

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA – TRUJILLO – LA LIBERTAD”**

---

**TESIS**  
**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE**

**AUTOR:** BR. BRICEÑO TERRONES, JAIME LENING

**ASESOR:** ING. RODRIGUEZ RAMOS, MAMERTO

**TRUJILLO - PERÚ**

**2019**

**RESOLUCIÓN: N° 01130-2019-FI-UPAO**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LA AV. JUAN PABLO II Y SU  
INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO  
GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA – TRUJILLO –  
LA LIBERTAD”**

**JURADO CALIFICADOR**

.....  
**Dr. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA**

**CIP: 54460**

**PRESIDENTE**

.....  
**ING. ROLANDO OCHOA ZEVALLOS**

**CIP: 9133**

**SECRETARIO**

.....  
**Ms. JUAN PAUL EDWARD HENRIQUEZ ULLOA**

**CIP: 11810**

**VOCAL**

.....  
**ING. MAMERTO RODRÍGUEZ RAMOS**

**CIP: 368**

**ASESOR**

## DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme en las buenas y en las malas, por escucharme y nunca abandonarme cuando más lo necesitaba, por mantenerme siempre con fuerza y alegría para afrontar cualquier derrota.

A mi madre Janet, por todo el esfuerzo y sacrificio que hizo todos estos años por darme lo mejor. Jamás podre retribuirte todo lo que has hecho por mí, estaré eternamente agradecido por todo lo que soy ahora, por haberme dado el mejor ejemplo a seguir.

A mi padre Jaime, quien con su apoyo y sus consejos lograron hacer de mí una gran persona, por enseñarme a estar preparado para poder afrontar con fortaleza y sabiduría cada momento difícil. Por confiar y creer en mí.

A mi abuelita Chona, por su amor y apoyo incondicional, por todos los buenos ejemplos que me enseñó de la vida, por criarme como un hijo más, por ser mi mamá por tanto tiempo, jamás dejare de pedirte que te quedes siempre a mi lado abuelita. Por aconsejarme y ser mi mejor amiga, eres la mejor abuelita del mundo.

A mi familia en general, que de alguna manera siempre están ahí para apoyarme y guiarme por un buen camino, por su preocupación y cariño incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

**A:**

**DIOS:**

Por nunca abandonarme, por permitirme llegar a este momento especial en mi vida, por brindarme salud y fortaleza para seguir adelante y cumplir cada meta trazada, por haber puesto en mi camino personas que me han apoyado a seguir a delante.

**MIS PADRES:**

Por su amor y apoyo incondicional en cada momento de mi vida y en especial en mi formación profesional que es la mejor herencia que me pudieron dar, por su confianza y permitirme escalar un peldaño más, esto es para ustedes papá y mamá, los amo por siempre.

**MI FAMILIA:**

Por los buenos consejos que me ayudaron en mi formación como persona, por los buenos momentos vividos, en especial a mi abuelita Chona que me vio nacer y crecer, por siempre estar aconsejándome y alentándome a ser una gran persona.

**MI ASESOR, ING. MAMERTO RODRIGUES RAMOS**

Por su tiempo apoyándome y compartiendo sus valiosos conocimientos, mi afecto y amistad siempre con usted.

**LA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

Por adoptarme y brindarme las mejores experiencias de mi vida, en especial mi etapa universitaria.

**LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

Y a sus docentes, por sus valiosas enseñanzas y ejemplos de vida, que me servirán de guía para mi desarrollo como profesional.

**MIS AMIGOS**

Y conocidos a todos en general, nunca olvidare los buenos momento compartidos, los mejores recuerdos siempre serán con ustedes, gracias por todo.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la avenida Juan Pablo II y su interconexión con la Vía de Evitamiento de la ciudad de Trujillo y tiene como principal objetivo diseñar el pavimento más conveniente utilizando geosintéticos en dicho tramo, para lo cual se analizó las condiciones que presenta la zona de estudio.

Para el diseño estructural se empleó la metodología AASHTO 93, analizando y comparando los diseños obtenidos. Además, se consideró las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimento Urbanos, 2010, los cual sirvió para establecer los parámetros y espesores para el diseño del pavimento.

Se realizaron estudios preliminares de ingeniería como estudios de tráfico, para obtener el Número de Ejes Equivalentes para el pavimento flexible, pavimento rígido y pavimento adoquinado, estudios de mecánica de suelos para determinar sus propiedades físico-mecánicas y el estudio de topografía, para obtener el relieve que presenta la zona de estudio. Estos estudios son necesarios para determinar el diseño estructural para el pavimento flexible, rígido y adoquinado.

La avenida Juan Pablo II y la zona de estudio fueron afectadas por “El Fenómeno del Niño Costero”, tomando en cuenta este suceso, nos con lleva a tomar soluciones preventivas contra estos posibles riesgos. Por ello, se consideró el uso de geosintéticos del tipo geotextil tejido, por su gran aporte de funciones y propiedades de filtración y drenaje, logrando prolongar la vida útil del pavimento.

Actualmente la vía de estudio no se encuentra pavimentada, por lo cual la presente investigación pretende determinar criterios y parámetros para el diseño estructural del pavimento, siguiendo la metodología AASHTO 93, con la finalidad de lograr un diseño estructural eficiente mejorando la transitabilidad, aspecto estético y condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out on Juan Pablo II Avenue and its interconnection with the Evitamiento Road of the city of Trujillo and its main objective is to design the most convenient pavement using geosynthetics in said section, for which the conditions presented by the study zone.

For the structural design the AASHTO 93 methodology was used, analyzing and comparing the designs obtained. In addition, the recommendations of the National Building Regulations were considered: CE.010 Urban Pavement Standard, 2010, which served to establish the parameters and thicknesses for pavement design.

Preliminary engineering studies were carried out as traffic studies, to obtain the Number of Equivalent Axes for the flexible pavement, rigid pavement and cobbled pavement, soil mechanics studies to determine its physical-mechanical properties and the topography study, to obtain the relief presented by the study area. These studies are necessary to determine the structural design for flexible, rigid and paved pavement.

Juan Pablo II Avenue and the study area were affected by “El Fenómeno del Niño Costero”, taking into account this event, leads us to take preventive solutions against these possible risks. Therefore, the use of geosynthetics of the woven geotextile type was considered, due to its great contribution of filtration and drainage functions and properties, managing to prolong the useful life of the pavement.

Currently, the study path is not paved, so the present research aims to determine criteria and parameters for the structural design of the pavement, following the AASHTO 93 methodology, in order to achieve an efficient structural design, improving the passability, aesthetic appearance and living conditions of the population throughout the area of influence.

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros de Jurado:

Dando cumplimiento y conformidad a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, pongo a vuestra disposición el presente Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA – TRUJILLO – LA LIBERTAD”

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta los lineamientos establecidos en el Curso de Titulación Extraordinaria y los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, junto a información obtenida de otras investigaciones, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente,

Br. Briceño Terrones, Jaime Lening

Trujillo, Noviembre del 2019

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN .....	III
ABSTRACT .....	IV
PRESENTACIÓN .....	V
ÍNDICE .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento de investigación.....	1
a. Descripción de la realidad problemática.....	1
b. Descripción del problema.....	2
c. Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivos de investigación.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación del estudio .....	3
a. Importancia de la investigación .....	3
b. Social .....	4
c. Técnico.....	4
d. Académico .....	4
e. Económico .....	4
II. MARCO DE REFERENCIA .....	5
2.1. Antecedentes del estudio .....	5
2.2. Marco teórico .....	8

2.2.1.	El pavimento .....	8
2.2.2.	Características de un pavimento .....	8
2.2.3.	Clasificación de un pavimento .....	9
2.2.3.1.	Pavimento flexible .....	9
2.2.3.2.	Pavimento semi rígido .....	9
2.2.3.3.	Pavimento Rígido .....	10
2.2.3.4.	Pavimento articulado .....	10
2.2.3.5.	Afirmado .....	11
2.2.3.6.	Pavimento con geosintéticos .....	11
2.2.4.	Características que debe reunir un pavimento .....	12
2.2.5.	Geosintéticos .....	13
2.2.6.	Componentes de los geosintéticos .....	13
2.2.6.1.	Polietileno (PE).....	14
2.2.6.2.	Polipropileno (PP) .....	14
2.2.6.3.	Poliéster (PS) .....	15
2.2.6.4.	Policloruro de vinilo (PVC).....	15
2.2.6.5.	Poliuretano (PU).....	15
2.2.7.	Funciones principales de los geosintéticos.....	16
2.2.7.1.	Separación .....	16
2.2.7.2.	Refuerzo.....	17
2.2.7.3.	Filtración.....	17
2.2.7.4.	Drenaje planar.....	18
2.2.7.5.	Barrera impermeable.....	19
2.2.8.	Clasificación de los geosintéticos .....	19
2.2.8.1.	Geotextiles .....	19
2.2.8.2.	Geomallas .....	20
2.2.8.3.	Georedes.....	20

2.2.8.4.	Geomembranas.....	20
2.2.8.5.	Revestimiento geosintéticos de arcilla (GCL's) .....	21
2.2.8.6.	Tubos ranurados .....	21
2.2.8.7.	Geoceldas .....	22
2.2.8.8.	Bloques o tablas de Geoespumas.....	23
2.2.9.	Función por cada tipo de geosintético .....	23
2.2.10.	Empleo de geosintéticos en campo.....	23
2.3.	Marco conceptual .....	24
2.4.	Hipótesis .....	26
2.5.	Variables e indicadores .....	27
2.5.1.	Variable dependiente.....	27
2.5.2.	Variable independiente .....	27
2.5.3.	Operacionalización de las variables .....	27
III.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	27
3.1.	Tipo y nivel de la investigación.....	27
3.2.	Población y muestra de estudio .....	28
3.2.1.	Población.....	28
3.2.2.	Muestra.....	28
3.3.	Diseño de investigación .....	28
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación.....	28
3.5.	Procesamiento y análisis de datos .....	29
3.5.1.	Diagnostico actual del tramo de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de evitamiento en la ciudad de Trujillo...	29
3.5.2.	Estudio de tránsito vehicular.....	30
3.5.2.1.	Situación actual .....	31
3.5.2.2.	Metodología – Trabajo de campo.....	32
3.5.2.3.	Metodología – Trabajo de gabinete.....	33

a.	Conteo vehicular .....	33
b.	Cálculo del IMD's .....	34
c.	Factor de crecimiento acumulado .....	34
d.	Factor de distribución direccional (Fd) .....	36
e.	Factor de distribución carril (Fc).....	37
f.	Factor de Ejes Equivalentes (EE) .....	37
g.	Factor de vehículo pesado (Fvp).....	39
h.	Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp).....	40
i.	Factor de Ejes Equivalentes día – carril.....	41
j.	Número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) de 8.2 tn.....	43
k.	Según tipo de tráfico .....	45
3.5.3.	Estudio de mecánica de suelos .....	46
3.5.3.1.	Exploración de campo.....	46
3.5.3.2.	Perfil estratigráfico.....	49
3.5.3.3.	Ensayos de laboratorio.....	49
a.	Contenido de humedad ASTM D-2216 .....	49
b.	Análisis granulométrico por tamizado.....	51
c.	Gravedad específica de sólidos .....	52
d.	Proctor modificado .....	53
e.	CBR (California Bearing Ratio) .....	54
3.5.3.4.	Clasificación de suelos.....	55
3.5.4.	Estudio de topografía.....	61
3.5.4.1.	Trabajo de campo .....	61
3.5.4.2.	Trabajo de gabinete .....	61
IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS .....	62
4.1.	Propuesta de investigación .....	62
4.2.	Análisis e interpretación de resultados.....	63

4.2.1.	Diseño del pavimento flexible, según metodología AASHTO 93 .....	63
4.2.1.1.	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn (W18)..	65
4.2.1.2.	Nivel de confiabilidad (%R) .....	65
4.2.1.3.	Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr) .....	66
4.2.1.4.	Desviación estándar (So) .....	67
4.2.1.5.	Índice de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI).....	67
4.2.1.6.	Módulo de resiliencia ( $M_R$ ).....	69
4.2.1.7.	Cálculo del número estructural (SN) .....	69
4.2.1.8.	Coeficientes estructurales de las capas del pavimento .....	72
4.2.1.9.	Coeficiente de drenaje.....	73
4.2.1.10.	Cálculo de los espesores del pavimento .....	74
4.2.2.	Diseño del pavimento rígido, según metodología AASHTO 93 .....	76
4.2.2.1.	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn (W18)..	78
4.2.2.2.	Nivel de confiabilidad (%R) y desviación estándar normal (Zr) .....	78
4.2.2.3.	Desviación estándar .....	78
4.2.2.4.	Índice de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI).....	78
4.2.2.5.	Módulo de rotura del concreto ( $S'_c$ ) .....	79
4.2.2.6.	Coeficiente de drenaje (Cd).....	80
4.2.2.7.	Coeficiente de transferencia de cargas (J) .....	81
4.2.2.8.	Módulo elástico de concreto ( $E_c$ ) .....	82
4.2.2.9.	Módulo de reacción de la sub rasante (K) .....	82
4.2.2.10.	Cálculo del espesor de la losa de concreto, D (plgs) .....	83
4.2.2.11.	Cálculo de juntas .....	88
4.2.3.	Diseño de pavimento adoquinado, según metodología AASHTO 93 .....	90
4.2.4.	Integración de geosintético en pavimento flexible .....	91
4.2.4.1.	Funciones del Geotextil tejido Pavco en el pavimento flexible .....	91

4.2.4.2.	Factores para el requerimiento de geotextil tejido.....	92
4.2.4.3.	Especificaciones del geotextil.....	93
4.2.4.4.	Proceso de instalación de geotextil tejido.....	93
4.2.5.	Presupuesto .....	95
4.2.5.1.	Presupuesto de pavimento flexible.....	95
4.2.5.2.	Presupuesto de pavimento flexible con geotextil.....	96
4.2.5.3.	Presupuesto de pavimento rígido.....	97
4.2.5.4.	Presupuesto de pavimento adoquinado .....	98
4.3.	Análisis e interpretación de resultados.....	99
V.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	99
	CONCLUSIONES.....	102
	RECOMENDACIONES .....	104
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	105
	ANEXOS .....	106
	Plano de ubicación geográfica .....	107
	Plano de ubicación de las calicatas .....	108
	Ensayos de laboratorio .....	109
	Fotos de calicatas realizadas.....	129
	Análisis de precios unitarios del pavimento flexible .....	132
	Análisis de precios unitarios del pavimento flexible con geotextil .....	138
	Análisis de precios unitarios del pavimento rígido .....	146
	Análisis de precios unitarios del pavimento adoquinado.....	153
	Panel fotográfico .....	159
	Cálculo de volúmenes de corte y relleno para el pavimento flexible .....	163
	Cálculo de volúmenes de corte y relleno para el pavimento rígido .....	165
	Cálculo de volúmenes de corte y relleno para pavimento adoquinado .....	167
	Planos .....	169

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Operacionalización de la variable dependiente .....	27
Tabla N° 2. Conteo vehicular .....	34
Tabla N° 3. Cálculo del Índice Medio Diario Semanal .....	34
Tabla N° 4. Periodos de diseño recomendados por la AASHTO en función al tipo de carretera .....	35
Tabla N° 5. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según las provincias. ....	35
Tabla N° 6. Factores de crecimiento del tráfico (Fca) .....	36
Tabla N° 7. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	37
Tabla N° 8. Configuraciones de los ejes .....	38
Tabla N° 9. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Flexibles .....	39
Tabla N° 10. Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos.....	39
Tabla N° 11. Factor vehículo pesado para pavimento flexible .....	40
Tabla N° 12. Factor vehículo pesado para pavimento rígido.....	40
Tabla N° 13. Ejes Equivalentes día - carril para el pavimento flexible.....	42
Tabla N° 14. Ejes Equivalentes día - carril para pavimento rígido.....	43
Tabla N° 15. Cálculo del número de Repeticiones de Ejes Equivalentes.....	44
Tabla N° 16. Número de repeticiones de EE de 8.2Tn para pavimentos flexibles .....	45
Tabla N° 17. Número de repeticiones de EE de 8.2Tn para pavimentos rígidos .....	45
Tabla N° 18. Clase de vía expresado en EAL de diseño.....	46
Tabla N° 19. Exploración de campo .....	48
Tabla N° 20. Perfil estratigráfico.....	49
Tabla N° 21. Resumen de resultados de contenido de humedad .....	50
Tabla N° 22. Resumen de resultados de análisis granulométricos .....	51
Tabla N° 23. Capacidad del picnómetro en relación a la cantidad aproximada requerida de muestra.....	52

Tabla N° 24. Resumen de resultados de Gravedad específica de sólidos.....	53
Tabla N° 25. Resumen de resultados de Proctor Modificado .....	54
Tabla N° 26. Resumen de resultados del C.B.R. ....	55
Tabla N° 27. Clasificación de la subrasante en relación a la condición y el índice de grupo (IG).....	58
Tabla N° 28. Índice de plasticidad.....	58
Tabla N° 29. Niveles sugeridos de confiabilidad para varias clasificaciones funcionales .....	65
Tabla N° 30. Nivel de confiabilidad establecida por la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos .....	66
Tabla N° 31. Valores estándar de desviación normal ( $Z_r$ ) correspondientes a niveles seleccionados de confiabilidad.....	67
Tabla N° 32. Índice de serviciabilidad final (pt) .....	69
Tabla N° 33. Valor relativo de soporte, CBR .....	72
Tabla N° 34. Valores <i>mi</i> para pavimentos flexibles, según AASHTO.....	73
Tabla N° 35. Requisitos mínimos para el espesor de capa de rodadura.....	75
Tabla N° 36. Cálculo de espesores SN requerido vs SN resultante.....	76
Tabla N° 37. Índice de serviciabilidad final (pt) .....	79
Tabla N° 38. Especificaciones técnicas constructivas para el módulo de rotura del concreto .....	80
Tabla N° 39. Valores de Cd para pavimentos rígidos, según AASHTO .....	81
Tabla N° 40. Coeficiente de transferencia de cargas recomendado para diversos tipos de pavimentos y condiciones de diseño.....	81
Tabla N° 41. Módulo de elasticidad del concreto (EC).....	82
Tabla N° 42. Especificaciones técnicas constructivas para el espesor de la capa de rodadura .....	87
Tabla N° 43. Diámetro y longitud de los Dowels .....	89
Tabla N° 44. Detalles de juntas con Dowels .....	89
Tabla N° 45. Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes por cada tipo de tipo de pavimento.....	100
Tabla N° 46. Resumen de ensayos de Mecánica de Suelos.....	100
Tabla N° 47. Alternativas de diseño y monto de ejecución .....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Pavimento reforzado con geosintético .....	12
Figura N° 2. Función de separación .....	16
Figura N° 3. Función de refuerzo. El geosintético absorbe y distribuye el esfuerzo cortante.....	17
Figura N° 4. Función de drenaje planar. El agua es drenada por el geosintético hacia las obras de drenaje colocadas a lo largo de la vía. ....	18
Figura N° 5. Geotextil .....	19
Figura N° 6. Geomalla.....	20
Figura N° 7. Georedes .....	20
Figura N° 8. Geomembrana .....	21
Figura N° 9. Geosintético con revestimiento de arcilla .....	21
Figura N° 10. Turbos ranurados .....	22
Figura N° 11. Geoceldas .....	22
Figura N° 12. Bloques de geoespumas.....	23
Figura N° 13. Cumplimiento de aporte por tipo de geosintético .....	23
Figura N° 14. Función del geosintético en campos de aplicación .....	24
Figura N° 15. Cálculo de Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn.....	31
Figura N° 16. Ubicación de las estaciones de control en la zona de estudio .....	33
Figura N° 17. Área a pavimentar .....	62
Figura N° 18. Situación actual de la zona de estudio .....	62
Figura N° 19. Espesores del pavimento flexible, pavimento rígido y pavimento adoquinado .....	63
Figura N° 20. Nomograma para pavimento flexible.....	64
Figura N° 21. Ecuación de diseño para pavimentos flexibles.....	64
Figura N° 22. Programa de Ecuación AASHTO 93 .....	70
Figura N° 23. Nomograma para pavimento flexible.....	71
Figura N° 24. Coeficiente estructural de las capas del pavimento .....	72
Figura N° 25. Ecuación que relaciona los coeficientes con sus respectivos números estructurales.....	74
Figura N° 26. Sección transversal del Pavimento Flexible .....	76

Figura N° 27. Nomograma para Pavimento Rígido .....	76
Figura N° 28. Continuación del nomograma para Pavimento Rígido .....	77
Figura N° 29. Ecuación de diseño de Pavimento Rígido .....	77
Figura N° 30. Correlación entre el CBR y el Módulo de Reacción .....	83
Figura N° 31. Cálculo del D, por programa Ecuación AASHTO .....	85
Figura N° 32. Cálculo del D (espesor de la losa) en nomograma para Pavimento Rígido .....	85
Figura N° 33. Sección del Pavimento Rígido .....	88
Figura N° 34. Detalle del paño de la losa .....	88
Figura N° 35. Espesor D2, Pavimento Articulado .....	90
Figura N° 36. Sección del Pavimento Adoquinado .....	91
Figura N° 37. Función de los geosintéticos en pavimentos .....	92
Figura N° 38. Especificaciones del Geotextil T2400 .....	93
Figura N° 39. Pavimentos con geotextiles .....	94
Figura N° 40. Espesores para cada diseño estructural del pavimento .....	101

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planteamiento de investigación**

#### **a. Descripción de la realidad problemática**

A inicios de la historia, el hombre en su búsqueda por conservar una vida optima, consiguió conectar de diferentes formas un sitio con otro, hasta la actualidad el hombre continúa construyendo un sistema de autopistas y carreteras con mezclas asfálticas desde autopistas a vías rurales. Desde hace años, la mezcla asfáltica y la mezcla de concreto asfaltico es el principal material para la construcción del sistema vial; es por ello que la ingeniería y la tecnología conjuntamente con el pasar lo años vienen desarrollando investigaciones para brindar métodos de diseño que mejoren la calidad.

Se ha verificado que la carpeta asfáltica en las avenidas, calles y carreteras de Trujillo, presentan una variedad de fallas, como: hundimientos, desprendimiento del material asfaltico y otros, provocadas por el paso del huaico que hubo durante el pasado Fenómeno del Niño Costero. Como fuente de informe tenemos a Trujillo Informa. (20 de junio del 2018). En Trujillo, terminaron de pavimentar la Av. Juan Pablo II con asfalto caliente. Trujillo, Perú. Trujillo Informa.

En los últimos años el incremento del tráfico ha sobre pasado las condiciones de los pavimentos para lo que fueron diseñados, principalmente para aquellos que ya tienen años de utilidad. La ciudad de Trujillo presenta cambios climáticos, por ejemplo: lluvias en temporada de verano; la acción conjunta del tráfico y el medio ambiente incrementan el deterioro del pavimento.

Por ello, la autoridad regional fundamentó el pedido hecho al alcalde teniendo en cuenta que en la actualidad los conductores de vehículos motorizados del servicio público y particular tienen dificultades al transitar por el mal estado de calles y avenidas y la falta de recursos municipales para solucionar el problema. Como

fuelle de informe tenemos a la página oficial del Gobierno Regional La Libertad. (05 de mayo del 2017). En Trujillo, El Gobierno Regional quiere rehabilitar las principales avenidas de la ciudad. Trujillo, Perú. Gobierno Regional La Libertad.

Por ello se planteó realizar este proyecto de investigación particular de la falta de la interconexión de la Av. Juan Pablo II con la Vía de Evitamiento para mejorar sustancialmente la red vial urbana de Trujillo a fin de que los vehículos de servicio urbano tengan mejores condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal, de esta manera recupere su prestancia y mejore los niveles de vida de la población.

De esta manera, se ha pensado en el diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento utilizando geosintéticos en el distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, para mejorar la estabilidad de la pavimentación, ya que esta zona se encuentra cerca al mar y el nivel freático se encuentra elevada en ese sector.

**b. Descripción del problema**

Las posibilidades de empleo de geotextiles en el diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento.

**c. Formulación del problema**

¿De qué manera la pavimentación con el empleo de geosintéticos de la interconexión vial entre la Av. Juan Pablo II con la Vía de Evitamiento mejora la transitabilidad del sector oeste de la ciudad de Trujillo?

## **1.2. Objetivos de investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Diseñar la estructura del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su interconexión con la Vía de Evitamiento utilizando geosintéticos en la ciudad de Trujillo, lo que redundará en la mejor transitabilidad vehicular de toda la ciudad.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar los estudios de tráfico y topográficos de la zona.
- Realizar los ensayos de laboratorio para poder determinar el CBR de diseño de la zona de estudio.
- Determinar los espesores de cada una de las capas del pavimento.
- Utilizar una tecnología moderna en materia de pavimentos con la introducción de geosintéticos en componentes del paquete estructural del pavimento.
- Realizar el análisis comparativo de costos del diseño de la vía mediante pavimento flexible, pavimento rígido y pavimento con geosintéticos según la metodología AASHTO 93, determinando cuál de ellos es el más ventajoso para la transitabilidad vial de la ciudad de Trujillo.

## **1.3. Justificación del estudio**

### **a. Importancia de la investigación**

Debido a la gran importancia de este problema, este proyecto tiene la finalidad de permitir el mejoramiento de la transitabilidad de vehículos en la ciudad, ya que la Vía de Evitamiento es una vía muy congestionada y va a permitir un desfogue para un mejor flujo vehicular, que a su vez tendrá una mejora urbanística.

Debido a las grandes fallas en las carreteras, se tiene la necesidad de hacer el uso de un método para reducir las fallas, darle durabilidad y también resistencia, con la finalidad de obtener una mejor calidad en las carreteras, ya que con este proyecto de

investigación nosotros ayudaríamos mucho al desarrollo del país, porque mejoraría el comercio y la conexión entre más pueblos y ciudades, dejando en claro que estaríamos beneficiando a muchas personas en su economía debido al comercio y no habría problemas al moverse de ciudad a ciudad. Para ello es necesario incluir en un mismo documento los aspectos y parámetros que se deben tomar en cuenta para el diseño estructural del pavimento.

**b. Social**

Desde el punto de vista social la pavimentación de la vía Juan Pablo II en su integridad favorecerá al mejor flujo vehicular no solo de los habitantes adyacentes a esa vía, sino a toda la colectividad trujillana.

**c. Técnico**

Desde el punto de vista técnico se tratará de utilizar componentes tecnológicos más modernos tales como geosintéticos con la finalidad de mejorar la calidad del comportamiento estructural del pavimento. Por ello, se realizará el estudio para determinar la calidad del suelo en el que se encuentra.

**d. Académico**

Desde el punto de vista académico el presente trabajo de investigación permite aplicar los conocimientos transmitidos por los docentes de la escuela de ingeniería civil en las disciplinas, por ejemplo: mecánica de suelos, pavimentos, ingeniería de transporte y caminos.

**e. Económico**

Desde el punto de vista económico los resultados del diseño respectivo definen que la construcción de un pavimento flexible es relativamente más económica que un pavimento rígido o adoquinado.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

(Foirini, 2007) en su tesis denominada “Aplicación de geosintéticos en la construcción de carreteras”. Se propuso como objetivo analizar el empleo de los geosintéticos en la construcción de carreteras y conocer la variedad de materiales que existen en el mercado, y los diferentes usos a los que se puede aplicar en la construcción de carreteras. La investigación concluyó que el empleo de esta nueva tecnología que son los geosintéticos aumentan considerablemente la vida útil de las carreteras, consiguiendo de esta manera ahorro en costos de mantenimiento, reducción en el tiempo de construcción, reducción de espesores en el diseño estructural y mejor distribución de cargas. En la contribución de este proyecto se hizo el estudio y se comprobó que los problemas en los diferentes tipos de suelos, ya antes vistos, en especial los suelos blandos, se puede hacer el empleo de geosintéticos, ya que su empleo demostró excelentes resultados, de esta manera consiguieron disminuir el empleo de material de préstamo, al ser necesarios para dar estabilidad a la subrasante de manera segura. Al hacer el empleo de los geosintéticos, en este caso aplicar una mezcla del tipo de Geomalla y Geotextiles, se tiene el resultado que se requiere con el menor tiempo de ejecución y de esta forma conservar en gran cantidad recursos tanto en producción como acarreo de otros materiales.

El progreso del Valor Soporte (CBR) en una zona que es muy débil, al hacer el empleo de geosintéticos se puede conseguir grandes resultados, que al ser utilizados en la subrasante consigue ser encerrada, De esta manera todas las cargas que están sobre la capa de rodadura son repartidas hacia la subrasante que es la encargada de sostenerla, sin sufrir alguna deformación o deflexión.

(Albinno & Cisneros, 2017) en su tesis denominada “Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 y 9 del centro poblado alto Trujillo – Trujillo – La Libertad”

se propuso como objetivo diagnosticar la transitabilidad vial para determinar la estructura del pavimento más favorable. Además, de definir los parámetros necesarios y existentes para el diseño estructural aplicando la normativa del método empírico AASHTO 93, proponer el sistema de drenaje aguas pluviales con un sistema de captación de pozos percoladores y proponer la señalizaciones horizontales y verticales.

La investigación concluyó que el tránsito vehicular de las vías en cuestión presenta mayor influencia vehicular entre las 6 am y 12 pm lo cual genera congestión en las principales vías. El diseño estructural del pavimento flexible obedece parámetros de comportamiento debido a la sollicitación de la zona, propiedades mecánicas de los materiales, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje, los niveles de confiabilidad y serviciabilidad.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación es el estudio de tráfico en las vías de intersección cuestionadas, ya que el punto estratégico de nuestro proyecto es en una empresa de transportes, siendo así un factor importante en la fluidez vehicular en dicho punto. También los procedimientos necesarios para realizar correctamente los estudios para el tránsito.

(Gomez, 2014) en su tesis denominada “Diseño Estructural del pavimento flexible para el Anillo Vial del Ovalo Grau – Trujillo – La Libertad”. Se propuso como objetivo diseñar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Ovalo Grau. La investigación concluyó que el presente proyecto se rige a parámetros del comportamiento de la zona, tomando como factores de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales, condiciones del medio ambiente, niveles de serviciabilidad y confiabilidad del drenaje. En la contribución de este proyecto ofrece especificar criterios estructurales según normas y metodologías para diseñar la estructura de un pavimento flexible, logrando de esta manera mejorar el flujo vehicular y las condiciones de vida de la localidad.

Un pavimento flexible debe principalmente presentar una superficie uniforme, resistente a diferentes tipos de fuerzas actuantes del flujo vehicular u otros factores que provoquen su deformación como los agentes nocivos de la naturaleza. Esta metodología ofrece establecer métodos y técnicas que van enlazados con la durabilidad y que van de la mano con los factores económicos y sociales.

Para la proyección de este proyecto se analizó el tránsito actual que se está dando junto a ideas y apariencias estéticas del urbanismo, con el objetivo de que mejore en gran parte el flujo vehicular. De esta manera las principales avenidas necesitarían de un tratamiento especial ya que soportarían el mayor tráfico vehicular.

(Sócalo, 2016) en su tesis denominada “Diseño y Análisis comparativo de costos de un pavimento flexible en el sector Los Laureles del distrito de El Porvenir, Trujillo.” Se propuso como objetivo comparar el diseño y el análisis de costos de un pavimento flexible según la metodología AASHTO 93, y otro con el empleo de geomallas biaxiales en el sector. La investigación concluyó que se puede comprobar mediante un estudio de suelos, que el suelo presenta buenas condiciones y cumple con el requerimiento necesario para su construcción del pavimento flexible, también concluyó que el empleo de geomallas reduce el espesor en la construcción del paquete del pavimento, así mismo esto influye en el ahorro de costos y tiempo de construcción. En la contribución de este proyecto ofrece la comparación del empleo y no empleo de Geomallas Biaxiales con el fin de dar una mejor estabilidad al pavimento y durabilidad contra el flujo vehicular. Para conseguir los resultados de este proyecto, se analizó y se hizo un estudio en el sector. Con esto definieron que se utilizaría el tipo de pavimento flexible. Para diseñar este tipo de pavimentos se empleó el método de AASTHO 93. Se hizo el estudio de ambos diseños, con y sin empleo de Geomallas Biaxiales. Ya que de esta manera se determinarían las ventajas y desventajas del diseño con empleo de Geosintéticos. Logrando finalmente concluir que con la aplicación de Geomallas se disminuyó

en gran parte el espesor de la estructura del pavimento, y a su vez dándole una mayor estabilidad y durabilidad, contra los distintos factores como las cargas que soportara la capa de rodadura provocadas por el flujo vehicular.

(Castillo, 2017) En su tesis denominada “Diseño de un pavimento rígido agregando elastómero termoplástico en la provincia de Trujillo – La Libertad”. Se propuso como objetivo diseñar un pavimento rígido agregando elastómero termoplástico. La investigación concluyo que los resultados obtenidos a 28 días de curado de la muestra se comprobaron que el empleo de elastómero termoplástico disminuye las propiedades mecánicas por la sustitución de un 10% del agregado fino obteniendo resultados desfavorables. En la contribución de este proyecto para las investigaciones posteriores se debe realizar diferentes diseños de mezclas agregando elastómero termoplástico en cantidades menores al 10% para obtener mejores resultados. Para conseguir un correcto desarrollo de los ensayos debe seguirse el lineamiento normativo que se exigen para evitar que un mal uso de las normas influya en los resultados.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. El pavimento**

El pavimento tiene en su estructura o diseño un conjunto de capas superpuestas, que tienen como función soportar de manera colectiva los diferentes tipos de cargas que son producidos por el flujo vehicular durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura. (Radolp & Juan, 2015)

### **2.2.2. Características de un pavimento**

Un pavimento debe reunir los siguientes requisitos:

- Resistencia a la acción de las cargas por el tráfico.
- Resistencia ante los agentes del intemperismo.
- Presentar una buena calidad de textura superficial para el tráfico vehicular.

- Resistencia al desgaste por efectos abrasivos producidos por las llantas de los vehículos.
- Debe ser durable y económico.
- Incluir en su diseño las condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, ofreciendo una adecuada seguridad al tránsito vehicular.

### **2.2.3. Clasificación de un pavimento**

#### **2.2.3.1. Pavimento flexible**

El pavimento flexible posee una superficie de rodadura que permite diminutas deflexiones o reacciones a las cargas distribuidas a lo largo de este, sin conseguir alterar la estructura del pavimento. Es una gran opción hablando en el sentido económico, el tiempo de vida de este tipo de pavimento es de 10 a 15 años aproximadamente. Requiere de un mantenimiento cada que tiempo para así pueda alcanzar el tiempo de vida establecido.

El pavimento presenta en su estructura un conjunto de capas, que está entre la superficie de rodadura y la subrasante. La función que debe cumplir el diseño de la estructura del pavimento es soportar las cargas distribuidas en la superficie que a su vez se verán reflejadas afectando la subrasante, es por eso que debe ser resistente a las alteraciones del flujo vehicular y otros factores como la naturaleza. (Sócalo, 2016)

#### **2.2.3.2. Pavimento semi rígido**

Este pavimento tiene las mismas características que el pavimento flexible. Donde se encuentra la diferencia es el empleo de un aditivo para mejorar notablemente una de sus capas rigidizándolas artificialmente, este aditivo puede ser empleado en el cemento, cal, asfalto y químicos. Con

este método cambiaran las propiedades mecánicas de los materiales que no son eficaces para este tipo de construcción, consiguiendo de esta manera corregir los defectos en la construcción de la estructura del pavimento. (Radolp & Juan, 2015)

#### **2.2.3.3. Pavimento Rígido**

El pavimento rígido tiene en su diseño estructural una losa de concreto que va apoyada en una capa, esta losa de concreto podría ir en la capa denominada sub base o la sub rasante. El concreto por su rigidez y elasticidad es un excelente apoyo para soportar las cargas y mejora el comportamiento del pavimento aun en zonas débiles que se pueden presentar en la sub rasante.

Las características estructurales de un pavimento rígido necesitan de manera exigente la resistencia del concreto, ya que la capa que se encuentran entre la capa de rodadura y la capa de la sub rasante no presentan tanto dominio en el espesor del diseño. (Radolp & Juan, 2015)

Los pavimentos rígidos se pueden clasificar en:

- Simple o Monolítico.
- Simple con pasadores o barras de transferencia (dowels).
- Con refuerzo discontinuo distribuido sin función estructural.
- Con refuerzo continuo sin función estructural.
- Con refuerzo estructural.
- Pre reforzado.

#### **2.2.3.4. Pavimento articulado**

Este tipo de pavimentos conocido como pavimento articulado presenta en su superficie de rodadura la utilización de adoquines de concreto. Estos materiales o

llamados bloques de concreto son iguales entre sí. El empleo de este material va sobre una capa fina de arena la cual se ayuda sobre las capas de la estructura, principalmente en la subrasante, con el objetivo de soportar los efectos de las cargas. (Radolp & Juan, 2015)

#### **2.2.3.5. Afirmado**

Este pavimento hace el empleo de material granular natural de manera compactada, con la finalidad de mantener de manera uniforme y juntas las partículas de este material, para así poder dar resistencia a los diferentes efectos de alteración de la superficie como son el flujo vehicular y los factores naturales. Es una gran opción para carreteras y trochas. (Radolp & Juan, 2015)

#### **2.2.3.6. Pavimento con geosintéticos**

Existe una gran variedad de suelos, clasificados en función a sus propiedades físico–mecánicas e incluso conformación. Los tipos de suelos de nuestro medio pueden ser: blandos, con baja capacidad de soporte a las cargas o pantanosos, por lo cual corren con el riesgo de sufrir una deformación siendo de peligro para la construcción de la estructura del pavimento.

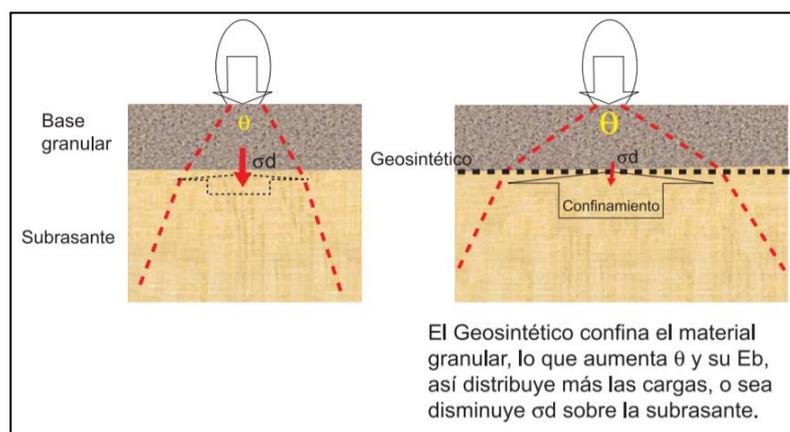
Existen una variedad de fallas en los suelos que son provocadas por el esfuerzo de comprensión vertical que son causantes de la deformación, hundimiento y agrietamiento del terreno.

Por ellos, se recurre a soluciones como el refuerzo con geosintéticos, entre los más usados para este tipo de fallas es el geotextiles y geomalla biaxial, que por sus propiedades físico–mecánicas permiten incrementar la capacidad de cargas, la estabilización de los suelos y resolver situaciones de nivel freático superficial, entre

otros. Su empleo también favorece a la disminución de costos y tiempo.

Su principal función es absorber los esfuerzos generados, los geotextiles es el más completo brindando una variedad de funciones como un filtro, evitando la contaminación de los materiales entre sí, aporta resistencia mecánica y brinda estabilidad a los suelos y protección a las deformaciones, la geomalla provee un confinamiento lateral en las partículas del suelo de tal manera que aumenta la resistencia a la tensión, dándole así, estabilidad a los suelos con la finalidad de estar apto para la construcción de la estructura sobre el mismo. (Gavilanes Davila, 2012).

**Figura N° 1. Pavimento reforzado con geosintético**



*Fuente: Propuesta de metodología para diseño de pavimentos flexibles empleando geosintéticos como refuerzo – Ing. Augusto Jugo B, Caracas, Venezuela*

#### **2.2.4. Características que debe reunir un pavimento**

Los pavimentos deben cumplir con ciertas exigencias como:

- Soportar las cargas producidas por el flujo vehicular.
- Soportar las alteraciones o deformaciones del pavimento que son producidas por factores naturales.

- Ofrecer una adecuada textura de acuerdo al estudio del flujo vehicular.
- Debe cumplir con el principio de durabilidad y a su vez debe ser económico.
- La superficie debe ofrecer un color apropiado a la vista, para así evitar accidentes de tránsito.

### **2.2.5. Geosintéticos**

Los geosintéticos presentan en su composición el empleo de materiales poliméricos termoplásticos que van mezclados con fibras naturales, las cuales tienen como resultado propiedades Físico-Mecánicas e Hidráulicas, consiguiendo de esta manera que sea una gran opción para su aplicación en obras. (Díaz, Escobar, & Olivo, 2009)

Los geosintéticos son conocidos por:

- El polímero como componente.
- Proceso de elaboración.
- Tipo primario de geosintético.
- Masa por unidad de área.
- Se identifica su aplicación específica conociendo sus propiedades físicas.

Se reconoce a los geosintéticos por:

- Geotextil no tejido agujeteado de polipropileno de 350 g/cm<sup>2</sup>.
- Georedes de polietileno de 440 g/cm<sup>2</sup> con aberturas de 8 mm.
- Geomalla biaxial de polipropileno extruido con aberturas de 25x25 mm.
- Geomembrana de polietileno de alta densidad de 1.5 mm de espesor.

### **2.2.6. Componentes de los geosintéticos**

Los geosintéticos están compuestos por elementos como los polímeros y las fibras naturales, estas fibras naturales pueden

ser los juncos, el algodón y el yute. Los polímeros más utilizados por el hombre en las obras civiles, son el poliuretano (PU), el poliéster (PS), el polietileno (PE), el polipropileno (PP) y el policloruro de vinilo (PVC). Demos a conocer a cada uno de ellos:

#### **2.2.6.1. Polietileno (PE)**

Tiene una apariencia de cera y presenta en su estructura una sección gruesa y delgada, las secciones gruesas son traslucida y las láminas son finas, consiguiendo, así como resultado un material termoplástico. Este material tiene una diversidad de colores.

Sus propiedades hacen de este material una opción recurrente por el hombre al momento de hacer empleo de los geosintéticos, ya que ofrece flexibilidad, un peso liviano, también es resistente a los químicos y logra también soportar efectos eléctricos. Mayormente son usados para reservorios, posas y entre otros.

#### **2.2.6.2. Polipropileno (PP)**

El polipropileno puede ser compatible con diferentes materiales como el cemento y aditivos. De esta manera por sus propiedades hacen que sean una excelente opción para la fabricación de geosintéticos. El polipropileno es un plástico rígido y resistente. Y puede lograr soportar temperaturas de 150 °C logrando que solo suavice al material. Por estos resultados, el material es resistente al doble y el hombre lo emplea como material de bisagras.

En otras palabras, es un material delgado y rígido a su vez, hay que destacar que es el material más rígido que otros termoplásticos. Ofrece una capacidad de rigidez superficial y restauración elástica a las deformaciones provocadas por las cargas en la superficie o capa de rodadura. También,

es un material reciclable, por esta razón es muy compatible con el medio ambiente.

#### **2.2.6.3. Poliéster (PS)**

Este material es el más conocido y el más utilizado por el hombre, ya que por sus propiedades de alta resistencia a los cambios de temperatura y por su resistencia a la fisuración, le convierte en la mejor opción para el hombre, ya que el hombre busca la estabilidad y equilibrio dimensional en el diseño de la estructura del pavimento. Las hebras de este material junto a las hebras de vidrio forman parte de los geotextiles que también pueden ir mezcladas con el policloruro de vinilo (PVC), que cumplen una función termoplástica.

#### **2.2.6.4. Policloruro de vinilo (PVC)**

Este material es la resultante de la polimerización de dos fibras naturales, el cloruro de sodio o sal común (NaCl) y gas natural. Este material ofrece una baja densidad de (1/4 g/cm<sup>3</sup>) y una gran resistencia al impacto. Es una excelente opción para su empleo en edificaciones y construcción. Por su composición es resistente a los agentes químicos.

#### **2.2.6.5. Poliuretano (PU)**

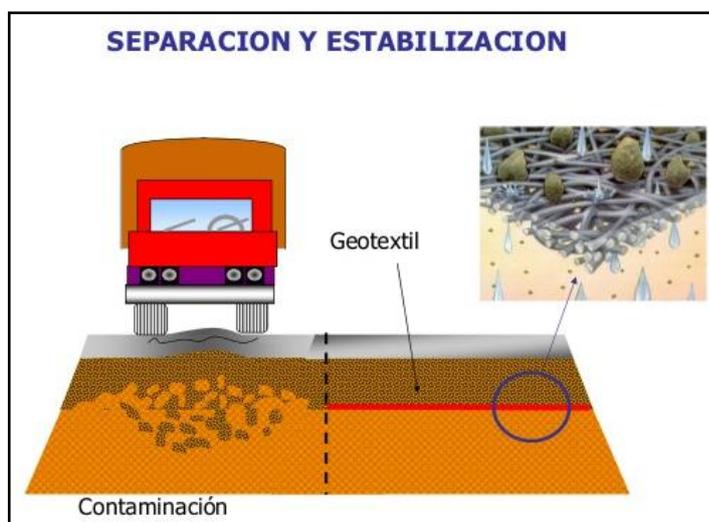
Se presenta como una resina sintética que a su vez es rígida, ofreciendo de esta manera la resistencia al soporte de las deformaciones provocadas por compresión mecánica o el flujo vehicular. También es un excelente material para la fabricación de georedes ya que brinda una mayor resistencia. Se caracteriza por su gran soporte al desgaste provocados por el flujo vehicular.

## 2.2.7. Funciones principales de los geosintéticos

### 2.2.7.1. Separación

Para esta función se puede hacer el empleo del avance tecnológico de los geosintéticos en este caso el tipo Geotextil, que en el proceso de instalación va cumplir la función de separar las capas de la estructura del pavimento, carretera o vía, podemos apreciar la función que cumple (ver Fig. 1). Los efectos o impactos provocados por el flujo vehicular se transmiten cargas en la superficie de rodadura que se ve reflejado a su vez en las capas inferiores, por lo cual la subrasante impulsa una fuerza contraria que va hacia arriba denominadas (tracción y punzonamiento), debilitando las capas inferiores que se encuentran entre la superficie de rodadura y la subrasante. Por esta razón, los geosintéticos cumplen la función de dar mayor resistencia a las capas, disminuyendo así el efecto de compresión que provocan las cargas ya que el empleo de geosintéticos le brinda una mejor función de soporte, en especial cuando la subrasante se encuentra en suelos suaves, ofreciendo a su vez mayor tiempo de vida y servicio a la estructura del pavimento.

**Figura N° 2. Función de separación**

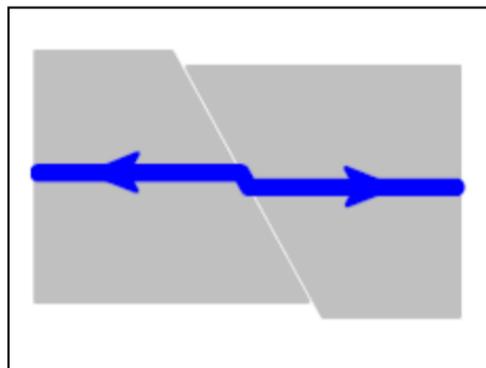


*Fuente: Pavco geosintéticos*

### 2.2.7.2. Refuerzo

Para esta función de refuerzo se puede utilizar el empleo de geosintéticos, en este caso el tipo de geosintético: geocelda, geotextil y geomallas. El proceso de instalación de estos geosintéticos es el siguiente: los geosintéticos mencionados van sobre la subrasante, logrando que en muchos casos no sea necesario traer material externo para sustituir el material que ya se encuentra, su empleo disminuye costos y tiempo de trabajo. La función que cumplen es brindar mayor soporte contra la carga que van distribuidas tanto en la capa de superficie o las capas inferiores, también, brinda una mejor resistencia contra los impactos provocados por el tráfico vehicular gracias a su rigidez tensional. Es una excelente opción de apoyo en obras civiles ya que tienen una buena adaptación en relación de geosintético y suelo.

**Figura N° 3. Función de refuerzo. El geosintético absorbe y distribuye el esfuerzo cortante.**



*Fuente: Pavco geosintéticos*

### 2.2.7.3. Filtración

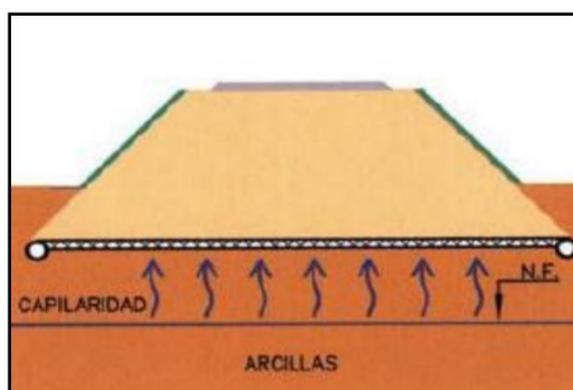
El paso de filtración de las aguas desde la subrasante a las capas que se encuentran sobre ella, puede verse afectadas o tener alteraciones afectando así la estructura del pavimento, este resultado es provocado por las cargas o impactos que provocan el flujo vehicular en la superficie, ya

que estas cargas se reparten a través de las capas llegando así a la subrasante, donde la reacción de los esfuerzos de la subrasante se ve incrementada. Por esta razón el hombre opta por este avance tecnológico que son los geosintéticos, para este tipo de problemática se convierte en una gran opción el empleo del tipo Geotextil. Ya que cumple la función de brindar una mejor permeabilidad permitiendo así el paso del agua y la conservación de las partículas sólidas evitando de esta manera la acumulación de finos denominado a este tipo efecto colmatación.

#### 2.2.7.4. Drenaje planar

Durante años en la construcción se convirtió en un tema de crítica la principal importancia del drenaje en las vías. Ya que las aguas pluviales que se dispersan a lo largo de la capa de rodadura y el paso de filtración de las aguas de la subrasante, pueden alterar o deteriorar la estructura del pavimento (Ver Fig. 3). En esta problemática se requiere el empleo de un geocompuesto capaz que brindan resistencia a los impactos provocados por el tráfico y la excelente función de drenaje evitando de tal manera la acumulación del agua.

**Figura N° 4. Función de drenaje planar. El agua es drenada por el geosintético hacia las obras de drenaje colocadas a lo largo de la vía.**



*Fuente: Pavco geosintéticos*

#### **2.2.7.5. Barrera impermeable**

Los geosintéticos son empleados por su función impermeable en problemáticas como la filtración de aguas entre las capas de la superficie de rodadura y la subrasante. También, es un excelente apoyo en suelo expansivos ya que brinda su comprensión y resistencia a este efecto. Por ejemplo, las geomembranas evitan la filtración del flujo de líquidos, así como los geotextiles que cumplen una similar función.

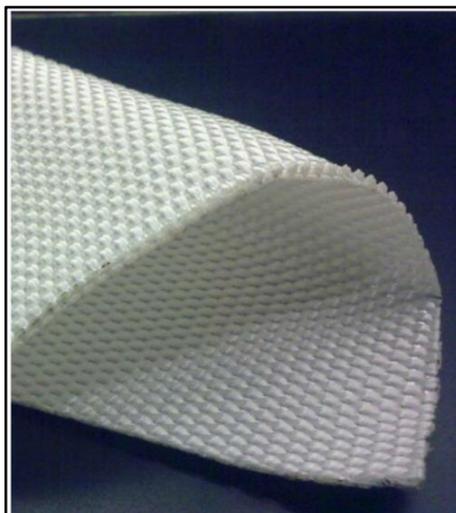
#### **2.2.8. Clasificación de los geosintéticos**

Los geosintéticos son clasificados de acuerdo al requerimiento de su uso. Estos pueden ser:

##### **2.2.8.1. Geotextiles**

Los geotextiles son una especie de mantos de fibra o hebras de tejidos, no son tejidos. Por sus propiedades esta clase de geosintético es muy flexible y permeable. Son utilizados para cumplir la función de separación, refuerzo, drenaje, control de erosión y controlar la expansión de algunos suelos.

**Figura N° 5. Geotextil**

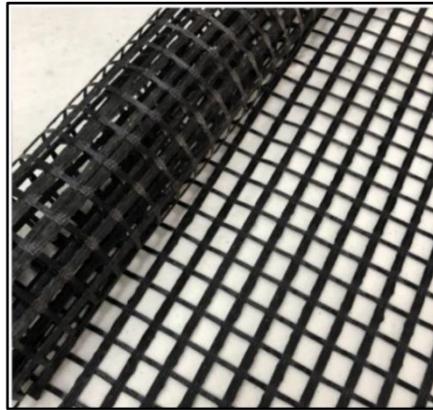


*Fuente: Pavco geosintéticos*

### 2.2.8.2. Geomallas

Es la clase de geosintético que se utiliza para el refuerzo de suelos, tiene como apariencia ser una malla abierta.

**Figura N° 6. Geomalla**

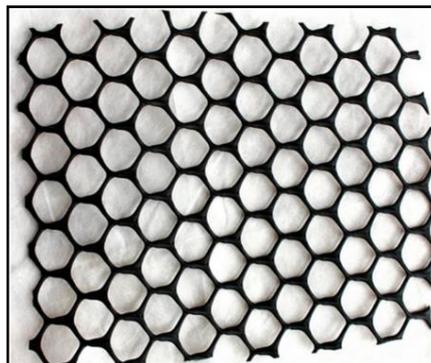


*Fuente: Pavco geosintéticos*

### 2.2.8.3. Georedes

Este geosintético es empleado para trasladar cantidades de fluidos o gases internamente. De acuerdo a su elaboración se puede apreciar que es está conformada por dos hebras gruesas de material polimérico que interactúan paralelamente, en su apariencia es una manta con cierta porosidad que ayuda a cumplir su función.

**Figura N° 7. Georedes**



*Fuente: Pavco geosintéticos*

### 2.2.8.4. Geomembranas

Es una especie de láminas o plástico, ya que están fabricadas por materiales sintéticos, por esta razón cumple

la función de ser un geosintético impermeable. También, pueden ser utilizados como envolturas de contenedores de fluidos y gases.

**Figura N° 8. Geomembrana**



*Fuente: Pavco geosintéticos*

#### **2.2.8.5. Revestimiento geosintéticos de arcilla (GCL's)**

Son geocompuestos que son prefabricados por una capa de arcilla bentonita, que va instalada en el medio del geosintético, en este caso el tipo geotextil, también puede estar circulado o limitado por una geomembrana. También, pueden ir incorporadas en los geotextiles de GCL's que brindan mayor resistencia al corte. Por estas razones son utilizadas en rellenos sanitarios que a su vez colaboran con las geomembranas.

**Figura N° 9. Geosintético con revestimiento de arcilla**



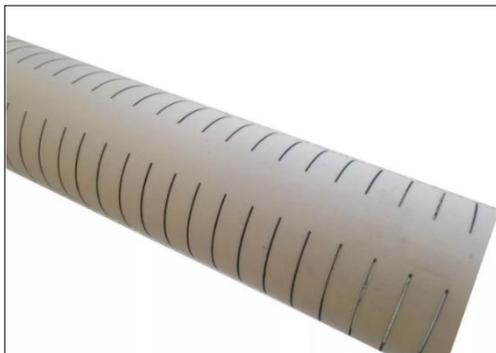
*Fuente: Pavco geosintéticos*

#### **2.2.8.6. Tubos ranurados**

Son tubos que son principalmente fabricados por materiales poliméricos, en su apariencia se aprecia que

son tubos perforados y de paredes sólidas. Por sus propiedades, son empleados para drenajes de aguas y gases o en aplicaciones de rellenos para cumplir la función de colecta de gas. En algunos trabajos estos tubos son envueltos con geosintéticos del tipo geotextil.

**Figura N° 10. Turbos ranurados**



*Fuente: Pavco geosintéticos*

#### **2.2.8.7. Geoceldas**

Tienen como apariencia una red gruesa tridimensional que están fabricadas con polímeros. Esta red o tiras van interconectadas para luego ser rellenas con concreto o con el suelo. También, pueden ser fabricadas con el material o tiras de poliolefina de 0.5 m a 1 m que son empleadas como barras verticales de polímeros para formar estratos de geoceldas que con esta combinación de trabajo se le denomina geocolchones.

**Figura N° 11. Geoceldas**

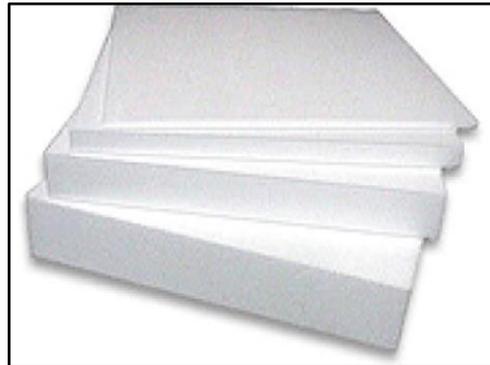


*Fuente: Pavco geosintéticos*

#### 2.2.8.8. Bloques o tablas de Geoespumas

Son fabricadas con poliestireno que como resultado ofrece una red de baja densidad llenas de gas. Esta clase de geosintético es empleado como un aislante térmico o para limitar la expansión de suelos contra paredes rígidas.

**Figura N° 12. Bloques de geoespumas**



*Fuente: Pavco geosintéticos*

#### 2.2.9. Función por cada tipo de geosintético

Principales funciones de cada tipo de geosintético.

**Figura N° 13. Cumplimiento de aporte por tipo de geosintético**

	Geotextiles	Geocompuestos	Geomembranas	Geomallas
Separación				
Filtración				
Refuerzo				
Drenaje				
Control erosión				
Barrera				

*Fuente: Pavco geosintéticos*

#### 2.2.10. Empleo de geosintéticos en campo

Cada tipo de geosintético cumple una función dependiente el campo de aplicación.

**Figura N° 14. Función del geosintético en campos de aplicación**

Campos de aplicación	Separación	Filtración	Refuerzo	Drenaje	Protección	Barrera
<b>Camino</b>						
Reasfalto						
Construcciones ferroviarias						
Construcciones hidráulicas						
Drenajes						
Campos deportivos						
Terraplenes						
Drenajes verticales						
Muros de contención						
Túneles						
Depósitos de líquidos y desechos						

*Fuente: Pavco geosintéticos*

### 2.3. Marco conceptual

#### a) Definición de CBR

Es la capacidad de medida de resistencia al esfuerzo cortante del suelo, es el estudio más importante y previo a la construcción de algún proyecto a realizar. Este estudio ayuda a evaluar y analizar la calidad del terreno, tomando en cuenta la humedad y la densidad que son los factores más importantes del estudio.

#### b) Modulo resiliente

Se trata del comportamiento que tiene las capas que se encuentran entre la capa de rodadura y la subrasante, que al tener un efecto dinámico o impactos en la capa de la superficie de rodadura este efecto punzante producido por el flujo vehicular se ve reflejado en las capas inferiores y la subrasante, que como respuesta sufren un efecto de deflexión que son recuperadas al anular la tensión impuesta.

#### c) Serviciabilidad

Representa el grado de condición inicial del pavimento, por lo que hablamos de la calidad del diseño y construcción. Que con el pasar del tiempo, la estructura se verá afectada o deteriorada por el flujo vehicular y factores del medio ambiente hasta llegar a la etapa de

su servicio final. En conclusión, se trata del límite de servicio que brinda antes de requerir un mantenimiento o rehabilitación y en algunos casos su reconstrucción.

**d) Confiabilidad**

Se define como la probabilidad que el diseño estructural debe cumplir con la función con la que fue prevista antes de su ejecución, bajo los efectos que alterarían el comportamiento de la estructura en este caso el flujo vehicular y el medio ambiente.

**e) Coeficientes estructurales**

Cada capa tiene un coeficiente requerido para la estructura del pavimento. Los coeficientes es el volumen de la capa o también se puede decir el espesor de este, en otras palabras, es la capacidad o medidas que forman parte del diseño estructural del pavimento.

**f) Periodo de diseño**

Se trata de la relación del tiempo de vida y costos, ya que a mayor calidad y tiempo útil de vida, mayor será el costo. Por lo tanto, podemos diseñar la estructura del pavimento evaluando los diferentes comportamientos que tendrá la estructura a los efectos o impactos provocados por los el tráfico o el medio ambiente con el fin de cumplir el periodo de diseño definido según las proyecciones evaluadas.

**g) Subrasante**

Es la capa donde se apoyará todo el diseño estructural del pavimento. El volumen o espesor de la estructura va en relación a la calidad en que se encuentre la subrasante. Los materiales que conforman la capa de la subrasante se le llama Modulo de Resiliencia (MR), donde se habla de la plasticidad, contracción por efectos de la humedad, inmunidad a la expansión, granulometría, resistencia al corte, drenaje y la clasificación de suelos. El diseño

de la estructura del pavimento se evalúa esencialmente de acuerdo a la resistencia de cargas de la subrasante.

**h) Sub base**

La subbase es una capa granular que se encuentra sobre la subrasante, su principal función es evitar el paso de finos que vienen de la subrasante, a su vez cumple la función de permeabilidad o drenaje para impedir la filtración de líquidos. También, es el apoyo de la estructura del pavimento, ya que tienen el objetivo de soportar las cargas y repartirlas con uniformidad hacia la superficie de rodadura, de tal manera que la subrasante a su vez apoye absorbiendo las variaciones de las cargas que pueden dañar la subbase.

**i) Base**

Está conformada por materiales granulares, es la capa que se encuentra entre la superficie de rodadura y la subbase, su principal función es soportar y repartir las cargas hacia la subbase y la subrasante.

**j) Superficie de rodadura**

Es la capa que se localiza en la superficie de toda la estructura, que cumple la función de aumentar el soporte de todo el diseño estructural del pavimento y proteger de los efectos provocados por el tráfico y el medio ambiente. Tiene un rol importante la cual es evitar la penetración de aguas y ser resistente al deslizamiento.

**2.4. Hipótesis**

La prolongación de la Av. Juan Pablo II hasta su empalme con la Vía de Evitamiento de Trujillo mejorará la transitabilidad vial del sector oeste aspecto que luego de efectuado la investigación respectiva se determinará su evidente perspectiva.

## 2.5. Variables e indicadores

### 2.5.1. Variable dependiente

- Diseño estructural del pavimento de la Av. Juan pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento.

### 2.5.2. Variable independiente

- Utilización de geosintéticos en el distrito Víctor Larco Herrera.

### 2.5.3. Operacionalización de las variables

**Tabla N° 1. Operacionalización de la variable dependiente**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
VD: Diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su interconexión con la Vía de Evitamiento	La prolongación de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento, implicara una sustantiva mejora en la transitabilidad vial del sector.	Estudio de tránsito	Volumen	Intervalo (veh/hora)	Trabajo en campo de registro y evaluación para la carga vehicular.
			Peso	Intervalo (ton)	
		Estudio de suelos	Granulometría	Intervalo (%)	Ensayos de laboratorio
			Contenido de humedad	Intervalo (%)	
			Densidad Máxima	Intervalo (und/cm <sup>3</sup> )	
			CBR	Intervalo (%)	
		Método AASHTO 93	Pavimentos	Nominal	Normas
			Diseño	Intervalo (%)	
			Suelo	Intervalo (%)	
VI: Utilizando geosintéticos	Los geosintéticos presentan en su composición el empleo de materiales poliméricos termoplásticos que van mezclados con fibras naturales, las cuales tienen como propiedades físico-mecánicas e hidráulicas, consiguiendo de esta manera que sea una gran opción para su aplicación en obra (Díaz Escobar & Olivo, 2009).	Condición de la subrasante	CBR	Intervalo (%)	Ensayos de laboratorio

*Fuente: Elaboración propia*

## III. MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1. Tipo y nivel de la investigación

Descriptiva – Aplicada

## **3.2. Población y muestra de estudio**

### **3.2.1. Población**

La población a considera es la interconexión de la Av. Juan Pablo II y la Vía de Evitamiento – Trujillo – La Libertad.

### **3.2.2. Muestra**

Nuestra muestra está delimitada por los parámetros comprendido entre la Av. Huamán y la Vía de evitamiento en el distrito Víctor Larco Herrera de la ciudad de Trujillo, el diseño estructural obtenido se basa en el estudio de tráfico como la carga vehicular y el CBR que es la resistencia del suelo.

## **3.3. Diseño de investigación**

De campo, ya que la recolección de datos se realizó en la zona de estudio, tales como la extracción de muestras de suelos, el estudio de tráfico y el levantamiento topográfico. También se empleará la metodología AASHTO 93 para el diseño estructural del pavimento.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

En este proyecto se utilizará como técnica inicial la evaluación del lugar, que consiste en lo siguiente.

- Hacer el recorrido personal del tramo de la avenida, esto nos ayudará a tener una evaluación detallada con el fin de identificar y analizar la problemática.
- Identificar los puntos clave para realizar el conteo vehicular.
- Para el estudio de suelos se tomarán muestras, que luego serán llevadas al laboratorio de suelos donde se realizara el ensayo para determinar las propiedades y condiciones en la que se encuentra.
- Con los datos conseguidos y con la ayuda de normas y manuales necesarios se determinará el uso de geosintéticos en el paquete estructural del pavimento.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

- Con los datos tomados se hará el análisis necesario para realizar el modelamiento en los siguientes softwares: AutoCAD, Microsoft Excel y Microsoft Word.
- Se realizará ensayos de suelos que serán procesados por los diversos métodos de ingeniería como, por ejemplo: mecánica de suelos, caminos, pavimentos y transportes.

#### **3.5.1. Diagnostico actual del tramo de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de evitamiento en la ciudad de Trujillo.**

La avenida Juan Pablo II está ubicada en el distrito Víctor Larco Herrera en la ciudad de Trujillo que pertenece al departamento de La Libertad y geográficamente se encuentra en la región costa, con una elevación de 3.00 m.s.n.m. Presenta un tipo de topografía plana y mantiene una población de aproximadamente de 68,506 habitantes, y abarca un área territorial de 18.02 km<sup>2</sup> con una densidad promedio de 3,095.5 Hab/km<sup>2</sup>.

El tramo de estudio presenta dos calzadas con separador central de 7.00 m, teniendo una variante de sección típica de 38.00 m a 47.00 m, esta sección se va ensanchando en dirección a la Vía de Evitamiento. Las dos calzadas presentan una longitud total de vía de 887.29 m y un área total de 11396.08 m<sup>2</sup>.

En el 2017, la avenida Juan Pablo II fue una de las vías más afectadas por el pasado fenómeno de “El Niño Costero”. Sin embargo, el Gobierno Regional de La Libertad, con financiamiento de la Reconstrucción con Cambios renovó el tramo comprendido entre la avenida Los Paujiles y Huamán, realizándose la señalización y el riego de imprimación para aplicar la carpeta asfáltica en caliente con un espesor de dos pulgadas (e=2”).

Esta nueva carpeta asfáltica fue trabajada sobre una superficie de 12,215 m<sup>2</sup> y tiene un espesor de 6 cm, de tal manera también

se consideró la mejora de la sub base del terreno, durante el proceso de trabajo en campo se observó en algunos tramos del subsuelo la presencia de áreas con fango de lodo arcilloso.

Para ejecutar la obra se tuvo que demoler la capa de rodadura existente, retirando la base granular que se encontraba en mal estado sobre un área de 12,215 m<sup>2</sup> de la vía.

Sin embargo, el tramo de estudio se encuentra sin pavimentar, por lo que no es tan transitable para los vehículos actualmente. Como fuente de informe tenemos a Trujillo Informa. (20 de junio del 2018). En Trujillo, terminaron de pavimentar la Av. Juan Pablo II con asfalto caliente. Trujillo, Perú. Trujillo Informa.

### **3.5.2. Estudio de tránsito vehicular**

La demanda del tráfico es un aspecto esencial de suma importancia para el diseño estructural del pavimento, el tránsito está conformado por vehículos de diferentes clases, pesos y números de ejes que provocan tensiones y deformaciones en el pavimento.

Por ello el estudio de tráfico se realizó con el fin de obtener el número de Repeticiones de Eje Equivalente de 18000 lb (18 kips) o 8.2 tn, para el diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento, durante su periodo de vida útil, manteniendo una adecuada durabilidad y serviciabilidad.

El estudio de tráfico es un factor muy importante, el cual se define por medio de un coteo vehicular de la zona de estudio y proyecciones estadísticas basadas en datos y tasas de crecimiento vehicular, para obtener información del índice medio diario anual (IMDA).

$$\mathbf{Nrep \ de \ EE_{8.2 \ tn} = \Sigma[EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365]}$$

**Figura N° 15. Cálculo de Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn**

Parámetros	Descripción
Nrep de EE <sub>8,2 tn</sub>	Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
EE <sub>día-carril</sub>	<p>EE<sub>día-carril</sub> = 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:</p> $EE_{\text{día-carril}} = \text{IMD}_{\text{pi}} \times F_d \times F_c \times F_{\text{vpi}} \times F_{\text{pi}}$ <p>Donde:</p> <p>IMD<sub>pi</sub> = Corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado</p> <p>F<sub>d</sub> = Factor Dirección, según cuadro</p> <p>F<sub>c</sub> = Factor Carril de diseño, según cuadro</p> <p>F<sub>vpi</sub> = Factor vehículo pesado del tipo seleccionado 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</p> <p>F<sub>pi</sub> = Factor de Presión de neumáticos, según cuadro</p>
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículos pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año

*Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos, 2014, pag. 74*

### 3.5.2.1. Situación actual

Este tramo se localiza en la Av. Juan Pablo II entre la Vía de Evitamiento y el cruce con la Av. Huamán, se encuentran actualmente sin pavimentar. Esta carretera se localiza sobre la costa, que presenta un terreno llano, con niveles y desniveles suaves. La carretera se encuentra en mal estado por lo que dificulta el tránsito vehicular. Se estableció que la Av. Huamán cruza perpendicularmente y el tramo homogéneo a nuestra vía de estudio es la Av. Víctor Larco Herrera siendo la vía con mayor flujo vehicular, debido a que es una vía asfaltada.

Por estas vías transitan vehículos ligeros como: autos, motos, microbuses, buses, también vehículos pesados como: camiones de dos y tres ejes y ómnibus de 3 ejes.

### **3.5.2.2. Metodología – Trabajo de campo**

Se realizaron varios trabajos de campo, teniendo como objetivo la identificación de los diferentes tipos de vehículos de la vía. La demanda actual del Índice Medio Diario (IMD) determinara su equivalente del Índice Medio Diario Anual (IMDA). El procesamiento de datos se realizó en base al **“Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010”**.

El volumen de la demanda en el tramo, está compuesta por diferentes tipos de vehículos que circulan por la vía en ambos sentidos.

Para realizar el trabajo de campo, se consideró la siguiente información.

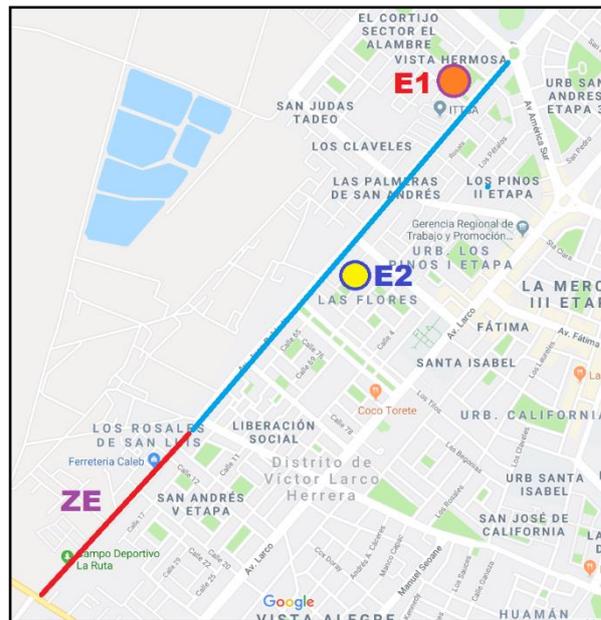
- Conteo vehicular de las estaciones localizadas en la zona de estudio (el trabajo de campo se realizó por un periodo consecutivo de 7 días de la semana incluyendo sábado y domingo).
- Los datos obtenidos determinaran el número de repeticiones de ejes equivalentes para el periodo de diseño del pavimento.
- Para la toma de datos del conteo de tránsito se seguirá un formato del Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC).

Puntos de control

- Punto de control N°1: Se ubico a la altura de la empresa de transporte Ittza en la Av. Juan Pablo II 1110 (Urb. Vista Hermosa).

- Estación de control N°2: Se ubico a la altura del Tang Hotel en la avenida Juan Pablo II Mz W3 Lt 8 (Urb. San Andrés, quinta etapa).

**Figura N° 16. Ubicación de las estaciones de control en la zona de estudio**



LEYENDA	
	Delimitación de la zona de estudio
	Vía para el estudio de trafico
	Estación de control 1
	Estación de control 2

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.5.2.3. Metodología – Trabajo de gabinete

Se obtuvieron datos y factores que se utilizaran para el diseño estructural del pavimento flexible y rígido.

#### a. Conteo vehicular

Se recolecto datos del conteo vehicular de las estaciones realizados los 7 días consecutivos durante 24 horas del día, desde el 08/07/2019 al 15/07/2019.

**Tabla N° 2. Conteo vehicular**

DÍA	MOTO	AUTO	CAMIONETAS			BUS		CAMION		
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	B2	B3-1	C2	C3	C4
DIAGRA. VEH.										
LUNES	1228	7713	1434	90	126	234	36	36	6	3
MARTES	1205	7643	1428	72	110	118	32	25	5	2
MIERCOLES	1213	7626	1433	75	116	117	38	28	6	1
JUEVES	1217	7641	1437	81	120	130	41	32	4	3
VIERNES	1231	7656	1440	86	123	141	44	30	6	3
SABADO	1237	7736	1462	112	139	172	40	38	8	4
DOMINGO	1193	7506	1417	68	105	99	35	22	4	2

*Fuente: Elaboración propia*

**b. Cálculo del IMD's**

Para el diseño estructural del pavimento, se considera el IMDs (Índice Medio Diario Semanal), este valor nos permite conocer el volumen vehicular total que transitan por días de la semana.

**Tabla N° 3. Cálculo del Índice Medio Diario Semanal**

DÍA	MOTO	AUTO	CAMIONETAS			BUS		CAMION			TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	B2	B3-1	C2	C3	C4	
DIAGRA. VEH.											
LUNES	1228	7713	1434	90	126	234	36	36	6	3	10906
MARTES	1205	7643	1428	72	110	118	32	25	5	2	10640
MIERCOLES	1213	7626	1433	75	116	117	38	28	6	1	10653
JUEVES	1217	7641	1437	81	120	130	41	32	4	3	10706
VIERNES	1231	7656	1440	86	123	141	44	30	6	3	10760
SABADO	1237	7736	1462	112	139	172	40	38	8	4	10948
DOMINGO	1193	7506	1417	68	105	99	35	22	4	2	10451
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>8524</b>	<b>53521</b>	<b>10051</b>	<b>584</b>	<b>839</b>	<b>1011</b>	<b>266</b>	<b>211</b>	<b>39</b>	<b>18</b>	<b>75064</b>
IMDs	1218	7646	1436	83	120	144	38	30	6	3	10723

*Fuente: Elaboración propia*

**c. Factor de crecimiento acumulado**

Para el diseño estructural del pavimento de la avenida Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de

Evitamiento, se ha considerado un periodo de diseño de  $n = 20$  años, según la recomendación de AASHTO, en función al tipo de carretera.

**Tabla N° 4. Periodos de diseño recomendados por la AASHTO en función al tipo de carretera**

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

*Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993*

La tasa de crecimiento promedio anual que presenta la población de Trujillo es del 1.8% según la base de datos del INEI, para el presente proyecto se consideró un valor del 2%.

**Tabla N° 5. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según las provincias.**

Provincia	Población				Tasa de crecimiento promedio anual (%)		
	1981	1993	2007	2017	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Lima	4 164 597	5 706 127	7 605 742	8 574 974	2,7	2,0	1,2
Arequipa	498 210	676 790	864 250	1 080 635	2,6	1,7	2,3
Prov. Const. del Callao	443 413	639 729	876 877	994 494	3,1	2,2	1,3
Trujillo	431 844	631 989	811 979	970 016	3,2	1,8	1,8
Chiclayo	446 008	617 881	757 452	799 675	2,8	1,4	0,5
Piura	413 688	544 907	665 991	799 321	2,3	1,4	1,8
Huancayo	321 549	437 391	466 346	545 615	2,6	0,4	1,6
Maynas	260 331	393 496	492 992	479 866	3,5	1,6	-0,3
Cusco	208 040	270 324	367 791	447 588	2,2	2,2	2,0

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Censos Nacionales de Población y viviendas*

La Guía AASHTO para el diseño estructural del pavimento, 1993, estableció valores en relación al Factor de Crecimiento Acumulado (Fca), donde se obtiene como un valor de:

$$Fca = 24.30$$

**Tabla N° 6. 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

*Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, pág. 384*

**d. Factor de distribución direccional (Fd)**

Es la relación de número de vehículos pesados que transitan en una dirección o sentido, normalmente esto corresponde a la mitad de todo el tránsito que circula en ambas direcciones, se presentan casos en que puede ser mayor el tránsito en una dirección a diferencia de la otra, estos casos se definen mediante

el conteo vehicular. Para este caso se optó por un valor de factor distribucional direccional de:

$$F_d = 0.50$$

**e. Factor de distribución carril (Fc)**

Este proyecto presenta una vía de estudio que tiene dos carriles con diferente sentido de circulación, Según AASHTO tiene como propuesta los siguientes datos para determinar el factor de distribución carril, para ello se consideró un valor de:

$$F_c = 0.80$$

**Tabla N° 7. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño**

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

*Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO 93*

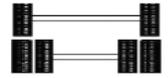
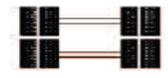
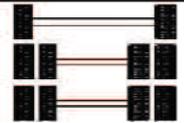
**f. Factor de Ejes Equivalentes (EE)**

Para el diseño estructural del pavimento se considera al volumen del tráfico correspondiente de los vehículos pesados que está conformado por ómnibus y camiones

que son de suma importancia. Ya que el efecto de la demanda del tránsito se mide en la unidad definida por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) que se van acumulando durante el periodo de diseño definido para el análisis.

Según AASHTO toma a los EE como el efecto de deterioro que causa sobre el pavimento por un eje simple que está compuesto por dos ruedas convencionales cargadas con 8.2 lb de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>.

**Tabla N° 8. Configuraciones de los ejes**

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

*Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993*

Para el cálculo de los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de los valores establecidos por la Guía AASHTO'93, para las

diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados y la relación con el tipo de pavimento.

**Tabla N° 9. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Flexibles**

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

*Fuente: En base a la correlación con los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO, 1993*

**Tabla N° 10. Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos**

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

*Fuente: En base a la correlación con los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO, 1993*

**g. Factor de vehículo pesado (Fvp)**

Es el número de Ejes Equivalentes promedio por cada tipo de vehículo pesado.

**Tabla N° 11. Factor vehículo pesado para pavimento flexible**

CAMION C2			CAMION C3		
Ejes	E1	E2	Ejes	E1	E2 - E3
Carga (Ton.)	7	11	Carga (Ton.)	7	18
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.27	2.80	Factor E.E	1.27	2.02
Total Factor Camion C2	4.07		Total Factor Camion C3	3.28	

CAMION C4		
Ejes	E1	E2 - E3 - E4
Carga (Ton.)	7	23
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.27	1.90
Total Factor Camion C4	3.15	

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla N° 12. Factor vehículo pesado para pavimento rígido**

CAMION C2			CAMION C3		
Ejes	E1	E2	Ejes	E1	E2 - E3
Carga (Ton.)	7	11	Carga (Ton.)	7	17
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.27	3.02	Factor E.E	1.44	2.91
Total Factor Camion C2	4.29		Total Factor Camion C3	4.35	

CAMION C4		
Ejes	E1	E2 - E3 - E4
Carga (Ton.)	6	23
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	0.68	3.78
Total Factor Camion C2	4.45	

*Fuente: Elaboración propia*

#### **h. Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp)**

Es un factor de ajuste por presión de neumáticos, con la finalidad de dar un efecto adicional de deterioro que son provocadas por la presión de los neumáticos. Por

ello se consideró para el pavimento flexible y pavimento rígido un valor de:

$$F_p = 1.00$$

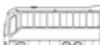
**i. Factor de Ejes Equivalentes día – carril**

Para el diseño estructural del pavimento es necesario tener los datos por día para el carril de diseño de los Ejes Equivalentes (EE) y por cada tipo de vehículo pesado. Por ello, con el análisis comparativo del pavimento flexible y rígido, se obtendrá 2 valores diferentes EE día – carril debido a que el factor vehículo pesado varia en el diseño del pavimento flexible y rígido. Para obtener los ejes equivalentes ( $EE_{\text{día-carril}}$ ) se emplea la siguiente expresión matemática:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD \times F_d \times F_c \times FVP \times F_p$$

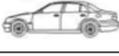
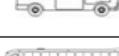
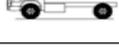
- IMD: Índice medio diario por tipo de vehículo
- $F_d$ : Factor direccional
- $F_c$ : Factor carril
- FVP: Factor vehículo pesado
- $F_p$ : Factor de presión de neumáticos

**Tabla N° 13. Ejes Equivalentes día - carril para el pavimento flexible**

ESTACIÓN			PAVIMENTO FLEXIBLE					
			IMDA	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fvp)	EE día -carril
AUTOS	MOTO		1218	0.50	0.80	0.0003	1.00	0.07
	AUTO "M1"		7489	0.50	0.80	0.0011	1.00	1.65
CAMIONETAS	PANEL "N1"		83	0.50	0.80	0.0011	1.00	0.02
	PICK UP "N2"		1436	0.50	0.80	0.0169	1.00	4.85
	RURAL COMBI "M2"		120	0.50	0.80	0.0169	1.00	0.41
BUS	B2		144	0.50	0.80	3.942	1.00	113.53
	B3-1		38	0.50	0.80	2.631	1.00	20.00
CAMION	C2		30	0.50	0.80	4.70	1.00	28.21
	C3		6	0.50	0.80	3.28	1.00	3.94
	C4		3	0.50	0.80	3.15	1.00	1.89
							<b>Nrep EE</b>	<b>174.55</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla N° 14. Ejes Equivalentes día - carril para pavimento rígido**

ESTACIÓN			PAVIMENTO RÍGIDO					EE día - carril
			IMDA	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fvp)	
AUTOS	MOTO		1218	0.50	0.80	0.0002	1.000	0.05
	AUTO "M1"		7489	0.50	0.80	0.0009	1.000	1.35
CAMIONETAS	PANEL "N1"		83	0.50	0.80	0.0009	1.000	0.01
	PICK UP "N2"		1436	0.50	0.80	0.015	1.000	4.31
	RURAL COMBI "M2"		120	0.50	0.80	0.015	1.000	0.36
BUS	B2		144	0.50	0.80	4.151	1.000	119.54
	B3-1		38	0.50	0.80	3.616	1.000	27.48
CAMION	C2		30	0.50	0.80	4.23	1.000	25.76
	C3		6	0.50	0.80	4.35	1.000	5.23
	C4		3	0.50	0.80	4.45	1.000	2.67
							<b>Nrep EE</b>	<b>186.77</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**j. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) de 8.2 tn**

Para obtener el resultado, se aplica la siguiente expresión matemática:

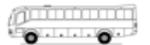
$$\mathbf{N^{\circ}rep\ EE\ 8.2Tn = \Sigma\Sigma\ EE_{día-carril} \times Fca \times 365}$$

Donde:

- $\Sigma\Sigma\ EE_{día-carril}$ : Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado.
- Fca: Factor de crecimiento acumulado (Tabla N°7)
- 365: Número de días del año.

**Tabla N° 15. Cálculo del número de Repeticiones de Ejes Equivalentes.**

Fd	0.5
Fc	0.8
Periodo de Diseño	20
Días del Año	365
Fp (Asfalto)	1
Fp (Concreto)	1

ESTACIÓN			IMDA	PAVIMENTO FLEXIBLE					PAVIMENTO RÍGIDO				
				Tasa de Crecimiento	Fca	Fvp	EE día-carril	Nrep de EE	Tasa de Crecimiento	Fca	Fvp	EE día-carril	Nrep de EE
AUTOS	MOTO		1218	2.00%	24.30	0.0003	0.07	594.10	2.00%	24.30	0.0002	0.05	486.08
	AUTO "M1"		7646	2.00%	24.30	0.0011	1.68	14917.95	2.00%	24.30	0.0009	1.38	12205.59
CAMIONETAS	PANEL "N1"		83	2.00%	24.30	0.0011	0.02	161.94	2.00%	24.30	0.0009	0.01	132.50
	PICK UP "N2"		1436	2.00%	24.30	0.0169	4.85	43045.06	2.00%	24.30	0.015	4.31	38205.67
	RURAL COMBI "M2"		120	2.00%	24.30	0.0169	0.41	3597.08	2.00%	24.30	0.015	0.36	3192.67
BUS	B2		144	2.00%	24.30	3.942	113.53	1006816.25	2.00%	24.30	4.151	119.54	1060172.23
	B3-1		38	2.00%	24.30	2.6313	20.00	177352.00	2.00%	24.30	3.616	27.48	243694.71
CAMION	C2		30	2.00%	24.30	4.07	24.42	216575.07	2.00%	24.30	4.29	25.76	228483.74
	C3		6	2.00%	24.30	3.28	3.94	34955.53	2.00%	24.30	4.35	5.23	46345.93
	C4		3	2.00%	24.30	3.15	1.89	16762.60	2.00%	24.30	4.45	2.67	23689.64
							Nrep EE	1514778				Nrep EE	1656609

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se determinó los siguientes valores para cada tipo de pavimento:

**Tabla N° 16. Número de repeticiones de EE de 8.2Tn para pavimentos flexibles**

Tramo Avenida Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento	Nrep de EE de 8.2Tn	
Ambos sentidos	1'514,778	EAL o W18

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla N° 17. Número de repeticiones de EE de 8.2Tn para pavimentos rígidos**

Tramo Avenida Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento	Nrep de EE de 8.2Tn	
Ambos sentidos	1'656,609	EAL o W18

*Fuente: Elaboración propia*

**k. Según tipo de tráfico**

Según **El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimento Urbanos, 2010**, el tramo de la avenida Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento, en relación a sus características y EAL, se considera como vía arterial menor (hasta 4'000,000 EE), debido a que el soporte de vehículos por día se encuentra en el rango de 4,000 a 15,000 veh/día, por lo que también están sometidas a la fatiga de cargas de tipo de vehículos pesados.

**Tabla N° 18. Clase de vía expresado en EAL de diseño**

Clase de Vía	EAL <sup>a</sup> (millones)	Nivel de Confiab. <sup>b</sup> (%)	Factor de Confiabil.(F <sub>R</sub> )	EAL de diseño <sup>a</sup> (millones)
Expresas	7,5	90	3,8	28,4
Arteriales	2,8	85	2,9	8,3
Colectoras	1,3	80	2,4	3,0
Locales	0,43	75	2,0	0,84

*Fuente: Reglamento Nacional Edificaciones Norma CE.010 Pavimento Urbanos, 2010, pág. 72*

### **3.5.3. Estudio de mecánica de suelos**

#### **3.5.3.1. Exploración de campo**

Para el presente proyecto se realizó el estudio de Mecánica de Suelos de la zona, con la finalidad de determinar las características físicas, mecánicas y químicas existentes en el suelo mediante la excavación de calicatas de 2.00 m de profundidad y la extracción de muestras que fueron llevadas al laboratorio para ser ensayadas, y a partir de ella determinar los parámetros para el Diseño estructural de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento utilizando geosintéticos en el Distrito Víctor Larco Herrera – Trujillo – La Libertad.

Según el manual de carreteras del ministerio de transporte y comunicaciones, para este tipo de carreteras se realiza una calicata cada 300 m, posteriormente se hizo la exploración de campo y se decidió la ejecución de 3 calicatas de hasta 2.00 m de profundidad con respecto a la superficie del terreno para conocer la variación de sus propiedades físico-mecánicas.

A continuación, se dará a conocer de que está conformado el subsuelo de cada una de las calicatas:

**a. Calicata C-1 (Mz 1 Lt 1 Los Rosales de San Luis - Distrito Víctor Larco Herrera)**

En la presente calicata se llegó hasta la profundidad de 2.00 m respecto al nivel superficial del terreno. En el primer estrato de 0.20 m de espesor, se identificaron la presencia de material orgánico y material contaminado como arena y desperdicios en estado suelto, el color predominante de la superficie del terreno es de un color beige claro en estado seco.

Posteriormente se aprecia un estrato que está conformado por arenas, gravas, pocos finos y poca presencia de arcilla. El suelo se encuentra en estado flojo a medianamente compacto, presenta bajo contenido de humedad, el color beige es predominante en este estrato. Con clasificación SUCS: SP (ARENAS MAL GRADUADAS) y clasificación AASHTO: A-3 (0), el suelo no es plástico.

**b. Calicata C-2 (Mz I prima Lt 4, 5ta etapa Los Rosales de San Luis, Distrito Víctor Larco Herrera)**

En la presente calicata se llegó hasta la profundidad de 2.00 m respecto al nivel superficial del terreno. En el primer estrato de 0.20 m de espesor se identificaron la presencia de material orgánico y material contaminado como arena y piedras en estado suelto, el color predominante de la superficie del terreno es beige claro en estado seco.

Posteriormente el siguiente estrato está conformado por arena, pocos finos y se identificó una baja presencia de arcilla. Con clasificación SUCS: SP (ARENAS MAL GRADUADAS) y clasificación AASHTO: A-3 (0). El suelo no es plástico, se encuentra

en un estado medianamente compacto, con una presencia relativa de humedad, este estrato presenta un color beige.

**c. Calicata C-3 (Av. Juan Pablo II S/N Vía de Evitamiento, Distrito Víctor Larco Herrera)**

En la presenta calicata se llegó hasta la profundidad de 2.00 m respecto al nivel superficial del terreno. En el primer estrato de 0.20 de espesor se identificaron la presencia de material orgánico y material contaminado como arena, desperdicios de materiales de construcción y piedras en estado suelto, el color predominante de la superficie del terreno es beige claro en estado seco.

Posteriormente el siguiente estrato está conformado por arena, y no se identificó la presencia de arcilla. Con clasificación SUCS: SP (ARENAS MAL GRADUADAS) y clasificación ASSHTO: A-3 (0). El suelo no es plástico, se encuentra en un estado medianamente compacto, con una presencia de alto contenido de humedad, ya que se llegó al nivel freático a una profundidad de 2.50 m, este estrato presenta un color beige.

**Tabla N° 19. Exploración de campo**

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN
C - 1	M - 1	2.00 m	Mz 1 Lt 1 Los Rosales de San Luis - Distrito Víctor Larco Herrera
C - 2	M - 2	2.00 m	Mz I prima Lt 4, 5ta etapa Los Rosales de San Luis, Distrito Víctor Larco Herrera
C - 3	M - 3	2.00 m	Av. Juan Pablo II S/N Vía de Evitamiento, Distrito Víctor Larco Herrera

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.5.3.2. Perfil estratigráfico

Se realizó con los resultados de la excavación de las calicatas que se hicieron en la zona de estudio, mediante lo cual se pudo reconstruir la estratigrafía del subsuelo en relación a la profundidad.

**Tabla N° 20. Perfil estratigráfico**

N° CALICATA	N° MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		
			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SUCS	AASHTO
C - 1	M - 1	2.00	Arena uniforme	SP	A-3 (0)
C - 2	M - 2	2.00	Arena uniforme	SP	A-3 (0)
C - 3	M - 3	2.00	Arena uniforme	SP	A-3 (0)

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.5.3.3. Ensayos de laboratorio

Las muestras seleccionadas se llevaron al laboratorio para determinar adecuadamente la clasificación de suelos, y a su vez verificar la resistencia y capacidad, para tener un control en la construcción y asegurar que durante el proceso constructivo el suelo se comporte adecuadamente. Para esto se llevó a cabo los siguientes ensayos:

- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- Gravedad específica de los sólidos ASTM D-854
- Proctor Modificado ASTM D-1557
- CBR (California Bearing Ratio) ASTM D-1883

Los ensayos de laboratorio se realizaron de acuerdo a las normas ASTM respectivas.

#### a. Contenido de humedad ASTM D-2216

Determinamos el porcentaje del peso de agua que posee las partículas sólidas del suelo en el cual

comparamos el peso del agua ( $W_w$ ) con respecto al peso seco del suelo ( $W_s$ ), y se puede representar expresando la siguiente formula:

$$\%W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

- %W: % humedad
- $W_w$ : peso de agua
- $W_s$ : Peso seco

Procedimiento:

- Se extrae en un recipiente una cantidad considerable a ensayar de toda la muestra recepcionada. Pesamos recipiente y la muestra extraída ( $W_w$ ).
- Colocamos al horno el recipiente con la muestra extraída a una temperatura de 80 °C y lo dejamos hasta el siguiente día.
- Luego retiramos el recipiente y volvemos a pesar, a esto se considera peso del recipiente más peso seco de la muestra ( $W_s$ ).

Luego colocamos los datos obtenidos en la formula mencionada anteriormente.

**Tabla N° 21. Resumen de resultados de contenido de humedad**

N° CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C - 1	2.70
C - 2	2.29
C - 3	3.80

*Fuente: Elaboración propia*

### **b. Análisis granulométrico por tamizado**

Llamado también análisis mecánico y consiste en la clasificación de los porcentajes de piedra, arena, grava, limos, arcilla que presenta una cantidad considerable de suelo.

Procedimiento:

- Se extrae en un recipiente una cantidad representativa a ensayar de toda la muestra extraída.
- Se realiza el cuarteo de la muestra.
- Se hace el lavado de la muestra escogida, con la finalidad de separar los finos de otros elementos que tiene consigo la muestra, se repite el procedimiento cuantas veces se crea necesario.
- Secamos la muestra a utilizar en el horno, a una determinada temperatura.
- Retiramos del horno y procedemos a pesar en este caso la muestra escogida.
- Colocamos en orden cada tamiz, para realizar el análisis granulométrico.
- Luego pesamos la muestra retenida de cada tamiz y procedemos con la clasificación según SUCS y AASHTO.

**Tabla N° 22. Resumen de resultados de análisis granulométricos**

<b>N° CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>% GRAVA</b>	<b>% ARENA</b>	<b>% FINO</b>
C - 1	M - 1	0.00	98.07	1.93
C - 2	M - 2	0.00	98.35	1.65
C - 3	M - 3	0.00	97.33	2.67

*Fuente: Elaboración propia*

### c. Gravedad específica de sólidos

Consiste en determinar la gravedad específica de los sólidos de una muestra de suelo que está dada por la relación que existe entre peso de los sólidos del suelo y el peso del agua, la relación se puede expresar con la siguiente fórmula:

$$G_s = \frac{\text{Peso específico de los sólidos del suelo}}{\text{Peso unitario del agua}}$$

Procedimiento:

- Extraemos una cantidad considerable de toda la muestra con humedad natural, para luego pasarlo por el tamiz N°4.
- Pesamos 120 g de la muestra que paso por el tamiz N°4 para cada ensayo de gravedad específica (realizamos 2 ensayos por cada calicata).
- Tomamos datos del peso de la fiola de 500 ml vacía y pesamos la fiola con agua hasta el menisco.

**Tabla N° 23. Capacidad del picnómetro en relación a la cantidad aproximada requerida de muestra**

Capacidad del picnómetro (cm <sup>3</sup> )	Cantidad requerida aproximadamente (g)
100	25 – 35
250	55 – 65
500	120 – 130

*Fuente: Primer taller de mecánica de suelos – marzo 2006 – UNI*

- Luego colocamos con mucho cuidado la muestra extraída dentro de la fiola para pesarlo en la balanza.
- Llenamos la fiola con agua destilada hasta un determinado nivel, para colocarlo sobre la rejilla y el

mechero, con el guante cada cierto tiempo movemos de manera circular la fiola con la finalidad de sacar el aire y dejamos hasta que llegue a su punto de ebullición.

- Luego llenamos la fiola con agua destilada hasta el menisco, y dejamos reposar hasta el siguiente día.

Al siguiente día observaremos que el nivel del agua con la muestra dentro de la fiola ha bajado, entonces procederemos con llenar nuevamente hasta el menisco para finalmente tomar datos de la temperatura y realizar el análisis.

**Tabla N° 24. Resumen de resultados de Gravedad específica de sólidos**

N° CALICATA	MUESTRA	GRAVEDAD ESPECÍFICA
C - 1	M - 1	2.63
C - 2	M - 2	2.73
C - 3	M - 3	2.66

*Fuente: Elaboración propia*

#### **d. Proctor modificado**

La compactación de suelos es uno de los más utilizados para mejorar las propiedades físicas-mecánicas, ya que tiene beneficios importantes como el incremento de resistencia al corte, disminución de permeabilidad y reducción de la compresibilidad, para ello es necesario conocer sus características de compactación con ensayos de Proctor estándar o modificado, para este proyecto se utilizó el ensayo de Proctor modificado.

Así mismo se determina la densidad seca máxima que tiene el suelo y la humedad óptima necesaria para alcanzar esta densidad.

**Tabla N° 25. Resumen de resultados de Proctor  
Modificado**

N° CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
		DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA (%)
C - 1	M - 1	1.76	11.00
C - 2	M - 2	1.74	11.30
C - 3	M - 3	1.78	10.80

*Fuente: Elaboración propia*

**e. CBR (California Bearing Ratio)**

El ensayo tiene como objetivo determinar el índice de resistencia al esfuerzo cortante del suelo, también llamado índice de C.B.R, este ensayo es muy importante ya que el resultado obtenido en curvas experimentales definirá el espesor del pavimento a utilizar.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo las condiciones de humedad y densidades controladas. Realizado el ensayo tenemos como resultado el porcentaje de soporte o también llamado el índice de resistencia (C.B.R.) que se utilizara para evaluar la capacidad de soporte del suelo de la subrasante y de cada una de las capas de la estructura (base, sub-base y afirmado).

Se puede expresar la relación de soporte con la siguiente fórmula matemática:

$$C.B.R. = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en muestra patrón}} \times 100$$

**Tabla N° 26. Resumen de resultados del C.B.R.**

N° CALICATA	MUESTRA	CBR (%)
C - 1	M - 1	8.00
C - 2	M - 2	7.50
C - 3	M - 3	8.50

*Fuente: Elaboración propia*

Para definir el C.B.R. de diseño de la subrasante, se consideró promediar los valores resultantes por ser similares, obteniendo un valor de:

**C.B.R. = 8.00%**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, clasifica al valor obtenido del C.B.R. = 8.00% como una subrasante buena, ya que al estar en estado húmedo mejora su retención de su capacidad de soportar cargas. Sus propiedades típicas están comprendidas por: 80 Mpa (12,000 psi) < Módulo Resiliente < 170 Mpa (25,000 psi); 8% < CBR < 17%.

#### **3.5.3.4. Clasificación de suelos**

Este sistema de clasificación divide a los suelos en grupos con comportamientos similares, se puede aplicar a una mayoría de materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo de dos letras. Para obtener la clasificación es necesario realizar una granulometría por tamizado u otros.

##### **a. Sistema de clasificación AASHTO**

Es el sistema de clasificación preliminar para la construcción de carreteras, basándose según su

composición granulométrica, límite líquido y en el índice de grupo este sistema divide a los suelos en 7 grupos.

- Los grupos se representan desde A-1 hasta el A-7, siendo el mejor suelo para la subrasante el A-1, luego sigue A-2 hasta el A-7 siendo este último el suelo de peor calidad.
- El sistema de clasificación AASHTO se divide en dos clases: Materiales granulares y materiales finos (limosos – arcillosos).
- Determinamos que es un material fino cuando pasa más del 35% por el tamiz N°200 (abertura 0.075 mm). Este material pertenece a los grupos: A-4, A-5, A-6 y A-7.
- Determinamos que son materiales granulares cuando 35% o menos pasa por el tamiz N°200. Estos materiales pertenecen a los grupos: A-1, A-2 y A-3, para esta clasificación se define el índice de grupo.
- Los suelos con características similares se encuentran incluidos en el mismo grupo, así mismo están representadas por un mismo índice. Si el índice es menor es más favorable y si es mayor es más desfavorable el suelo respecto a la estabilidad.
- Para la clasificación del suelo se debe tener en cuenta los siguientes parámetros basados en el porcentaje de material fino que pasa por el tamiz N°200, límite líquido y grado de plasticidad.

También se puede clasificar los suelos teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- El índice de grupo para los suelos granulares comprende entre 0 y 4.

- El índice de grupo para los suelos finos comprende entre 8 y 12.
- El índice de grupo para los suelos arcillosos comprende entre 11 y 20.

Se puede expresar la siguiente fórmula para calcular el índice de grupo:

$$\mathbf{IG = 0.2a + 0.005ac + 0.001bd}$$

Donde:

- a: Es el porcentaje que pasa por el tamiz N°200 que está comprendido entre 35% como mínimo y 75% como máximo. Este dato se representa en números enteros y varia de 0 a 40.
- b: Es el porcentaje que pasa por el tamiz N°200 que está comprendido entre 15% como mínimo y 55% como máximo. Este dato únicamente se representa en número entero y varia de 0 a 40.
- c: Es la resultante del límite líquido que está comprendido entre 40% como mínimo y 60% como máximo. Este dato se representa en un numero entero y varia de 0 a 20.
- d: Es la resultante del límite plástico que está comprendido entre el 10% como mínimo y 30% como máximo. Este dato se debe representar en un numero entero y varia de 0 a 20.

En conclusión, el índice de grupo se representa únicamente en número enteros. En algunos casos el valor es negativo por lo cual se debe considerar como cero (0).

**Tabla N° 27. Clasificación de la subrasante en relación a la condición y el índice de grupo (IG)**

CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA SUBRASANTE	
CONDICIÓN	IG
Excelente	0 – 1
Bueno	1 – 2
Regular	2 – 4
Malo	4 – 9
Muy malo	> 9

*Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993*

**b. Índice de plasticidad (IP) (AASHTO T90 – ASTM D4318)**

Es la relación de la diferencia entre límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

**Tabla N° 28. Índice de plasticidad**

TIPO DE SUELOS	PLASTICIDAD	COHESIVIDAD	IP
Arena	No plástico	No cohesivo	0
limo	Baja plasticidad	Parcialmente cohesivo	0 - 7
Arcilla – limoso	Plasticidad media	Cohesivo	7 – 17
Arcilla	Altamente plástico	Cohesivo	> 17

*Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993*

**c. Sistema de clasificación SUCS**

Según el método de clasificación SUCS los suelos se dividen en 3 amplias categorías: “Suelos grueso que en su naturaleza está compuesto por arena (S) y grava (G) que se determina cuando < 50% pasa por el tamiz N°200 y los suelos finos se determina cuando ≥ 50% pasa por el tamiz N°200., finalmente tenemos a los suelos

altamente orgánicos (suelos – turbas), estos suelos se reconocen fácilmente.

El sistema de clasificación SUCS representa a las categorías de suelos con diferentes nomenclaturas:

- Para los suelos gruesos o granulares las siglas son: S (arena), G (grava), W (bien graduado) y P (mal graduado).
- Para suelos finos las siglas son: M (limo), C (arcilla), H (alta compresibilidad) y L (baja compresibilidad).
- Para suelo orgánicos la sigla es: O (orgánicos) o Pt (turbas).

Para determinar si la arena (S) o la grava (G) está limpia, sucia o intermedia, se puede verificar de la siguiente manera:

- Se considera bien graduados (W) y limpia cuando el porcentaje (%) que pasa por el tamiz N°200 es  $< 5\%$ . Para definir si está bien graduada (W) el coeficiente de conformidad debe ser  $C_u > 4$ .
- Se considera pobremente graduados (P) y limpia cuando le porcentaje que pasa por el tamiz N°200 es  $< 5\%$  con granulometría discontinua, para grava (G) el coeficiente de conformidad debe ser  $C_u < 4$  y para arena 6).
- Se considera bien graduados (C) y sucia cuando el porcentaje (%) que pasa por el tamiz N°200 es  $> 12\%$ . Se puede verificar si son suelos finos arcillosos o plásticos cuando el límite líquido (lw) es  $> 7$  y se encuentra sobre la línea A en la carta de plasticidad.
- Se considera pobremente graduados (P) y sucios cuando el porcentaje que pasa por el tamiz N°200  $> 12\%$ . Se puede verificar si son suelos finos limosos o no plásticos cuando el límite líquido (lw)  $< 4$  y se

encuentra debajo de la línea A en la carta de plasticidad.

- Para determinar si la arena (S) o grava (G) es intermedia (sucia – limpia), el porcentaje que pasa por el tamiz N°200 debe comprender entre el 5% y el 12%.

Entonces, para definir si el suelo está bien graduado (W) o pobremente graduado (P) se utiliza el coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de curvatura (Cc). Tenemos los siguientes parámetros:

- Para las gravas (G) bien graduados (W) si  $Cu > 4$  y el coeficiente de curvatura comprende  $1 < Cc < 3$ . Pobremente graduadas (P) si incumple estos parámetros.
- Para las arenas (S) bien graduados (W) si  $Cu > 6$  y el coeficiente de curvatura comprende  $1 < Cc < 3$ . Pobremente graduadas si incumplen estos parámetros.

Estos tipos de suelos se pueden clasificar con nomenclaturas según su composición como: GW y SP. Para los suelos que presentan límites (plasticidad) se representan con nomenclaturas dobles como: GW – CP.

Si el suelo es fino se categorizan entre grupos: Limo orgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos – arcillas orgánicas (O). Cada uno se diferencia de los que tienen límite líquido  $LL < 50\%$  baja compresibilidad (L) o  $LL > 50\%$  alta compresibilidad (H). De tal manera se determinará directamente la clasificación por medio de la carta de plasticidad, conociendo su límite líquido (LL) y el índice de plasticidad (IP), así mismo se determinará si el suelo es orgánico (O) o inorgánico (M ó C). (Quezada, 2016)

Ubicándonos en la carta de plasticidad:

- Para los suelos CH y CI se encuentran situados sobre la línea A.
- Para los suelos OL, MH y OH se encuentran situados debajo de la línea A.
- Para los suelos ML que se caracteriza por pocas arenas finas arcillosas se encuentran situadas de bajo de la línea A.

#### **3.5.4. Estudio de topografía**

Este estudio se realizó con la finalidad de obtener el levantamiento topográfico de la vía de estudio de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento de la ciudad de Trujillo.

##### **3.5.4.1. Trabajo de campo**

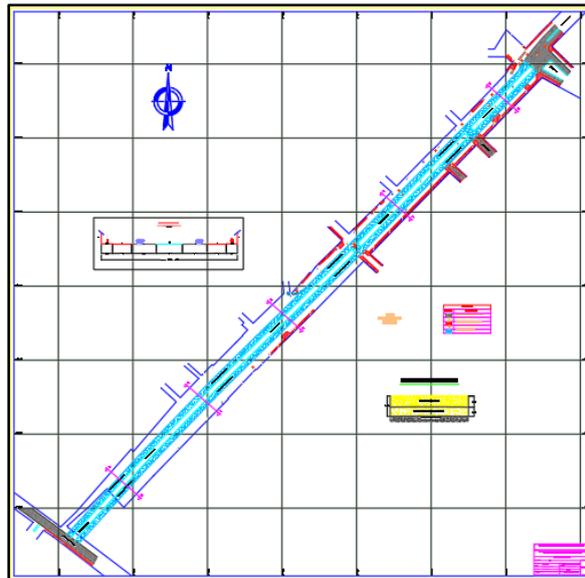
Se realizó el recorrido de toda la zona de estudio para dar la mejor ubicación al teodolito, con la finalidad de obtener todas los puntos y cotas, que después de procesar los datos nos permitirá producir toda el área de estudio.

##### **3.5.4.2. Trabajo de gabinete**

Recolectada toda la información del área de estudio mediante el teodolito, se trasladó todos estos datos a la estación de trabajo (laptop) para ser procesada y trabajada a través del programa Civil 3D.

A través de este software se podrá obtener la rasante con la finalidad de comprobar los niveles y desniveles del terreno, puntos y cotas importantes a considerar para este proyecto.

**Figura N° 17. Área a pavimentar**



*Fuente: Elaboración propia*

#### **IV. PRESENTACION DE RESULTADOS**

##### **4.1. Propuesta de investigación**

Considerando que uno de los objetivos específicos es analizar la situación actual del tramo de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento, se observó que la vía se encuentra sin pavimentar, como se puede apreciar en la siguiente figura:

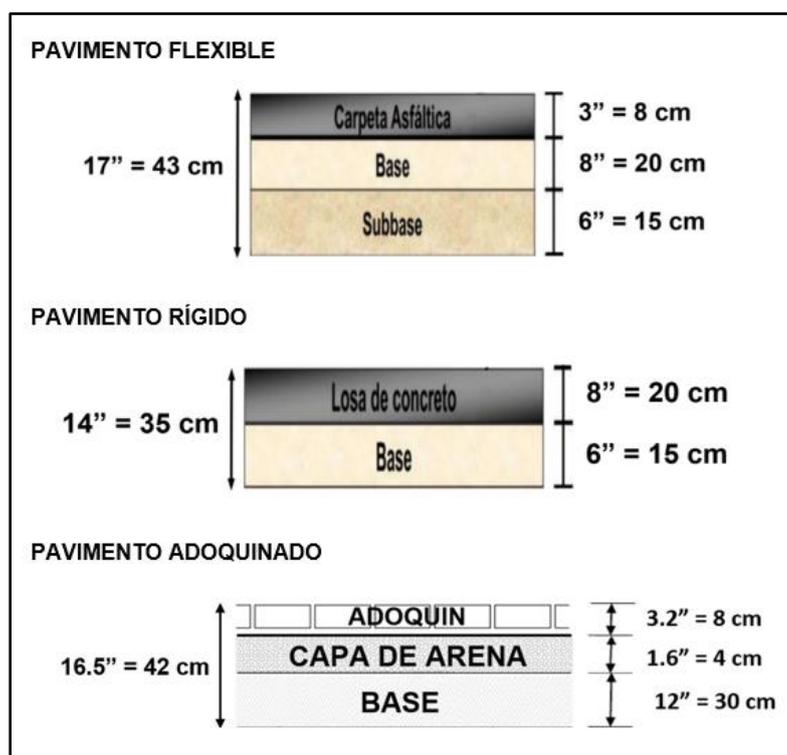
**Figura N° 18. Situación actual de la zona de estudio**



*Fuente: Elaboración propia*

Descrito anteriormente el problema presente, se estableció alternativas de solución con la finalidad de realizar un análisis técnico y económico del diseño estructural del pavimento flexible, pavimento rígido y pavimento adoquinado para el tramo de estudio. Por ello determinamos los siguientes diseños estructurales:

**Figura N° 19. Espesores del pavimento flexible, pavimento rígido y pavimento adoquinado**



*Fuente: Elaboración propia*

## 4.2. Análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Diseño del pavimento flexible, según metodología AASHTO 93

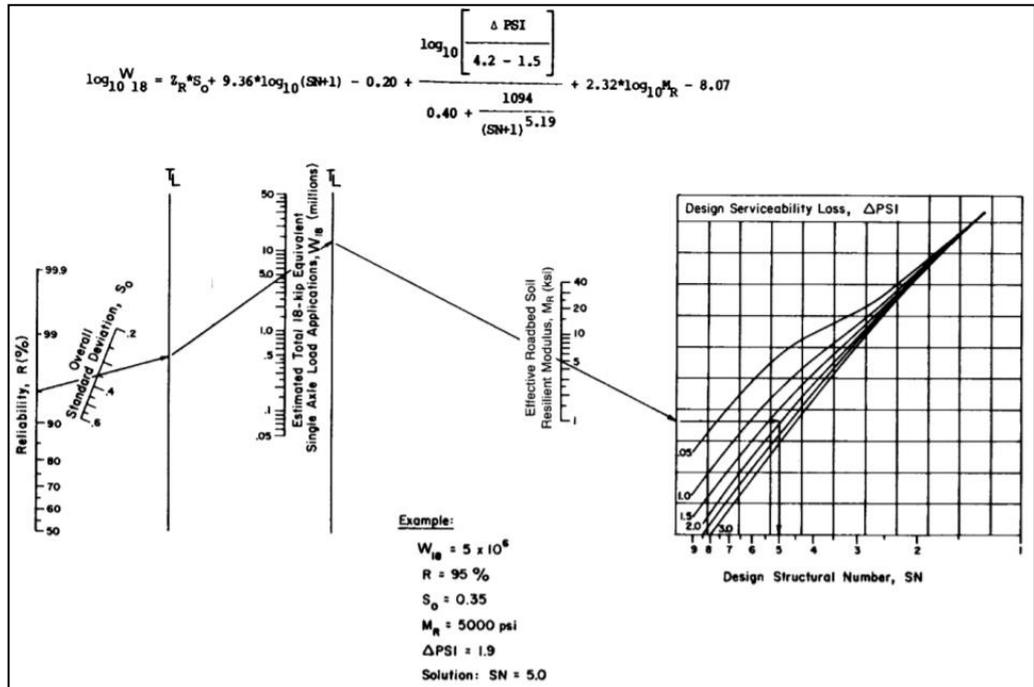
Una vez obtenido los valores del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn y del C.B.R. de la zona de estudio, se procederá a realizar el diseño estructural del pavimento flexible siguiendo las recomendaciones de la metodología AASHTO 93.

**W18 = 1'514,778**

**C.B.R. = 8.00%**

La metodología AASHTO 93 estableció una expresión analítica, dada su complejidad proporciona el uso de nomogramas para resultados prácticos.

**Figura N° 20. Nomograma para pavimento flexible**



Fuente: *Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento*, 1993, pag. 122

La siguiente expresión analítica es muy útil respecto a los resultados computarizados o programados.

**Figura N° 21. Ecuación de diseño para pavimentos flexibles**

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

Fuente: *Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento*, 1993, pag. 25

Según la ecuación del diseño estructural del pavimento flexible se debe considerar los siguientes parámetros:

#### 4.2.1.1. Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn (W18)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la zona de estudio, se determinó un valor de:

$$W18 = 1'514,778$$

#### 4.2.1.2. Nivel de confiabilidad (%R)

Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento flexible y su comportamiento. Se debe tomar en cuenta las solicitudes adicionales que se presentan y pueden acortar la vida útil proyectada del pavimento como, por ejemplo: crecimiento del tráfico pesado mayor a lo previsto, factores climáticos, calidad de construcción y otros factores.

Frente a estas circunstancias para un mayor nivel de confiabilidad se aumentará el espesor en el diseño estructural del pavimento.

**Tabla N° 29. Niveles sugeridos de confiabilidad para varias clasificaciones funcionales**

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestelares y otras autopistas	80 – 99.9	80 – 99.9
Arteriales Principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 - 80

*Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño Estructural del Pavimento, pag.99*

El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, estableció los siguientes valores, por lo que consideramos un valor de confiabilidad de:

$$R = 85\%$$

**Tabla N° 30. Nivel de confiabilidad establecida por la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos**

<b>Clase de Vía</b>	<b>Nivel de confiabilidad (%)</b>	<b>EALs de diseño (millones)</b>
Expresas	90	28.4
Arteriales	85	8.3
Colectoras	80	3.0
Locales	75	0.84

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, pag. 72*

#### **4.2.1.3. Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)**

Este representa el valor de confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en distribución normal.

Según la Guía AASHTO 1993, estimamos un valor más exacto en relación al nivel de confiabilidad por lo cual tomaremos el siguiente valor:

$$Zr = -1.037$$

**Tabla N° 31. Valores estándar de desviación normal ( $Z_R$ )  
correspondientes a niveles seleccionados de  
confiabilidad**

<b>Confiabilidad R (%)</b>	<b>Desviación Normal Estándar <math>Z_R</math></b>
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

*Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño Estructural del  
Pavimento, pag.84*

**4.2.1.4. Desviación estándar ( $S_o$ )**

Es el valor que toma en cuenta la variabilidad de la predicción del tránsito y otros factores que afectan el comportamiento del pavimento. La guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles valores de  $S_o$  comprendidos entre 0.40 y 0.50. Lo más recomendable para esta etapa es el valor de:

**$S_o = 0.45$**

**4.2.1.5. Índice de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Estos valores comprenden de 0 a 5. El valor 0 refleja una peor comodidad todo lo contrario al valor 5 que refleja la mejor

comodidad teórica. Se debe tomar en cuenta que el PSI decrece cuando también la condición de la vía decrece.

Es el resultado de la diferencia de la Serviciabilidad Inicial y Terminal durante su periodo de diseño, como lo indica la siguiente expresión matemática:

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

$\rho_o$  = Índice de serviciabilidad inicial = 4.20

$\rho_t$  = Índice serviciabilidad final = 2.50

$$\Delta PSI = 1.70$$

**a. Índice de serviciabilidad inicial ( $\rho_o$ )**

Es la condición original del pavimento que se obtendrá como resultante luego de su diseño y calidad de construcción.

Se estableció valores del índice de serviciabilidad inicial deseable para pavimentos flexibles, según El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

$$\rho_o = 4.2$$

**b. Índice serviciabilidad final ( $\rho_t$ )**

Es el índice más bajo que el pavimento alcanzado y necesita rehabilitación o reconstrucción.

$$\rho_t = 2.50$$

**Tabla N° 32. Índice de serviciabilidad final (pt)**

$\rho_t$	Tipo de Vía
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

Fuente: *Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, pag. 42*

#### 4.2.1.6. Módulo de resiliencia ( $M_R$ )

Esta es una medida de la rigidez de la subrasante que está en función del CBR en este caso el promedio de los resultados obtenidos es igual a C.B.R.= 8.00% este valor pertenece a la categoría S3 (Sub rasante buena).

Se estableció la siguiente expresión matemática para el cálculo del Módulo de Resiliencia, brindado por El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

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

Reemplazando:

$$M_R (\text{psi}) = 1500 \times 8.00$$

$$M_R (\text{psi}) = 12,000$$

#### 4.2.1.7. Cálculo del número estructural (SN)

##### a. Forma analítica

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

Datos:

Despejando:

$$6.18034 = - 0.46665 + 5.41491 + - 0.16169 + 1.39370$$

$$6.18034 = 6.18027$$

<b>W18</b>	=	1'514,778
<b>Z<sub>R</sub></b>	=	- 1.037
<b>SO</b>	=	0.45
<b>ΔPSI</b>	=	1.7
<b>M<sub>R</sub></b>	=	12,000.00
<b>R</b>	=	85%

Entonces:

$$\text{SN} = 2.98$$

### b. Programa ecuación AASHTO 93

Figura N° 22. Programa de Ecuación AASHTO 93

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
85 % Zr=-1.037 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 12000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)  
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 1514777.58**  
 Calcular W18

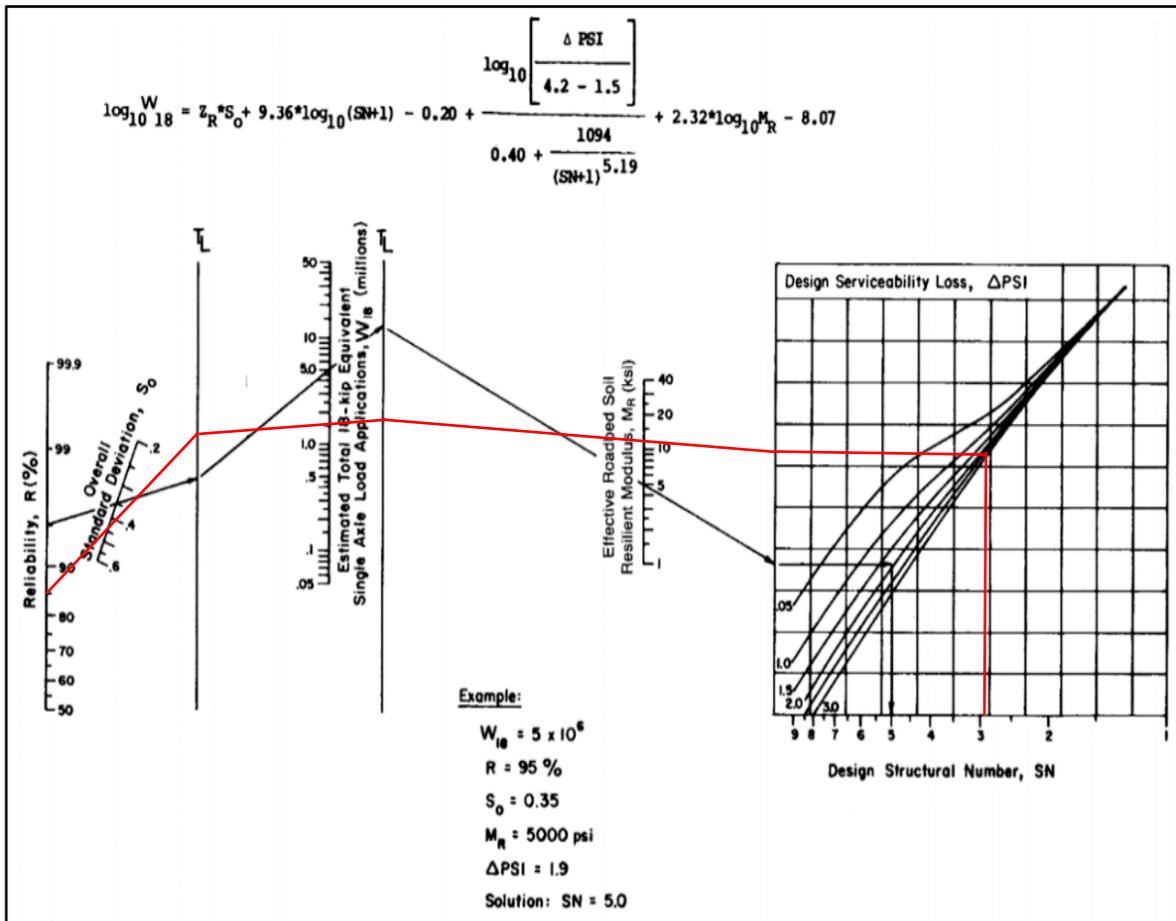
Número Estructural  
**SN = 2.99**

Calcular Salir

Fuente: Elaboración propia

c. Aplicando nomograma

Figura N° 23. Nomograma para pavimento flexible



Fuente: Elaboración propia

**SN = 2.9**

Para el presente proyecto de diseño estructural del pavimento se considerará el número estructural (SN) método analítico, ya que se consideró como el valor más exacto, por lo tanto, el valor es:

**SN = 2.98**

#### 4.2.1.8. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

Son los números que representan la resistencia y soporte en relación a los materiales de construcción que conformaran parte del pavimento. Los valores promedios establecidos por AASHTO son:

**Figura N° 24. Coeficiente estructural de las capas del pavimento**

Mezcla asfáltica densa en caliente:	0.44
Base granular:	0.14
Sub-base granular:	0.11

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimento Urbanos, 2010, pag. 34*

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, en base al C.B.R. y en relación con el tipo de vía, se calcularon y estableció los coeficientes estructurales en base al soporte.

**CBR Base = 100%**

**Tabla N° 33. Valor relativo de soporte, CBR**

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimento Urbanos, 2010*

Para la sub base granular del pavimento flexible se establece un C.B.R. de:

**CBR Sub base = 40%**

**El ítem 2.3.5 Layer coefficients**, de la Guía de Diseño AASHTO 1993, establece los coeficientes estructurales para cada una de las capas que deben ser considerados en el cálculo del número estructural para el diseño, como valores tenemos los siguientes:

$a_1 = 0.41 = 0.161/\text{cm}$  (Para carpeta asfáltica en caliente)  
 $a_2 = 0.14 = 0.055/\text{cm}$  (Para agregados de CBR  $\geq 100\%$ )  
 $a_3 = 0.12 = 0.047/\text{cm}$  (Para agregados de CBR  $\geq 40\%$ )

**4.2.1.9. Coeficiente de drenaje**

Es la relación del comportamiento de los materiales frente a los efectos de exposición a la humedad y saturación en el que el agua drena.

Presente a la condición de la zona, se ha estimado una exposición a la humedad que está comprendida entre el 5% y 25%, según este porcentaje, AASHTO lo considera como un drenaje regular, por lo tanto, el coeficiente de drenaje es:

**$m_2 = m_3 = 1.00$**

**Tabla N° 34. Valores  $m_i$  para pavimentos flexibles, según AASHTO**

Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libre el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	Nunca	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE. 010 pavimentos Urbanos, 2010, pag 40*

#### 4.2.1.10. Cálculo de los espesores del pavimento

Es la ecuación que relaciona el numero estructural y el periodo de diseño (20 años) para poder obtener los espesores del pavimento.

**Figura N° 25. Ecuación que relaciona los coeficientes con sus respectivos números estructurales**

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

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

*Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño Estructural del Pavimento, pag. 26*

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, establece un espesor de mínimo de 70 mm para la capa de rodadura con asfalto caliente.

**Tabla N° 35. Requisitos mínimos para el espesor de capa de rodadura**

Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquinado
Elemento				
Sub - rasante		95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub - base		CBR ≥ 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% Compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado	No Aplicable	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5mm	No Aplicable	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de Rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		No Recomendable
	Vías Expresas	≥ 80 mm		No Recomendable
Material	Vías locales	Concreto asfáltico	Mr ≥ 3.4 Mpa (34 kg/cm <sup>2</sup> )	F'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm <sup>2</sup> )
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías Expresas			

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, pag. 30*

Luego de haber recolectado los datos, se emplearán en la fórmula de la Figura N° 14 anteriormente mencionada:

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

Reemplazando:

$$2.98 = 0.161 \cdot 7 + 0.055 \cdot 20 \cdot 1.00 + 0.047 \cdot 15 \cdot 1.00$$

$$2.98 = 3.09$$

Entonces:

$$D_1 = 8 \text{ cm}$$

$$D_2 = 20 \text{ cm}$$

$$D_3 = 15 \text{ cm}$$

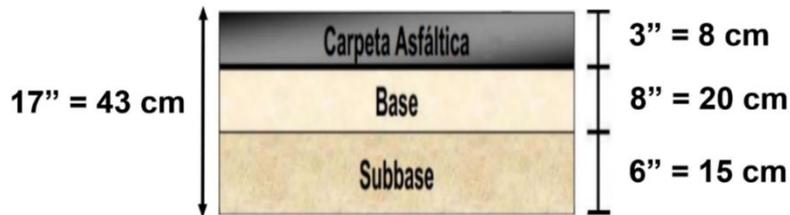
Obteniendo de tal manera los valores más adecuados teniendo como referencia la economía.

**Tabla N° 36. Cálculo de espesores SN requerido vs SN resultante**

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
1	2.98	2.93	7	20	15
2	2.98	3.17	7	20	20
3	2.98	3.09	8	20	15
4	2.98	2.86	8	20	10

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 26. Sección transversal del Pavimento Flexible**

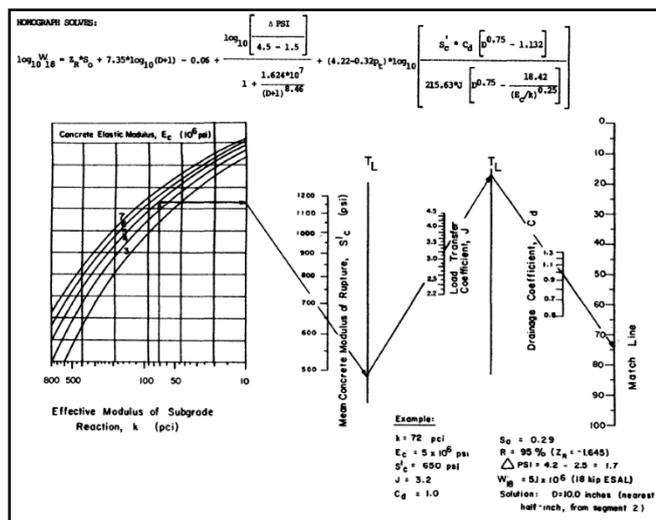


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2. Diseño del pavimento rígido, según metodología AASHTO 93

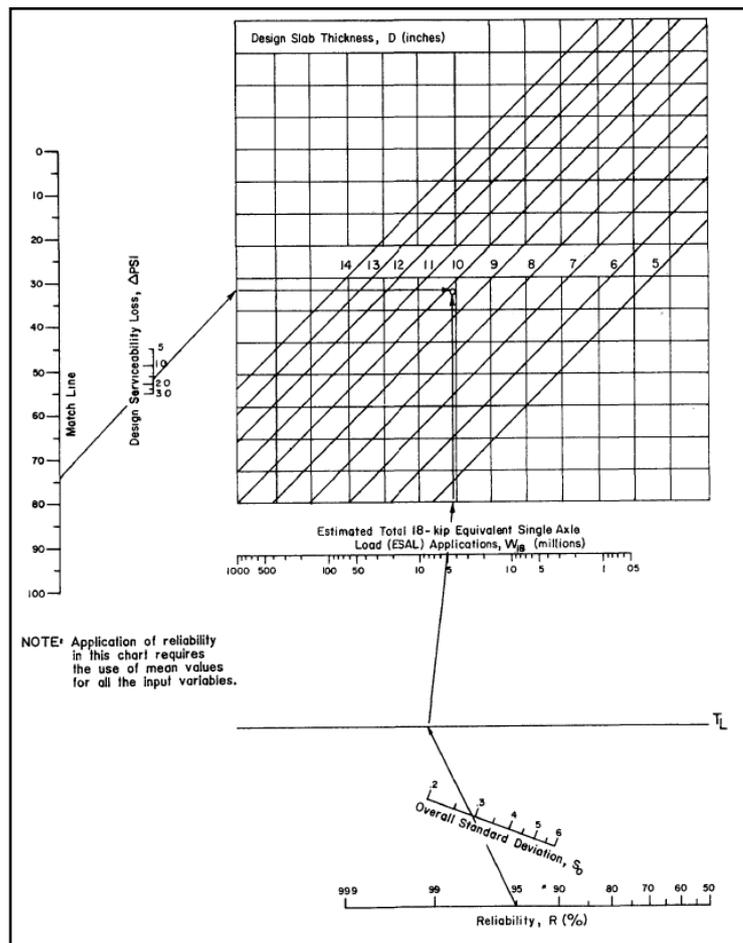
La metodología AASHTO 93 establece un método más práctico que facilita el diseño estructural del pavimento rígido.

**Figura N° 27. Nomograma para Pavimento Rígido**



Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, pag. 135

**Figura N° 28. Continuación del nomograma para Pavimento Rígido**



*Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, pag. 136*

La expresión analítica es un proceso iterativo ya que se va asumiendo espesores en la losa de concreto hasta que la ecuación llegue al equilibrio.

**Figura N° 29. Ecuación de diseño de Pavimento Rígido**

$$\log_{10}W_{18} = Z_R * S_o + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left[ \frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

*Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, pag. 26*

**4.2.2.1. Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn (W18)**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la zona de estudio, se determinó un valor de:

$$W18 = 1'656,609$$

**4.2.2.2. Nivel de confiabilidad (%R) y desviación estándar normal (Zr)**

Del pavimento flexible se han considerado los datos del nivel de confiabilidad y desviación estándar normal:

$$R = 85\%$$

$$R = -1.037$$

**4.2.2.3. Desviación estándar**

La Guía AASHTO recomienda para pavimentos rígidos considerar valor de desviación estándar comprendido entre 0.30 y 0.40.

$$So = 0.35$$

**4.2.2.4. Índice de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

Es el resultado de la diferencia de la Serviciabilidad Inicial y Terminal durante su periodo de diseño, como lo indica la siguiente expresión matemática:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

$p_o$  = Índice de serviciabilidad inicial = 4.50

$p_t$  = Índice de serviciabilidad final = 2.50

$$\Delta PSI = 2.00$$

**a. Índice de serviciabilidad inicial ( $\rho_o$ )**

Es la condición original del pavimento que se obtendrá como resultante luego de su diseño y calidad de construcción.

Para pavimentos rígidos El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, recomienda un valor deseable de índice de serviciabilidad inicial de:

$$\rho_o = 4.50$$

**b. Índice de serviciabilidad final ( $\rho_t$ )**

Es el índice más bajo que el pavimento alcanzado y necesita rehabilitación o reconstrucción.

$$\rho_t = 2.50$$

**Tabla N° 37. Índice de serviciabilidad final ( $\rho_t$ )**

$\rho_t$	Tipo de Vía
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, pag. 43*

**4.2.2.5. Módulo de rotura del concreto ( $S'c$ )**

Es el parámetro que se introduce a la ecuación AASHTO 93, debido a que el pavimento con concreto trabaja principalmente a flexión.

Se estableció un módulo de rotura del concreto mínimo de 3.4 MPa (34 kg/cm) según El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

$$S'c \text{ (psi)} = 493$$

**Tabla N° 38. Especificaciones técnicas constructivas para el módulo de rotura del concreto**

Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquinado
Elemento				
Sub - rasante		95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub - base		CBR ≥ 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% Compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado	No Aplicable	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5mm	No Aplicable	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de Rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm	≥ 200 mm	No Recomendable
	Vías Expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	No Recomendable
Material	Vías locales	Concreto asfáltico	Mr ≥ 3.4 Mpa (34 kg/cm <sup>2</sup> )	F'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm <sup>2</sup> )
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías Expresas			

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, pag. 31*

#### 4.2.2.6. Coeficiente de drenaje (Cd)

Puede variar entre 0.70 y 1.25 según sea la calidad del drenaje, esto quiere decir que a mayor sea el Cd, mejor drenaje, disminuyendo de tal manera el espesor de la losa de concreto a diseñar. Por ello, para el presente proyecto se consideró un valor de:

$$Cd = 1.00$$

**Tabla N° 39. Valores de Cd para pavimentos rígidos, según AASHTO**

Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libre el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.25 - 1.20	1.00 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy pobre	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, pag. 40*

#### 4.2.2.7. Coeficiente de transferencia de cargas (J)

Es el parámetro que se emplea para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de transmisión de cargas entre juntas Y fisuras en toda la estructura.

Se considero un Coeficiente de Transferencia de Cargas (J) según el tipo de dispositivo en relación al tipo de pavimento.

$$J = 2.50$$

**Tabla N° 40. Coeficiente de transferencia de cargas recomendado para diversos tipos de pavimentos y condiciones de diseño**

Dispositivo de transferencia de carga	Tipo de Pavimento			
	Concreto Asfáltico		Concreto Hidráulico	
	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)
Juntas planas y juntas reforzadas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado Continuo	2.9 - 3.2	-	2.3 - 2.9	-

*Fuente: Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, pag. 116*

#### 4.2.2.8. Módulo elástico de concreto (Ec)

Para obtener el módulo elástico de concreto, la Guía AASHTO 93, recomienda estimar el valor por la correlación que brinda el American Concrete Institute (ACI):

$$E_C = 57,000 * (f'c)^{0.5}, (f'c \text{ en PSI})$$

Tabla N° 41. Módulo de elasticidad del concreto (EC)

Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	Módulo de Elasticidad	
	Lbs/pulg <sup>2</sup>	$E_C = 57,000 * (f'c)^{0.5}$
f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	2987	3'115,247
f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	3983	3'597,328
f'c = 350 kg/cm <sup>2</sup>	4978	4'021,632

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño estructural del pavimento rígido del presente proyecto se consideró emplear un f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un valor de:

$$E_c \text{ (psi)} = 3'597,328$$

#### 4.2.2.9. Módulo de reacción de la sub rasante (K)

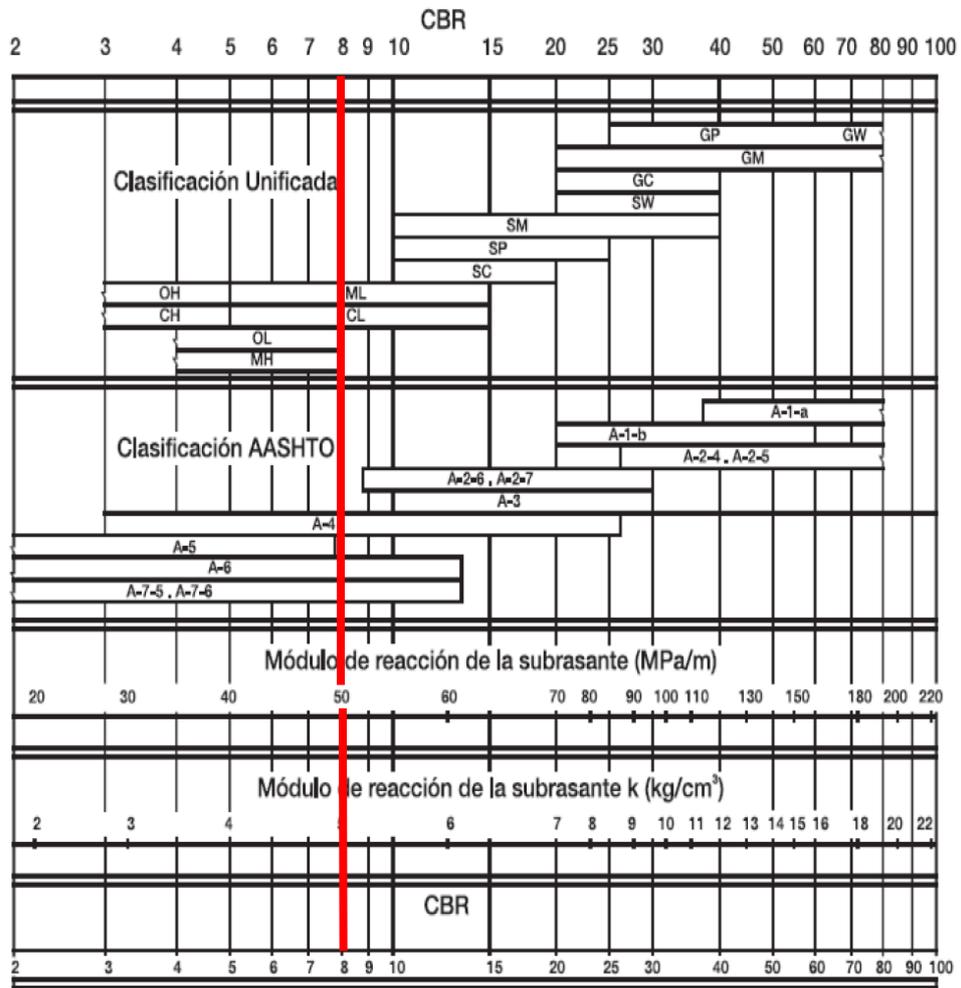
La Guía AASHTO nos brinda una alternativa de correlación que nos permite obtener un coeficiente de reacción K, relacionando la clasificación del suelo (CL) y la capacidad de soporte (CBR). Para este proyecto se determinó un valor de C.B.R del 8.00% mencionado anteriormente.

Considerando estos parámetros, obtenemos un valor K de:

$$K \text{ (MPa/m)} = 50.00$$

$$K \text{ (pci)} = 204.95$$

**Figura N° 30. Correlación entre el CBR y el Módulo de Reacción**



*Fuente: Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements – Skokie, PCA 1971*

#### 4.2.2.10. Cálculo del espesor de la losa de concreto, D (plgs)

##### a. Forma analítica

$$\log_{10} W18 = Z_R * S_O + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * p_t) * \log_{10} \left[ \frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Datos:

<b>W18</b>	<b>=</b>	1'656,609
<b>Z<sub>R</sub></b>	<b>=</b>	- 1.037
<b>SO</b>	<b>=</b>	0.35
<b>ΔPSI</b>	<b>=</b>	2.00
<b>R</b>	<b>=</b>	85%
<b>pt</b>	<b>=</b>	2.50
<b>S'c (PSI)</b>	<b>=</b>	493
<b>Cd</b>	<b>=</b>	1.00
<b>J</b>	<b>=</b>	2.50
<b>Ec (Psi)</b>	<b>=</b>	3'597,328
<b>K (Pci)</b>	<b>=</b>	204.95

Despejando:

$$6.2192 = -0.3630 + 6.6134 + -0.1316 + 0.1013$$

$$6.2192 = 6.2201$$

Entonces, iterando estimamos que el espesor de la losa es:

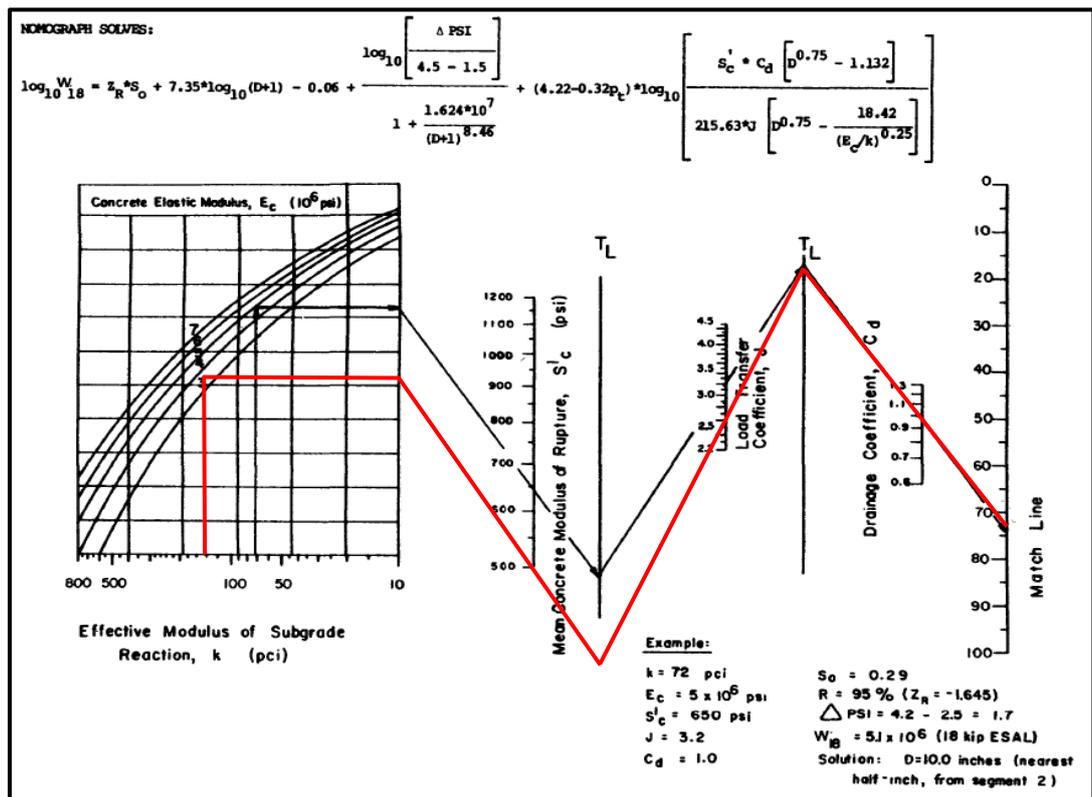
<b>D = 7.09 plgs</b>
----------------------

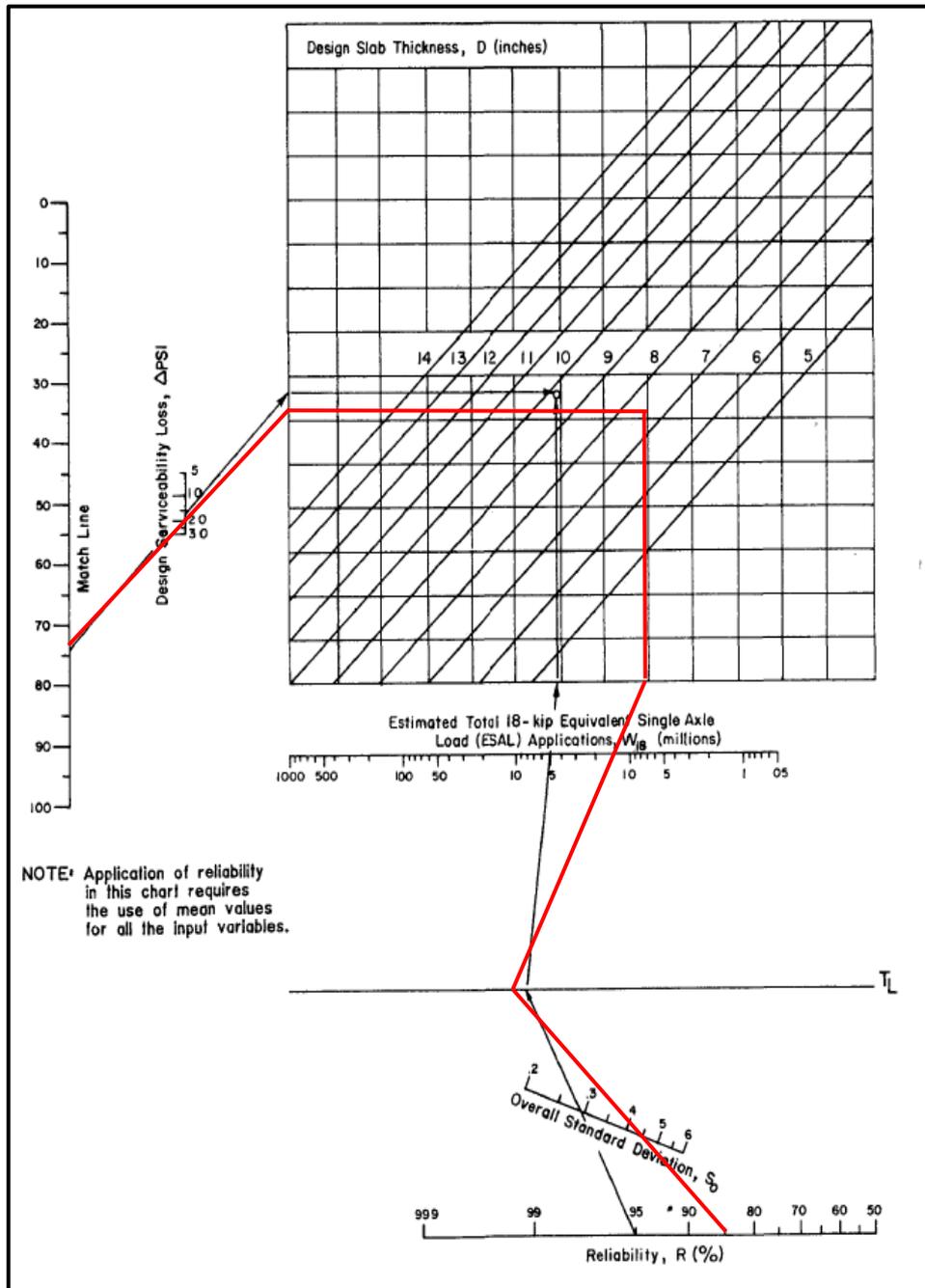
b. Programa de ecuación AASHTO 93

Figura N° 31. Cálculo del D, por programa Ecuación AASHTO

c. Con uso de nomograma

Figura N° 32. Cálculo del D (espesor de la losa) en nomograma para Pavimento Rígido





Fuente: Elaboración propia

**D = 7.2 plgs**

El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, estableció que el espesor de la losa de concreto debe ser mínimo de 150 mm.

**Tabla N° 42. Especificaciones técnicas constructivas para el espesor de la capa de rodadura**

Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquinado
Elemento				
Sub - rasante		95% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub - base		CBR ≥ 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% Compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado	No Aplicable	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5mm	No Aplicable	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de Rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		No Recomendable
	Vías Expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	No Recomendable
Material	Vías locales	Concreto asfáltico	Mr ≥ 3.4 Mpa (34 kg/cm <sup>2</sup> )	F'c ≥ 38 Mpa (380 kg/cm <sup>2</sup> )
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías Expresas			

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, pag.30*

Para el presente proyecto de diseño estructural del pavimento se considerará el número estructural (D) método analítico, ya que se consideró como el valor más exacto, por lo tanto, el valor es:

$$D = 7.09 \text{ plgs} = 18 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Consideramos un espesor de la losa de concreto de 20 cm, por razones prácticas de construcción.

Y para la base (afirmado), AASHTO 93 recomienda considerar un espesor mínimo de 10 cm, por lo que para el presente proyecto se consideró el valor de 15 cm.

**Figura N° 33. Sección del Pavimento Rígido**



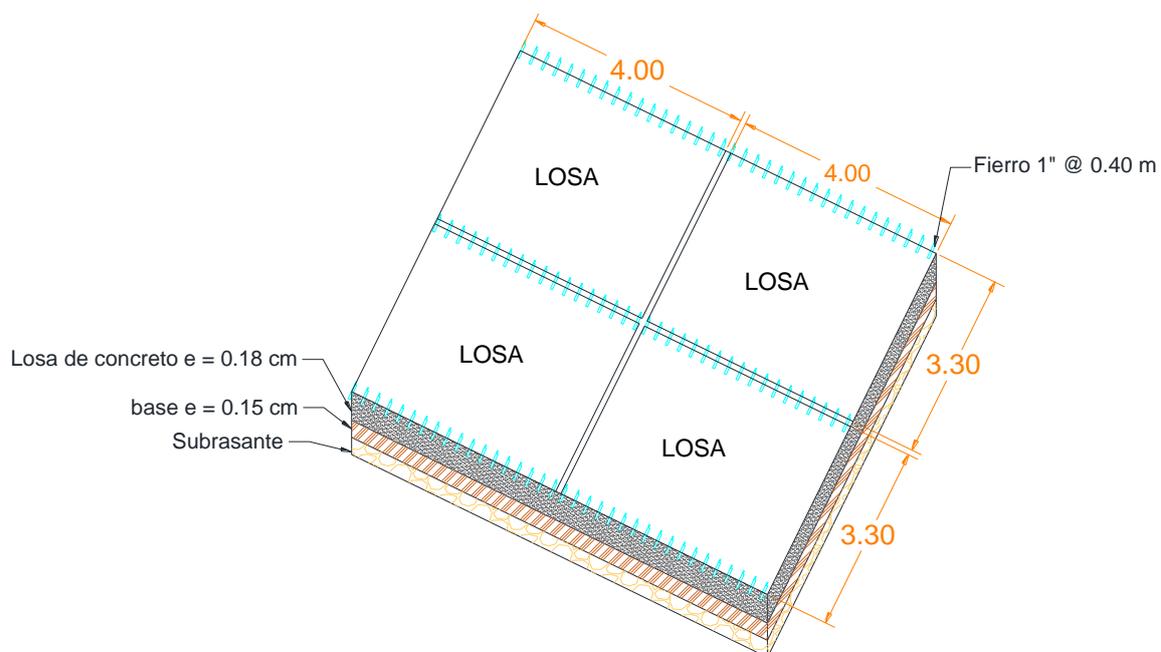
*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.2.11. Cálculo de juntas

Según las recomendaciones de AASHTO 93, el tamaño de la losa se define en disposición de las juntas longitudinales y transversales, también se debe considerar el parámetro de la longitud de la losa que no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.50m.

El ancho de carril promedio de nuestro tramo es de 3.30 m, y el espesor máximo de la losa de concreto debe ser máximo de 4.10. Por ello, se consideró para el presente proyecto un paño de dimensiones de 3.30 m x 4.00 m.

**Figura N° 34. Detalle del paño de la losa**



*Fuente: Elaboración propia*

**a. Dowel**

Los dowels van colocados en las juntas transversales y longitudinales. Según AASHTO 93, los parámetros de longitud, separación y diámetro de los dowels se consideran en función al espesor de la losa, los valores establecidos son:

**Tabla N° 43. Diámetro y longitud de los Dowels**

Espesor de la losa (cm)	Diámetro		Longitud del Dowel (cm)	Separación entre Dowels (cm)
	Centímetros	Pulgadas		
20	2.5 cm	1"	40	40

*Fuente: En base a la Guía AASHTO 93*

**b. Juntas longitudinales de contracción**

Dividen el ancho del carril en 3.30 m

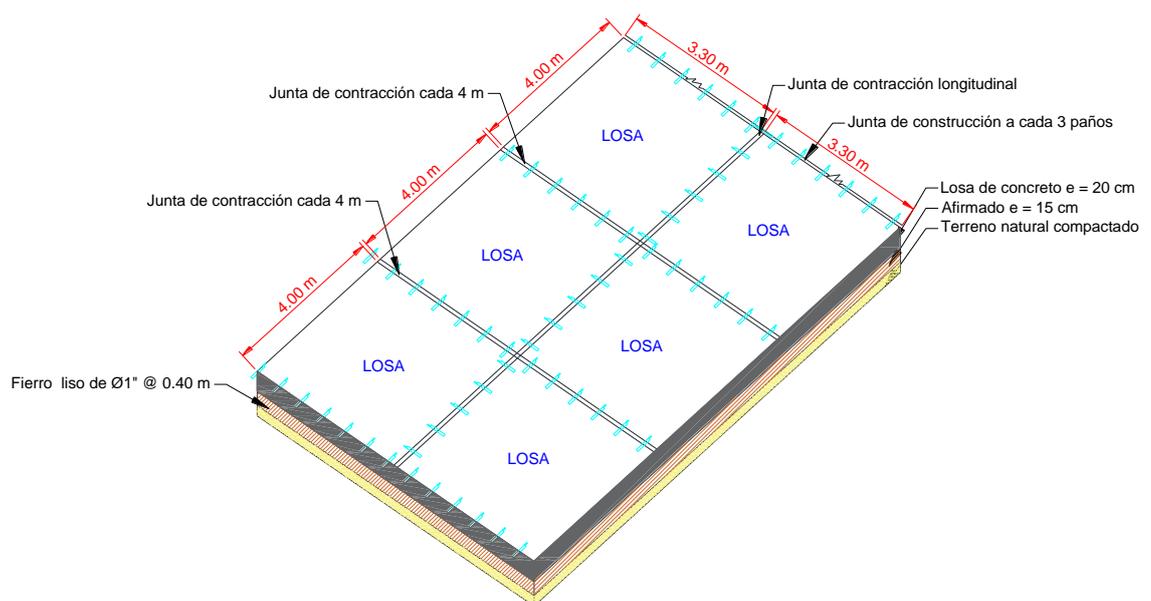
**c. Juntas transversales de contracción**

Se encuentran en cada paño de 4.00 m

**d. Juntas transversales de construcción**

Se colocan cada 3 paños de 4.00 m

**Tabla N° 44. Detalles de juntas con Dowels**



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.3. Diseño de pavimento adoquinado, según metodología AASHTO 93

Se aplica el procedimiento de la Guía AASHTO 93 para pavimentos flexibles, conociendo los valores de:

$$SN = 3.09$$

$$m_1 = m_2 = 1.00$$

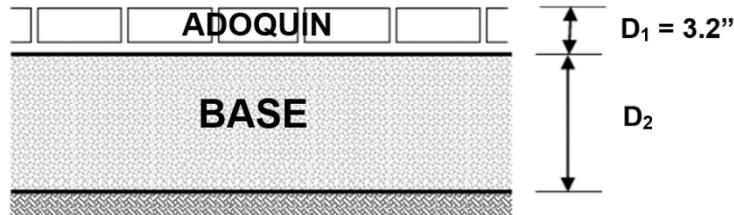
Coefficientes:

$$a_1 = 0.45$$

$$a_2 = 0.135$$

En base a la Guía AASHTO 93 se consideró para la cama de arena un espesor de 4.00 cm, y para el espesor del adoquín de concreto  $3.2'' = 8.00$  cm.

Figura N° 35. Espesor D2, Pavimento Articulado



Fuente: Elaboración propia

Ecuación:

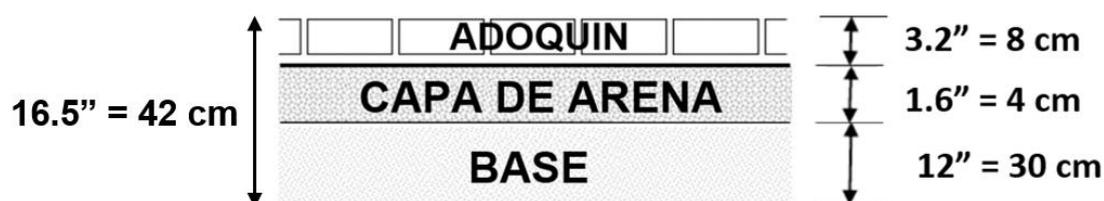
$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2$$

$$2.98 = 0.45*(3.2'') + 0.135*(D_2)*(1.00)$$

$$D_2 = (2.98 - 0.45*(3.2'')) / 0.135*(1.00)$$

$$D_2 = 11.41 = 28.98 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

**Figura N° 36. Sección del Pavimento Adoquinado**



*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2.4. Integración de geosintético en pavimento flexible**

Actualmente existe una multitud de técnicas para mejorar el terreno con el objetivo de que nos permita la construcción de estructuras sobre suelos inadecuados, estos factores pueden ser la alta presencia de agua o la baja capacidad de soporte (CBR).

Es por ello, que el campo de la ingeniería ha desarrollado una nueva metodología de diseño y construcción que implica el empleo de geosintéticos, que mayormente se aplican en las vías, ya que su empleo garantiza la estabilización de suelos, refuerzo, separación de suelos de subrasante y capas granulares, filtración y drenaje, prolongando de tal manera el periodo de vida útil del pavimento.

##### **4.2.4.1. Funciones del Geotextil tejido Pavco en el pavimento flexible**

Según el análisis del presente proyecto se consideró el uso de geosintéticos. Tomando en cuenta los antecedentes de la zona de estudio, propiedades del terreno y condiciones climáticas, de tal manera que se optó por utilizar el geosintético tipo Geotextil tejido, ya que brindará funciones que ayudaran al pavimento a prolongar por más tiempo su periodo establecido para el que fue diseñado.

**Figura N° 37. Función de los geosintéticos en pavimentos**

	Geotextiles	Geocompuestos	Geomembranas	Geomallas
Separación				
Filtración				
Refuerzo				
Drenaje				
Control erosión				
Barrera				

*Fuente: Geosintéticos Pavco*

#### **4.2.4.2. Factores para el requerimiento de geotextil tejido**

Se considero el uso del geotextil tejido en el pavimento flexible, por la deficiencia de las propiedades del terreno, ya que presenta un soporte a la carga (CBR) de 8.00% y su empleo aumentara la resistencia para un mejor comportamiento frente al esfuerzo cortante provocado por el flujo vehicular sobre toda la estructura.

Sin embargo, en la calicata C-3 del estudio de mecánica de suelos el nivel freático se encuentra a una profundidad de 2.00 m. Además, la avenida Juan Pablo II y la zona de estudio fueron afectadas por el fenómeno del Niño Costero, por lo cual se debe tomar precauciones frente a estos riesgos. Por ello, la introducción del geotextil tejido en el pavimento flexible brindara altas propiedades de filtración y drenaje, reteniendo las partículas del suelo y evitando el lavado del material por el paso del agua.

Los geotextiles tejidos brindan estabilidad a los suelos blandos y funcionan como separación entre el material granular de la estructura y el suelo de la subrasante, permitiendo un mejor desempeño y prolongando considerablemente el periodo de vida útil de la estructura.

#### 4.2.4.3. Especificaciones del geotextil

Se considero utilizar el geotextil tejido T2400, ya que cumple con los parámetros previstos para el presente proyecto.

Figura N° 38. Especificaciones del Geotextil T2400

Geotextiles Tejidos			PAVCO								
Especificaciones Técnicas MARV											
PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR5000	TR6000	TR10000
Método Grab											
Resistencia a la Tensión	ASTM D4632	N (lb)	790 (178)	800 (180)	1140 (257)	1410 (317)	1870 (421)	2400 (540)	2600 (585)	2900 (653)	3920 (882)
Elongación		%	13	16	15	15	19	16	19	22	19
Método Tira Ancha											
Sentido Longitudinal	ASTM D4595	kN/ m (lb/ft)	20 (1370)	21 (1439)	34 (2329)	40 (2740)	52 (3663)	67 (4691)	80 (5480)	110 (7637)	200 (13703)
Elongación		%	17	14	21	19	23	25	25	13	17
Sentido Transversal	ASTM D4595	kN/ m (lb/ft)	20 (1370)	21 (1439)	34 (2329)	40 (2740)	52 (3663)	60 (4111)	75 (5137)	110 (7637)	200 (13703)
Elongación		%	12	11	16	17	16	17	18	18	17
Método CBR											
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D6241	kN (lb)	3.0 (676)	3.2 (721)	4.8 (1079)	4.9 (1102)	7.0 (1574)	7.5 (1689)	8.0 (1801)	11.0 (2473)	12.1 (2724)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D4533	N (lb)	280 (63)	300 (68)	400 (90)	500 (113)	610 (137)	690 (155)	740 (167)	1400 (315)	2082 (468)
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR5000	TR6000	TR10000
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D4751	mm(Tamiz)	0.425 (40)	0.600 (30)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.600 (30)	0.425 (40)	0.425 (40)
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	0.7 x 10 <sup>-2</sup>	0.55 x 10 <sup>-2</sup>	4.6 x 10 <sup>-2</sup>	4.1 x 10 <sup>-2</sup>	4.6 x 10 <sup>-2</sup>	3.7 x 10 <sup>-2</sup>	6.3 x 10 <sup>-2</sup>	5.5 x 10 <sup>-2</sup>	15 x 10 <sup>-2</sup>
Permitividad	ASTM D4491	s <sup>-1</sup>	0.15	0.11	0.57	0.46	0.42	0.34	0.35	1.10	1.15
Tasa de flujo	ASTM D4491	l/min/m <sup>2</sup>	430	326	1665	1343	1238	981	1000	1770	1980
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR5000	TR6000	TR10000
Espesor	ASTM D5199	mm	0.5	0.5	0.8	0.9	1.1	1.1	1.8	0.5	1.0
Resistencia UV @ 500 hr	ASTM D4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Rollo Ancho	Medido	m	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.75	3.75
Rollo Largo	Medido	m	160	160	140	120	100	100	80	100	100
Rollo Área	Calculado	m <sup>2</sup>	616	616	539	462	385	385	308	308	375
FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL			T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR5000	TR6000	TR10000
Refuerzo			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Separación					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estabilización						✓	✓	✓	✓	✓	✓

CONVENCIONES:  
 ASTM: American Society for Testing and Materials. • N. A.: No aplica.

ABRIL DE 2017 Mexichem Geosynthetics

Fuente: Pavco Geosintéticos

#### 4.2.4.4. Proceso de instalación de geotextil tejido

Para que el geotextil funcione correctamente es necesario verificar que se encuentre en buenas condiciones, ya que la humedad, rayos UV, el polvo y otros materiales pueden afectar sus propiedades.

Según las recomendaciones de AASHTO M-288-5:

- El lugar de instalación se debe encontrar preparada antes de extender el geotextil. La subrasante de diseño

debe estar limpia y libre de cualquier objeto tirados sobre ella.

- El geotextil se debe extender sobre la superficie conforme avance la construcción, evitando dobleces y arrugas, ya que un proceso incorrecto constructivo afectara la estructura. Es preferible cocer el geotextil de manera que garantice continuidad del elemento filtrante.
- Una vez extendido el geotextil no se debe dejar expuesto a los rayos UV más de 3 días, ya que pueden afectar sus propiedades, preferiblemente se debe cubrir lo más pronto posible.
- Se debe evitar el contacto directo de la maquinaria sobre el geotextil, por eso se recomienda cubrir con un mínimo de 15 cm de material de diseño. Si es necesario transitar directamente sobre la superficie del geotextil estos equipos o maquinarias deben utilizar llantas y transitar a bajas velocidades con la finalidad de no deteriorar el geotextil.

**Figura N° 39. Pavimentos con geotextiles**



*Fuente: Geosintéticos Pavco*

## 4.2.5. Presupuesto

### 4.2.5.1. Presupuesto de pavimento flexible

Presupuesto					
Presupuesto	0201001	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE			
Cliente		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICTOR LARCO		Costo al	14/07/2019
Lugar		LA LIBERTAD - TRUJILLO - VICTOR LARCO HERRERA			
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>26,427.15</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	2,523.00	2,523.00
01.02	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANA	mes	4.00	1,500.00	6,000.00
01.03	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,204.15	1,204.15
01.04	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	5,300.00	5,300.00
01.05	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO	mes	4.00	2,850.00	11,400.00
02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>6,153.88</b>
02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA	m2	11,396.08	0.54	6,153.88
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>89,689.99</b>
03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO	m3	3,823.59	6.96	26,612.19
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ MAQUINARIA	m3	4,970.67	12.69	63,077.80
04	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				<b>853,680.35</b>
04.01	NIVELACION DE LA SUBRASANTE C/MAQUINARIA	m2	11,396.08	5.15	58,689.81
04.02	SUB BASE GRANULAR e=0.15m	m2	11,396.08	12.78	145,641.90
04.03	BASE GRANULAR e=0.20m	m2	11,396.08	13.13	149,630.53
04.04	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION	m2	11,396.08	4.86	55,384.95
04.05	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	11,396.08	4.86	55,384.95
04.06	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=0.08m	m2	11,396.08	34.13	388,948.21
05	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>16,740.55</b>
05.01	PINTADO DEL PAVIMENTO (simbolos)	m2	40.43	28.61	1,156.70
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO (lineas discontinuas - blanco)	mll	897.00	5.89	5,283.33
05.03	PINTADO DE PAVIMENTO (linea continua - blanca)	mll	1,731.18	5.95	10,300.52
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>992,691.92</b>
SON : NOVECIENTOS NOVENTIDOS MIL SEISCIENTOS NOVENTIUNO Y 92/100 NUEVOS SOLES					

#### 4.2.5.2. Presupuesto de pavimento flexible con geotextil

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	0201001	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICTOR LARCO			Costo al	14/07/2019
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - VICTOR LARCO HERRERA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>26,427.15</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	2,523.00	2,523.00
01.02	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA	mes	4.00	1,500.00	6,000.00
01.03	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,204.15	1,204.15
01.04	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	5,300.00	5,300.00
01.05	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO	mes	4.00	2,850.00	11,400.00
02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>6,153.88</b>
02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA	m2	11,396.08	0.54	6,153.88
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>89,689.99</b>
03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO	m3	3,823.59	6.96	26,612.19
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ MAQUINARIA	m3	4,970.67	12.69	63,077.80
04	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				<b>878,295.87</b>
04.01	NIVELACION DE LA SUBRASANTE C/MAQUINARIA	m2	11,396.08	5.15	58,689.81
04.02	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA	m2	11,396.08	0.54	6,153.88
04.03	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA	m2	11,396.08	0.54	6,153.88
04.04	SUB BASE GRANULAR e=0.15m	m2	11,396.08	12.78	145,641.90
04.05	BASE GRANULAR e=0.20m	m2	11,396.08	13.13	149,630.53
04.06	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA	m2	11,396.08	0.54	6,153.88
04.07	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA	m2	11,396.08	0.54	6,153.88
04.08	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION	m2	11,396.08	4.86	55,384.95
04.09	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	11,396.08	4.86	55,384.95
04.10	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=0.08m	m2	11,396.08	34.13	388,948.21
05	<b>GEOSINTÉTICOS</b>				<b>44,216.79</b>
05.01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL	m2	11,396.08	3.88	44,216.79
06	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>16,740.55</b>
06.01	PINTADO DEL PAVIMENTO (símbolos)	m2	40.43	28.61	1,156.70
06.02	PINTADO DE PAVIMENTO (líneas discontinuas - blanco)	ml	897.00	5.89	5,283.33
06.03	PINTADO DE PAVIMENTO (línea continua - blanca)	ml	1,731.18	5.95	10,300.52
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,061,524.23</b>
<b>SON : UN MILLON SESENTIUN MIL QUINIENTOS VEINTICUATRO Y 23/100 NUEVOS SOLES</b>					

### 4.2.5.3. Presupuesto de pavimento rígido

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	0201001	<b>"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"</b>			
Subpresupuesto	003	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICTOR LARCO			Costo al	14/07/2019
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - VICTOR LARCO HERRERA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>26,427.15</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	2,523.00	2,523.00
01.02	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA	mes	4.00	1,500.00	6,000.00
01.03	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,204.15	1,204.15
01.04	SENALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	5,300.00	5,300.00
01.05	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO	mes	4.00	2,850.00	11,400.00
02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>6,153.88</b>
02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA	m2	11,396.08	0.54	6,153.88
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>115,958.39</b>
03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO	m3	4,951.68	6.96	34,463.69
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ MAQUINARIA	m3	6,437.18	12.66	81,494.70
04	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>1,399,023.07</b>
04.01	NIVELACION DE LA SUBRASANTE C/MAQUINARIA	m2	11,396.08	5.15	58,689.81
04.02	BASE GRANULAR e=0.15m	m2	11,396.08	13.71	156,240.26
04.03	LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO h=0.20m, f'c=280kg/cm2	m2	11,396.08	81.51	928,894.48
04.04	CURADO DEL CONCRETO	m2	11,396.08	2.93	33,390.51
04.05	JUNTAS DE CONSTRUCCION	mll	1,174.80	8.47	9,950.56
04.06	JUNTAS DE CONTRACCION	mll	3,727.60	3.14	11,704.66
04.07	JUNTAS CON DOWELS	kg	11,949.42	16.75	200,152.79
05	<b>SENALIZACION</b>				<b>16,740.55</b>
05.01	PINTADO DEL PAVIMENTO (simbolos)	m2	40.43	28.61	1,156.70
05.02	PINTADO DE PAVIMENTO (lineas discontinuas - blanco)	mll	897.00	5.89	5,283.33
05.03	PINTADO DE PAVIMENTO (linea continua - blanca)	mll	1,731.18	5.95	10,300.52
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,564,303.04</b>
<b>SON : UN MILLON QUINIENTOS SESENTICUATRO MIL TRESCIENTOS TRES Y 04/100 NUEVOS SOLES</b>					

#### 4.2.5.4. Presupuesto de pavimento adoquinado

Presupuesto						
Presupuesto	0201001	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"				
Subpresupuesto	004	PAVIMENTO ADOQUINADO				
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICTOR LARCO				Costo al	14/07/2019
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - VICTOR LARCO HERRERA					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>26,427.15</b>	
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	2,523.00	2,523.00	
01.02	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANA	mes	4.00	1,500.00	6,000.00	
01.03	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,204.15	1,204.15	
01.04	SENAIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	5,300.00	5,300.00	
01.05	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO	mes	4.00	2,850.00	11,400.00	
02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>6,153.88</b>	
02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA	m2	11,396.08	0.54	6,153.88	
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>118,698.81</b>	
03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO	m3	5,068.70	6.96	35,278.15	
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ MAQUINARIA	m3	6,589.31	12.66	83,420.66	
04	<b>PAVIMENTO ADOQUINADO</b>				<b>1,494,026.09</b>	
04.01	CONFORMACION DE SUB RASANTE PARA ADOQUINES	m2	11,396.08	7.47	85,128.72	
04.02	BASE GRANULAR e=0.30m COMPACTACION EQUIPO LIVIANO	m2	11,396.08	45.88	522,852.15	
04.03	CONFORMACION DE CAMA DE ARENA PARA ASENTADO DE ADOQUINES e=0.04m	m2	11,396.08	8.08	92,080.33	
04.04	PISO DE ADOQUIN DE CONCRETO e=0.08m	m2	11,396.08	66.06	752,825.04	
04.05	SELLO Y COMPACTADO FINAL DEL PAVIMENTO	m2	11,396.08	3.61	41,139.85	
05	<b>SENAIZACION</b>				<b>6,440.03</b>	
05.01	PINTADO DEL PAVIMENTO (simbolos)	m2	40.43	28.61	1,156.70	
05.03	PINTADO DE PAVIMENTO (lineas discontinuas - blanco)	mll	897.00	5.89	5,283.33	
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,651,745.96</b>	
<b>SON : UN MILLON SEISCIENTOS CINCUENTUN MIL SETECIENTOS CUARENTICINCO Y 96/100 NUEVOS SOLES</b>						

#### **4.3. Análisis e interpretación de resultados**

Se formulo en la hipótesis que la prolongación de la Av. Juan Pablo II hasta su empalme con la Vía de Evitamiento de Trujillo mejorará la transitabilidad vial del sector oeste aspecto que luego de efectuado la investigación respectiva se determinará su evidente perspectiva.

Debido a la investigación respectiva de la zona de estudio se obtuvo el diseño y el monto de cada tipo de pavimento los cuales son: pavimento flexible con un monto de S/. 992,691.92, pavimento rígido con un monto de S/. 1'564,303.04 y pavimento adoquinado con un monto de S/. 1'651,745.96, determinando de tal manera que el pavimento flexible es el más recomendable económicamente, y respecto a los riesgos del fenómeno del Niño Costero que posiblemente se enfrente el pavimento, se adicionara un geosintético tipo geotextil que cumple con los requisitos para proteger y ayudar al pavimento a cumplir su vida útil aumentando el costo del pavimento flexible a un monto de S/. 1'061,524.23, de tal manera verificamos que la hipótesis de la pavimentación del tramo de la Av. Juan Pablo II hasta su empalme con la Vía de Evitamiento mejora la transitabilidad tanto vial como urbana, haciendo que el traslado peatonal y vehicular sea más rápido, cómodo y seguro.

#### **V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

- De acuerdo a la investigación de la zona de estudio se observó que las horas de congestión vehicular son: 6:00 am – 8:30 am, 12:00 pm – 2:00 pm, 6:00 pm – 8:00 pm, teniendo como hora de máxima demanda de 7:00 pm a 8:00 pm, siendo el intervalo de nivel crítico de 7:30 pm a 7:45 pm. En este lapso de tiempo se observó el gran congestionamiento vehicular, lo cual genera un desorden en la vía, contaminación auditiva, que pueden ser indicios de caos y accidentes de tránsito.
- El estudio de tráfico se hizo con el conteo vehicular recolectando datos durante 7 días calendarios dando como inicio el día lunes 8 hasta el día domingo 15 de julio del presente año. También, se consideró un periodo de 20 años, por lo cual nos dio como resultado un E.E de:

**Tabla N° 45. Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes por cada tipo de tipo de pavimento**

<b>TRAMO AVENIDA JUAN PABLO II Y VÍA DE EVITAMIENTO</b>	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>	<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>	<b>PAVIMENTO ARTICULADO</b>
Nrep de E.E de 8.2 tn	1'514,777.58	1'656,608.77	1'514,777.58

*Fuente: Elaboración propia*

- Para el estudio de mecánica de suelos se realizó mediante 3 calicatas cada 300 m, con una profundidad de 2.00 m, mediante el ensayo de clasificación de suelos se determinó como material predominante arena pobremente graduada. Además, en la calicata C-3 se encontró el nivel freático a 2.00 m de profundidad, según los ensayos se determinó que cuentan con:

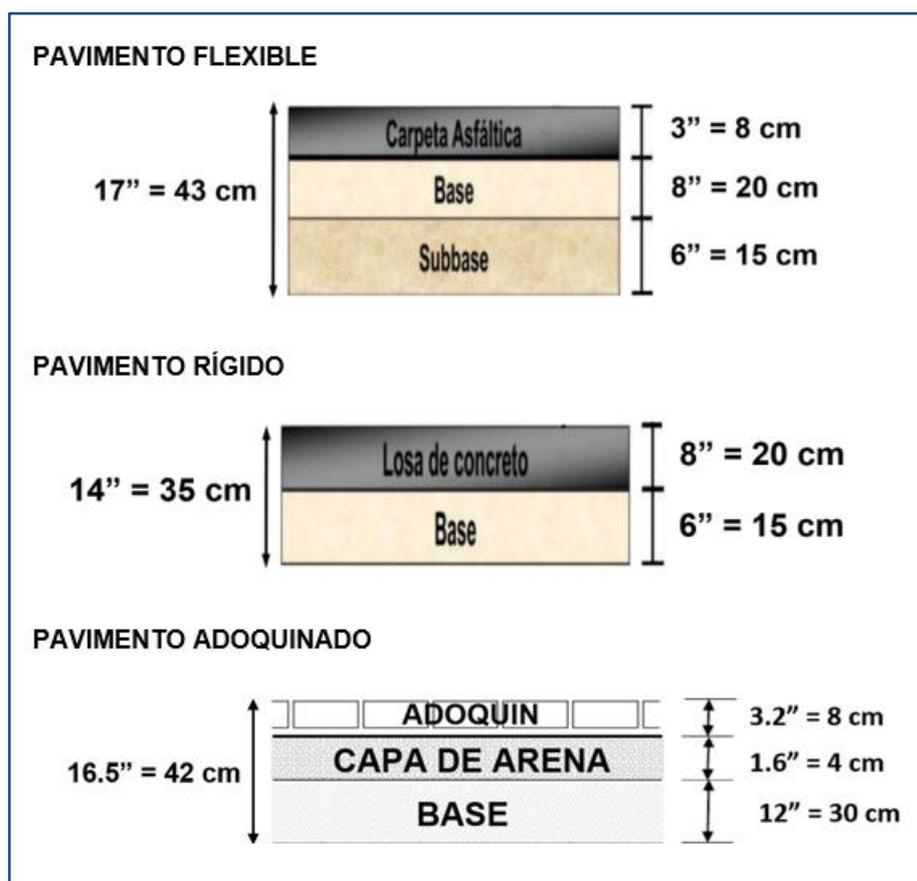
**Tabla N° 46. Resumen de ensayos de Mecánica de Suelos**

<b>N° CALICATA</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA</b>	<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3)</b>	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	<b>CBR (%)</b>
C - 1	2.70	2.63	1.76	11.00	8.00
C - 2	2.29	2.73	1.74	11.30	7.50
C - 3	3.80	2.66	1.78	10.80	8.50

*Fuente: Elaboración propia*

- Considerando el CBR promedio con un valor de 8.00% para el diseño estructural.
- En el estudio topográfico se determinó que la zona de estudio presenta una topografía plana.
- El estudio estructural del pavimento se realizó mediante la metodología AASHTO 93 y con el apoyo del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, determinando de tal manera los espesores de los siguientes diseños.

Figura N° 40. Espesores para cada diseño estructural del pavimento



Fuente: Elaboración propia

- Se determinó que el monto de ejecución inicial del pavimento flexible es la mejor opción teniendo como referencia la economía, teniendo un monto de S/. 992,691.92. También, se consideró emplear un geotextil tejidos por su variedad de aportes físico-mecánicas a la estructura, aumentando el costo del pavimento flexible a un monto de S/. 1'061,524.23.

## CONCLUSIONES

- El diseño estructural del pavimento, del presente proyecto, respeta los parámetros del comportamiento de la zona de estudio, tomando como variable de entrada, la topografía de la zona, el volumen de tránsito, las propiedades mecánicas del terreno, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje, y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.
- Mediante el levantamiento topográfico en la zona de estudio se determinó que la topografía de la zona de estudio es llana, lo cual define un mínimo de movimiento de tierra.
- El estudio de tráfico realizado en la zona de estudio mediante estaciones de conteo vehicular concluyó que el EAL de diseño para el pavimento flexible es de 1'514,778, para el pavimento rígido 1'656,609 y para el pavimento articulado 1'514,778.
- Realizado el estudio de mecánica de suelos se pudo confirmar mediante ensayos, que el suelo posee buenas características. Además, se determinó un valor promedio de C.B.R. de 8.00%, por lo que se concluye que cumple con los parámetros necesarios para su construcción del pavimento en la zona de estudio.
- Siguiendo las recomendaciones de la metodología AASHTO 93 y respetando los parámetros para las condiciones que presenta la zona de estudio, se concluyó los siguientes resultados obtenidos del diseño final y los costos de ejecución que demanda cada alternativa para la comparación técnica-económica entre pavimento flexible, pavimento flexible mejorado con geotextil, pavimento rígido y pavimento adoquinado.

**Tabla N° 47. Alternativas de diseño y monto de ejecución**

PAVIMENTO	METODOLOGÍA AASHTO 93	ESPESOR DE CAPA
PAVIMENTO FLEXIBLE	CARPETA ASFALTICA	3" = 8 cm
	BASE GRANULAR	8" = 20 cm
	SUB BASE GRANULAR	6" = 15 cm
	<b>MONTO DE EJECUCIÓN</b>	<b>S/. 992,691.92</b>
PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL	CARPETA ASFALTICA	3" = 8 cm
	BASE GRANULAR	8" = 20 cm
	SUB BASE GRANULAR	6" = 15 cm
	GEOTEXTIL TEJIDO PAVCO T2400	-
	<b>MONTO DE EJECUCIÓN</b>	<b>S/. 1'061,524.23</b>
PAVIMENTO RIGIDO	LOSA DE CONCRETO	8" = 20 cm
	BASE (AFRIMADO)	6" = 15 cm
	<b>MONTO DE EJECUCIÓN</b>	<b>S/. 1'564,303.04</b>
PAVIMENTO ADOQUINADO	ADOQUIN	3.2" = 8 cm
	CAPA DE ARENA	1.6" = 4 cm
	BASE GRANULAR	12" = 30 cm
	<b>MONTO DE EJECUCIÓN</b>	<b>S/. 1'651,745.96</b>

*Fuente: Elaboración propia*

- Se determinó que el pavimento flexible es el más conveniente en cuanto al monto de inversión inicial. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que se consideró los mismos parámetros de diseño para los 3 tipos de pavimentos. Por lo tanto, esto dependerá de las autoridades respectivas para tomar la decisión más adecuada acerca de qué tipo de pavimento se empleará y si es necesario el empleo de geosintéticos.
- Como mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible se puede emplear el geotextil tejido Pavco sobre la subrasante, ya que es de fácil y rápida instalación y no requiere de equipos especializados. Sirve como separador entre el terreno natural y el material granular, además brinda propiedades de filtración y drenaje, lo que le convierte en la mejor alternativa contra riesgos de inundación provocado por el fenómeno del Niño Costero.

## RECOMENDACIONES

- Las vías urbanas deben ser construidas bajo supervisión constante y verificar que cumplan con todos los parámetros necesarios que garanticen su durabilidad y serviciabilidad para que alcancen su periodo de vida para lo que fue diseñado.
- Los tres tipos de pavimentos presentan óptimas características para su ejecución siempre y cuando se respetan los parámetros considerados y obtenidos en el diseño.
- El pavimento flexible es el más conveniente respecto al monto de ejecución inicial a diferencia del pavimento rígido y adoquinado. Sin embargo, se recomienda la construcción del pavimento rígido por temas de durabilidad, y resistencia a cambios climáticos, volumen de tráfico que obtendrá durante su periodo de vida, y ofrece un mejor comportamiento frente al fenómeno del Niño Costero.
- Respecto a las alternativas de qué tipo de pavimento es más económico, se recomienda evaluar los fondos y financiamiento presente, lo cual ayudara a escoger la mejor alternativa, tomando en cuenta el costo total de la construcción incluyendo la inversión inicial y el costo de mantenimiento.
- En el caso de decidir por el pavimento flexible se recomienda el empleo de geotextil tejido sobre la subrasante, ya que mejora la resistencia de las diferentes capas del mismo, garantizando la estabilidad y durabilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albinno, Y., & Cisneros, G. (2017). *Diagnostico de la Transitabilidad Vial y propuesta del Diseño Estructural del Pavimento en las calles 5 y 9 del centro poblado alto Trujillo - Trujillo . La Libertad.* Trujillo.
- Castillo, C. (2017). *Diseño estructural de un Pavimento Rigido agregando elastómero termoplástico en la provincia de Trujillo - La Libertad.* Trujillo.
- Diaz, j., Escobar, O., & Olivo, E. (2009). *"Aplicación de los geosinteticos en la estructura de los pavimentos y en obras de drenajes para carreteras"*. San Salvador.
- Diaz, J., Escobar, O., & Olivo, E. (2009). *Aplicación de los geosinteticos en la estructura de los pavimentos y en obras de drenajes para carreteras.* San Salvador.
- Foirini, A. (2007). *Aplicación de geosinteticos en la construcción de carreteras.* Guatemala.
- Gavilanes Davila, N. E. (2012). *Diseño de la estructura del pavimento con refozamiento de geosintéticos aplicando a un tramo de la carretera Zumbahua - La Maná.* Quito.
- Gomez, S. (2014). *Diseño Estructural del Pavimento Flexible para el anillo Vial del Ovalo Grau - Trujillo - La libertad.* Trujillo.
- Quezada, S. (2016). *Clasificación de un suelo según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).* Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Radolp, R., & Juan, S. (2015). *Evaluación del Pavimento Rigido mediante la determinación de correlación entre el modelo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el centro poblado de San Cristobal de Chupán - Huaraz.* Lima.
- Sócalo, M. (2016). *Diseño y Analisis comparativo de costos de un Pavimento Flexible según metodología del AASHTO 93 y otro con Geomallas Biaxiales en el sector los laureles de el Porvenir - Trujillo - La Libertad.* Trujillo.

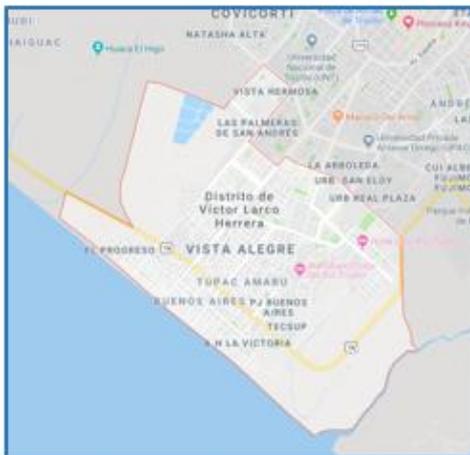
# **ANEXOS**

## Plano de ubicación geográfica

### DEL PROYECTO

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA – TRUJILLO – LA LIBERTAD

### DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA



### DEPARTAMENTO LA LIBERTAD



### PROVINCIA TRUJILLO





## Ensayos de laboratorio

### REGISTRO ESTRATIGRAFICO

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICEÑO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

CANtera: MATERIAL IN SITU

CALICATA: C - 1

PROFUNDIDAD: 2.00 m

NAPA FREÁTICA: NO PRESENTA

UBICACIÓN: Mz 1 Lt 1 Los Rosales de San Luis - Distrito Victor Larco  
Herrera, frente a la ferretería Caleb

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	LL%	LP%
	SIMBOLOGÍA (AASHTO)	SIMBOLOGÍA (S.U.C.S.)	SIMBOLO			
0.20	-	-	----- -----	Material de suelo organico	-	-
1.80	A-3 (0)	SP	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	Estrato formado por arena pobremente graduada, las mismas que presentan poca cantidad de particulas finas, donde mas de la mitad de la fracción pasa por la malla No. 4	NP	NP

### REGISTRO ESTRATIGRAFICO

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICEÑO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CALICATA: C - 2

PROFUNDIDAD: 2.00 m

NAPA FREÁTICA: NO PRESENTA

UBICACIÓN: Mz I prima Lt 4, 5ta etapa Los Rosales de San Luis,  
Distrito Victor Larco Herrera, al costado de La Andina  
chocolatería artesanal

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	LL%	LP%
	SIMBOLOGÍA (AASHTO)	SIMBOLOGÍA (S.U.C.S.)	SIMBOLO			
0.20	-	-	----- -----	Material de suelo organico	-	-
1.80	A-3 (0)	SP	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	Estrato formado por arena pobremente graduada, las mismas que presentan poca cantidad de partículas finas, donde mas de la mitad de la fracción pasa por la malla No. 4	NP	NP

## REGISTRO ESTRATIGRAFICO

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICEÑO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

CANtera: MATERIAL IN SITU

CALICATA: C - 3

PROFUNDIDAD: 2.00 m

NAPA FREÁTICA: SI PRESENTA

UBICACIÓN: Av. Juan Pablo II S/N Via de Evitamiento, Distrito Victor Larco Herrera, al costado del campo deportivo La Ruta

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	LL%	LP%
	SIMBOLOGÍA (AASHTO)	SIMBOLOGÍA (S.U.C.S.)	SIMBOLO			
0.20	-	-	----- -----	Material de suelo organico	-	-
1.80	A-3 (0)	SP	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	Estrato formado por arena pobremente graduada, las mismas que presentan poca cantidad de particulas finas, donde mas de la mitad de la fracción pasa por la malla No. 4	NP	NP



## Analisis granulométrico

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXION CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICENO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

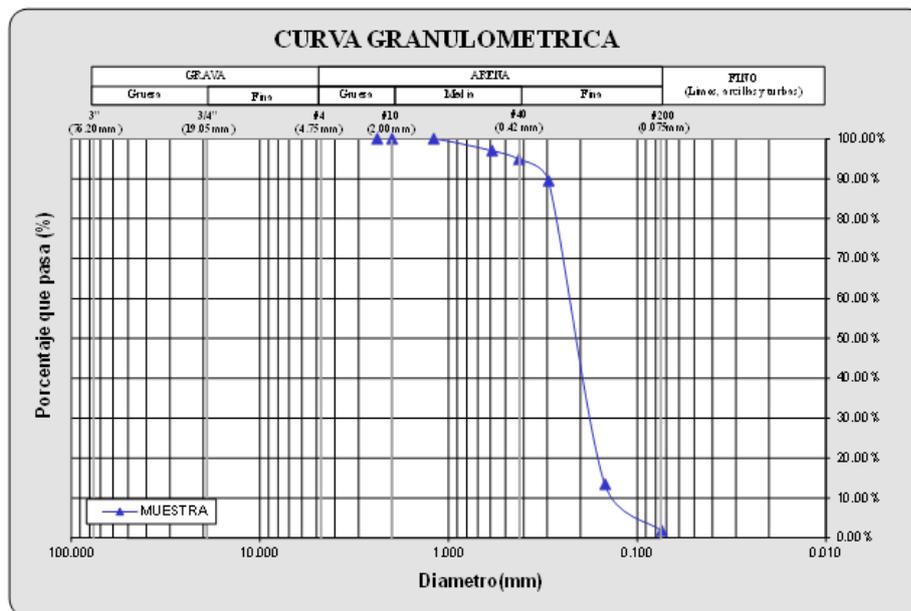
FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

Prof (m) : 2.00

<b>CANTERA:</b>	MATERIAL IN SITU	<b>Sondaje:</b>	-
<b>CLASE DE SUELO:</b>	ARENA UNIFORME	<b>Muestra:</b>	C - 1

### PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		200.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:
Pérd. por lavado (gr)		3.86				Límites		
Peso Tamizado (gr)		196.14				Superior Inferior		
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Tamaño Máximo: No 8
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800							Límites de Consistencia:
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							Límite Plástico: NP
3/4"	19.050							Límite de Contracción: NP
1/2"	12.700							Índice de Plasticidad: NP
3/8"	9.525							Porcentaje en muestra:
No 4	4.750							
No 8	2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			% Arena (#4 a #200): 98.07%
No 10	2.000	0.02	0.01%	0.01%	99.99%			% Finos (Menor a #200): 1.93%
No 16	1.191	0.08	0.04%	0.05%	99.95%			Características Granulométricas:
No 30	0.595	5.75	2.88%	2.93%	97.08%			
No 40	0.420	4.57	2.29%	5.21%	94.79%			D <sub>50</sub> (mm): 0.22
No 50	0.296	10.55	5.28%	10.49%	89.52%			D <sub>30</sub> (mm): 0.18
No 100	0.149	151.88	75.94%	86.43%	13.58%			D <sub>10</sub> (mm): 0.13
No 200	0.075	23.29	11.65%	98.07%	1.93%			Cu: 1.85
Plato		3.86	1.93%	100.00%	0.00%			Cc: 1.04
Sumatoria		200.00	100.00%					Contenido de humedad (%): 0.90
								SUCS: SP
								AASHTO: A-3 ( 0 )



TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICENO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

Prof (m) : 2.00

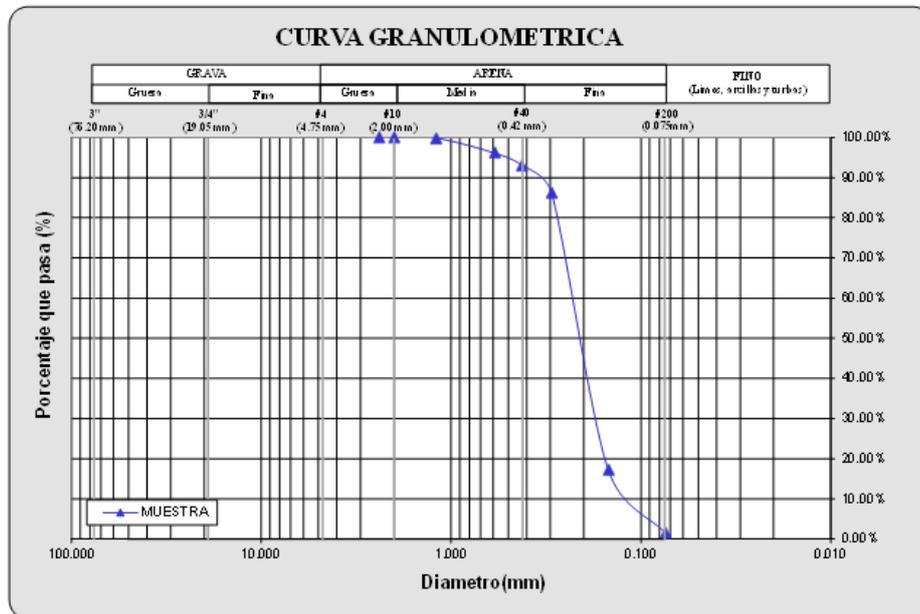
<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	-
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>	<b>Muestra:</b>	<b>C - 2</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		200.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado(gr)		3.30				Límites	
Peso Tamizado (gr)		196.70				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
No 4	4.750						
No 8	2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
No 10	2.000	0.10	0.05%	0.05%	99.95%		
No 16	1.191	0.23	0.12%	0.17%	99.84%		
No 30	0.595	7.33	3.67%	3.83%	96.17%		
No 40	0.420	6.42	3.21%	7.04%	92.96%		
No 50	0.296	13.45	6.73%	13.77%	86.24%		
No 100	0.149	137.88	68.94%	82.71%	17.30%		
No 200	0.075	31.29	15.65%	98.35%	1.65%		
Plato		3.30	1.65%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		200.00	100.00%			<b>0.90</b>	

<b>OBSERVACIONES:</b>	
Tamaño Maximo:	No 8
<b>Límites de Consistencia:</b>	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	NP
Límite de Contracción:	NP
Índice de Plasticidad:	NP
<b>Porcentaje en muestra:</b>	
% Grava (3" a #4):	0.00%
% Arena (#4 a #200):	98.35%
% Finos (Menor a #200):	1.65%
<b>Características Granulométricas:</b>	
D <sub>60</sub> : (mm):	0.24
D <sub>50</sub> : (mm):	0.22
D <sub>30</sub> : (mm):	0.18
D <sub>10</sub> : (mm):	0.11
<b>Cu:</b>	<b>2.18</b>
<b>Cc:</b>	<b>1.23</b>
<b>Clasificación:</b>	
SUCS:	<b>SP</b>
AASHTO:	<b>A-3 ( 0 )</b>



TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICENO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

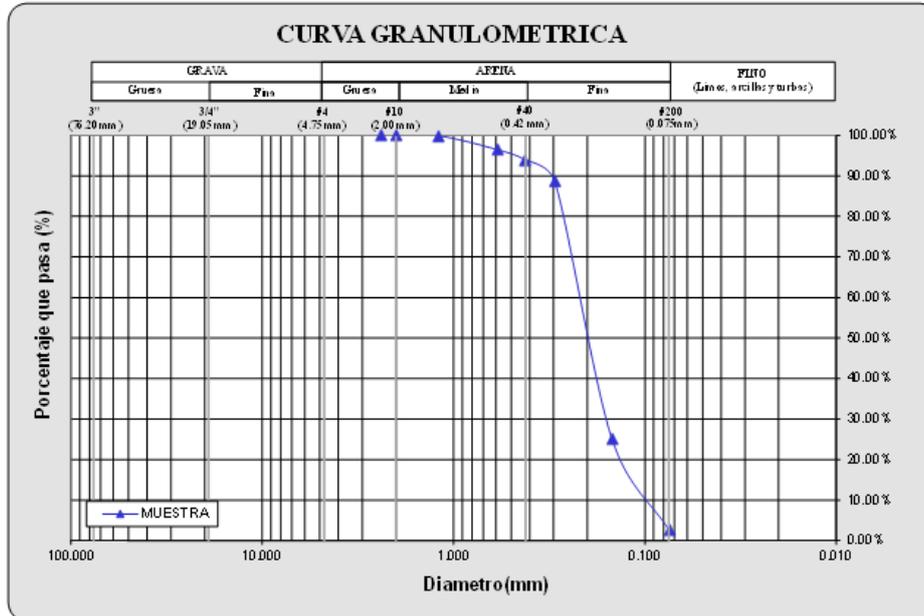
FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

Prof (m) : 2.00

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	-
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>	<b>Muestra:</b>	C - 3

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		200.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b> Tamaño Maximo: No 8 Límites de Consistencia: Limite Liquido: NP Limite Plastico: NP Limite de Contraccion: NP Indice de Plasticidad: NP  Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 0.00% % Arena (#4 a #200): 97.33% % Finos (Menor a #200): 2.67%  Características Granulometricas: D80: (mm): 0.23 D50: (mm): 0.21 D30: (mm): 0.16 D10: (mm): 0.10 Cu: 2.30 Cc: 1.11 Clasificación: SUCS: SP AASHTO: A-3 ( 0 )
Pérd. por lavado (gr)		5.34				Límites		
Peso Tamizado (gr)		194.66				Superior Inferior		
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525							
No 4	4.750							
No 8	2.381	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
No 10	2.000	0.07	0.04%	0.04%	99.97%			
No 16	1.191	0.13	0.07%	0.10%	99.90%			
No 30	0.595	6.72	3.36%	3.46%	96.54%			
No 40	0.420	5.25	2.63%	6.09%	93.92%			
No 50	0.296	10.55	5.28%	11.36%	88.64%			
No 100	0.149	126.88	63.44%	74.80%	25.20%			
No 200	0.075	45.06	22.53%	97.33%	2.67%			
Plato		5.34	2.67%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		200.00	100.00%			<b>0.80</b>		



## Gravedad especifica (Gs)

CALICATA: C - 1

PROFUNDIDAD: 2.00 m

UBICACIÓN: Mz 1 Lt 1 Los Rosales de San Luis -  
Distrito Victor Larco Herrera, frente a  
la ferretería Caleb

	N° Fiola	UNIDAD	M-1	M-2
1	Capacidad de fiola	cm <sup>3</sup>	500.00	500.00
2	Peso de suelo seco	g	120.00	120.00
3	Peso de la fiola + muestra + agua destilada	g	715.10	712.50
4	Temperatura	°C	22.40	22.40
5	Peso de la fiola + agua destilada	g	641.80	636.90
6	Corrección por temperatura (K)	°C	0.9995	0.9995
7	Peso específico de sólidos (6)*((2)/(5+2-3))	g/cm <sup>3</sup>	2.57	2.70
8	<b>Gravedad específica promedio (Gs)</b>		<b>2.63</b>	

CALICATA: C - 2

PROFUNDIDAD: 2.00 m

UBICACIÓN: Mz I prima Lt 4, 5ta etapa Los Rosales de San Luis,  
Distrito Victor Larco Herrera, al costado de La  
Andina chocolatería artesanal

	N° Fiola	UNIDAD	M-1	M-2
1	Capacidad de fiola	cm <sup>3</sup>	500.00	500.00
2	Peso de suelo seco	g	120.00	120.00
3	Peso de la fiola + muestra + agua destilada	g	715.70	713.30
4	Temperatura	°C	22.60	22.60
5	Peso de la fiola + agua destilada	g	639.70	637.10
6	Corrección por temperatura (K)	°C	0.9994	0.9994
7	Peso específico de sólidos (6)*((2)/(5+2-3))	g/cm <sup>3</sup>	2.73	2.74
8	<b>Gravedad específica promedio (Gs)</b>		<b>2.73</b>	

CALICATA: C - 3

PROFUNDIDAD: 2.00 m

UBICACIÓN: Av. Juan Pablo II S/N Vía de Evitamiento, Distrito  
Victor Larco Herrera, al costado del campo  
deportivo La Ruta

	N° Fiola	UNIDAD	M-1	M-2
1	Capacidad de fiola	cm <sup>3</sup>	500.00	500.00
2	Peso de suelo seco	g	120.00	120.00
3	Peso de la fiola + muestra + agua destilada	g	715.70	713.30
4	Temperatura	°C	22.40	22.40
5	Peso de la fiola + agua destilada	g	642.05	637.10
6	Corrección por temperatura (K)	°C	0.9995	0.9995
7	Peso específico de sólidos (6)*((2)/(5+2-3))	g/cm <sup>3</sup>	2.59	2.74
8	<b>Gravedad específica promedio (Gs)</b>		<b>2.66</b>	

## Densidades secas máximas y mínimas

### **DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS**

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINÉTICOS EN EL DISTRITO DE VÍCTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICEÑO TERRONES

UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CALICATA: C - 1

#### **DENSIDAD SECA MAXIMA**

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	908.71	908.71
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (gr)	5264.00	5271.00
PESO RECIPIENTE (gr)	3664.00	3664.00
PESO MUESTRA (gr)	1600.00	1607.00
<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cc)</b>	<b>1.76</b>	<b>1.77</b>
	<b>1.76</b>	

#### **DENSIDAD SECA MINIMA**

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm3)	908.71	908.71
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (gr)	5049.00	5053.00
PESO RECIPIENTE (gr)	3664.00	3664.00
PESO MUESTRA (gr)	1385.00	1389.00
<b>DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cc)</b>	<b>1.52</b>	<b>1.53</b>
	<b>1.53</b>	

## DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICEÑO TERRONES

UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CALICATA: C - 2

### DENSIDAD SECA MAXIMA

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	908.71	908.71
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (gr)	5250.00	5244.00
PESO RECIPIENTE (gr)	3664.00	3664.00
PESO MUESTRA (gr)	1586.00	1580.00
<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cc)</b>	<b>1.75</b>	<b>1.74</b>
	<b>1.74</b>	

### DENSIDAD SECA MINIMA

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	908.71	908.71
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (gr)	5037.00	5042.00
PESO RECIPIENTE (gr)	3664.00	3664.00
PESO MUESTRA (gr)	1373.00	1378.00
<b>DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cc)</b>	<b>1.51</b>	<b>1.52</b>
	<b>1.51</b>	

## DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICEÑO TERRONES

UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CALICATA: C - 3

### DENSIDAD SECA MAXIMA

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	908.71	908.71
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (gr)	5275.00	5281.00
PESO RECIPIENTE (gr)	3664.00	3664.00
PESO MUESTRA (gr)	1611.00	1617.00
<b>DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cc)</b>	<b>1.77</b>	<b>1.78</b>
	<b>1.78</b>	

### DENSIDAD SECA MINIMA

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	908.71	908.71
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (gr)	5060.00	5068.00
PESO RECIPIENTE (gr)	3664.00	3664.00
PESO MUESTRA (gr)	1396.00	1404.00
<b>DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cc)</b>	<b>1.54</b>	<b>1.55</b>
	<b>1.54</b>	

## Ensayo de CBR

### **RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESISISTA: JAIMÉ LEING BRICEÑO TERRONES  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CALICATA: C - 1

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
Molde N°	1		2		3	
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4530		4530		4530	
Condiciones de la Muestra	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de
	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + Molde (gr.)	8700.00		8200.00		7980.00	
Peso del Molde (gr.)	4190.00		4190.00		4190.00	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4510.00		4010.00		3790.00	
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2117.40		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.13</b>		<b>1.89</b>		<b>1.79</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara N°	1		2		3	
Muestra húmeda + Tara 8l	48.72		47.39		46.56	
Muestra seca + Tara (gr.)	45.10		43.79		43.01	
Peso del Agua (gr.)	3.62		3.60		3.55	
Peso de la Tara (gr.)	19.00		17.55		17.55	
Muestra Seca (gr.)	26.10		26.24		25.46	
Contenido de humedad ( % )	<b>13.87%</b>		<b>13.72%</b>		<b>13.94%</b>	
<b>DENSIDAD SECA ( gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.87</b>		<b>1.67</b>		<b>1.57</b>	

#### **DATOS DE EXPANSION**

Molde N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
Fecha	Hora	Tiempo (horas)	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
			dial	mm.	dial	mm.	dial	mm.

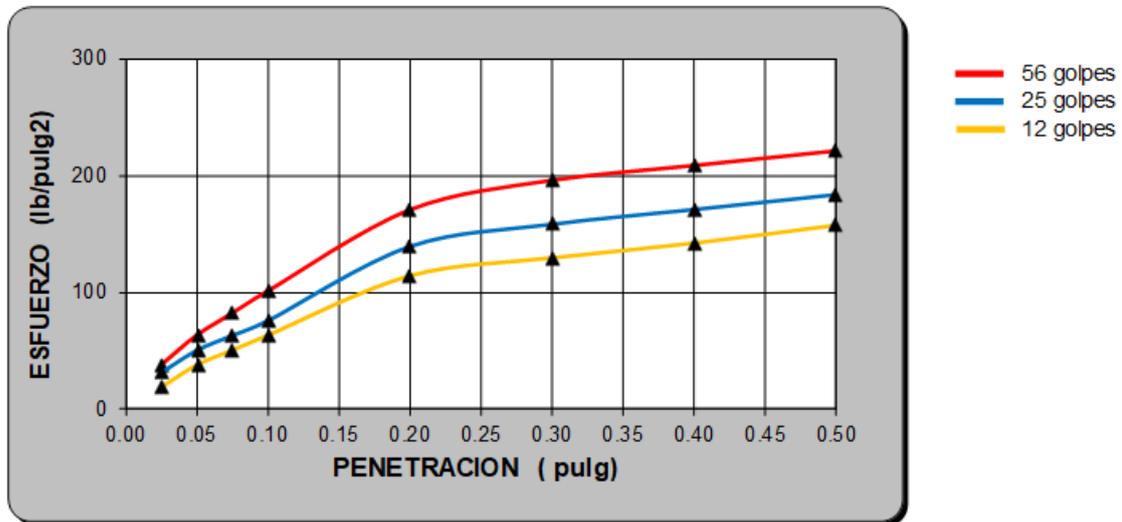
## ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		30.00	114.00	<b>38.00</b>	25.00	96	<b>31.67</b>	15.00	57.00	<b>19.00</b>
0.050		50.00	190.00	<b>63.33</b>	40.00	152	<b>50.67</b>	30.00	114.00	<b>38.00</b>
0.075		65.00	247.00	<b>82.33</b>	50.00	190	<b>63.33</b>	40.00	152.00	<b>50.67</b>
0.100		80.00	304.00	<b>101.33</b>	60.00	228	<b>76.00</b>	50.00	190.00	<b>63.33</b>
0.200		135.00	513.00	<b>171.00</b>	110.00	418	<b>139.33</b>	90.00	342.00	<b>114.00</b>
0.300		155.00	589.00	<b>196.33</b>	125.00	475	<b>158.33</b>	102.00	387.60	<b>129.20</b>
0.400		165.00	627.00	<b>209.00</b>	135.00	513	<b>171.00</b>	112.00	425.60	<b>141.87</b>
0.500		175.00	665.00	<b>221.67</b>	145.00	551	<b>183.67</b>	124.00	471.20	<b>157.07</b>

$$56 \begin{cases} \text{CBR (0.1") } & \frac{101.33 \times 100}{1000} = 10.13\% \\ \text{CBR (0.2") } & \frac{171 \times 100}{1500} = 11.40\% \end{cases}$$

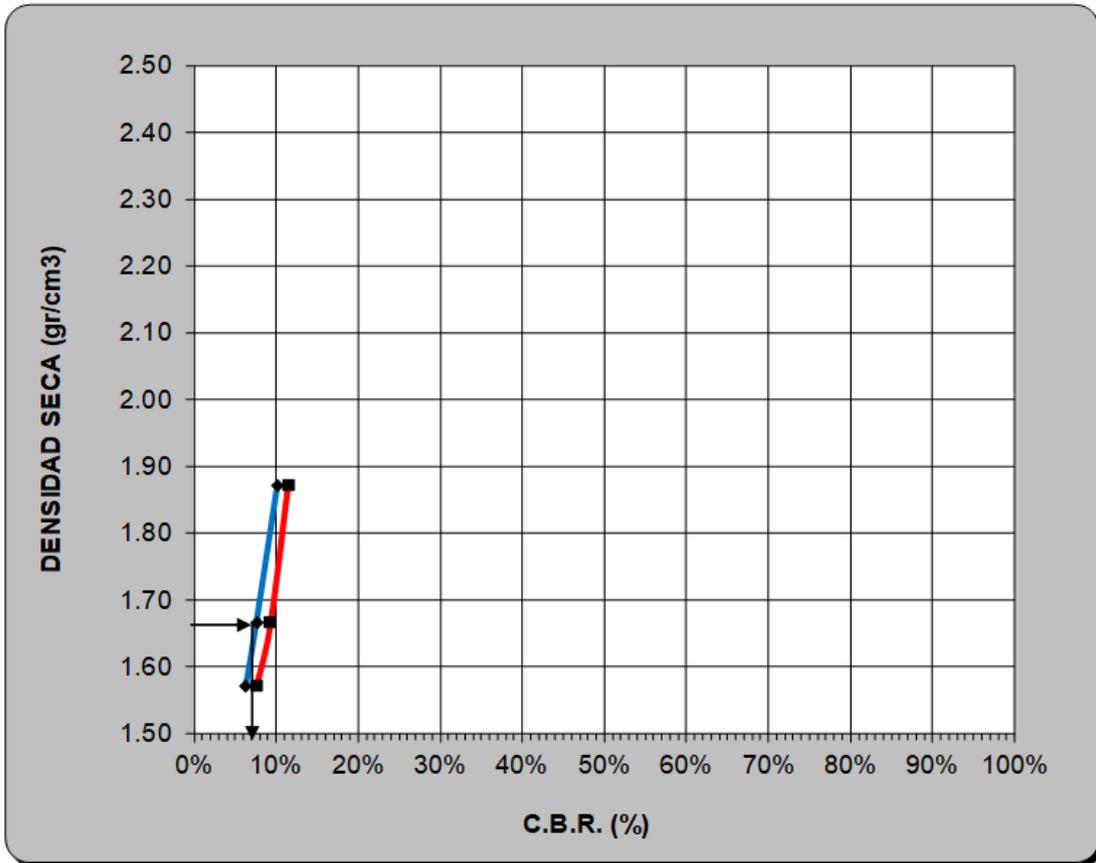
$$25 \begin{cases} \text{CBR (0.1") } & \frac{76 \times 100}{1000} = 7.60\% \\ \text{CBR (0.2") } & \frac{139.33 \times 100}{1500} = 9.29\% \end{cases}$$

$$12 \begin{cases} \text{CBR (0.1") } & \frac{63.33333 \times 100}{1000} = 6.33\% \\ \text{CBR (0.2") } & \frac{114 \times 100}{1500} = 7.60\% \end{cases}$$



GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	10.13%	7.60%	6.33%
	0.2	11.40%	9.29%	7.60%

## CURVA DENSIDAD SECA - CBR



— 0.10"  
— 0.20"

**VALORES PROCTOR MODIFICADO:**  
**DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):** 1.76  
**HUMEDAD OPTIMA (%):** 11.00

**95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):** 1.67  
**C.B.R. (%):** 8.00

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VÍCTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICEÑO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CALICATA: C - 2

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4530		4530		4530	
Condiciones de la Muestra	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de
	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + Molde (gr.)	8550.00		8150.00		7930.00	
Peso del Molde (gr.)	4190.00		4190.00		4190.00	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4360.00		3960.00		3740.00	
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2117.40		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.06</b>		<b>1.87</b>		<b>1.77</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara N°	1		2		3	
Muestra húmeda + Tara 8l	46.45		44.06		42.91	
Muestra seca + Tara (gr.)	43.51		40.95		39.53	
Peso del Agua (gr.)	2.94		3.11		3.38	
Peso de la Tara (gr.)	17.00		16.30		15.51	
Muestra Seca (gr.)	26.51		24.65		24.02	
Contenido de humedad ( % )	<b>11.09%</b>		<b>12.62%</b>		<b>14.07%</b>	
<b>DENSIDAD SECA ( gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.85</b>		<b>1.66</b>		<b>1.55</b>	

### DATOS DE EXPANSION

Molde N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
Fecha	Hora	Tiempo (horas)	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
			dial	mm.	dial	mm.	dial	mm.

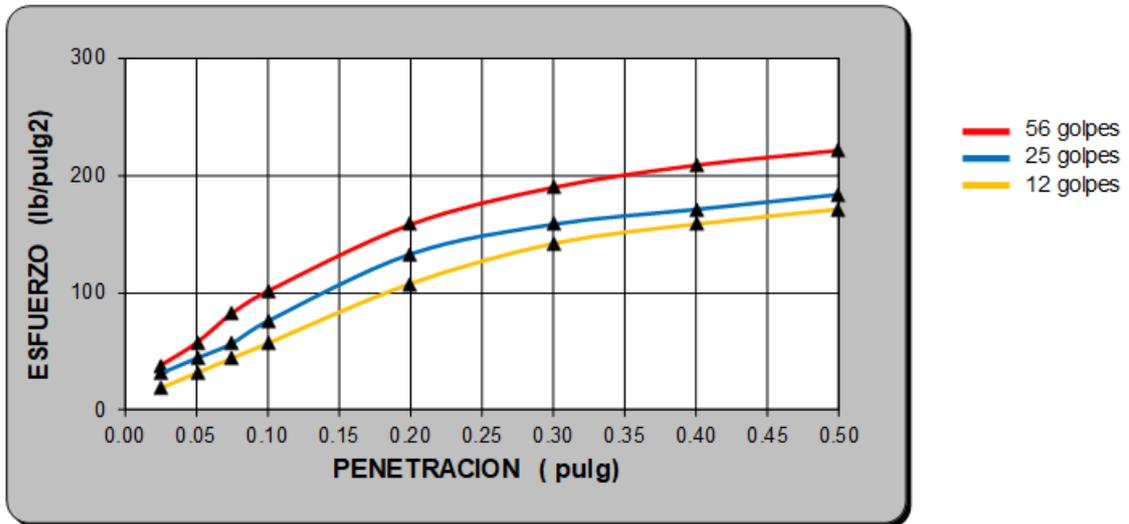
## ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
<b>0.025</b>		30.00	114.00	<b>38.00</b>	25.00	95	<b>31.67</b>	15.00	57.00	<b>19.00</b>
<b>0.050</b>		45.00	171.00	<b>57.00</b>	35.00	133	<b>44.33</b>	25.00	95.00	<b>31.67</b>
<b>0.075</b>		65.00	247.00	<b>82.33</b>	45.00	171	<b>57.00</b>	35.00	133.00	<b>44.33</b>
<b>0.100</b>		80.00	304.00	<b>101.33</b>	60.00	228	<b>76.00</b>	45.00	171.00	<b>57.00</b>
<b>0.200</b>		125.00	475.00	<b>158.33</b>	105.00	399	<b>133.00</b>	85.00	323.00	<b>107.67</b>
<b>0.300</b>		150.00	570.00	<b>190.00</b>	125.00	475	<b>158.33</b>	112.00	425.60	<b>141.87</b>
<b>0.400</b>		165.00	627.00	<b>209.00</b>	135.00	513	<b>171.00</b>	125.00	475.00	<b>158.33</b>
<b>0.500</b>		175.00	665.00	<b>221.67</b>	145.00	551	<b>183.67</b>	135.00	513.00	<b>171.00</b>

$$\begin{array}{l} \text{56} \left\{ \begin{array}{l} \text{CBR (0.1") } \quad \frac{101.33 \times 100}{1000} = 10.13\% \\ \text{CBR (0.2") } \quad \frac{158.3333 \times 100}{1500} = 10.56\% \end{array} \right. \end{array}$$

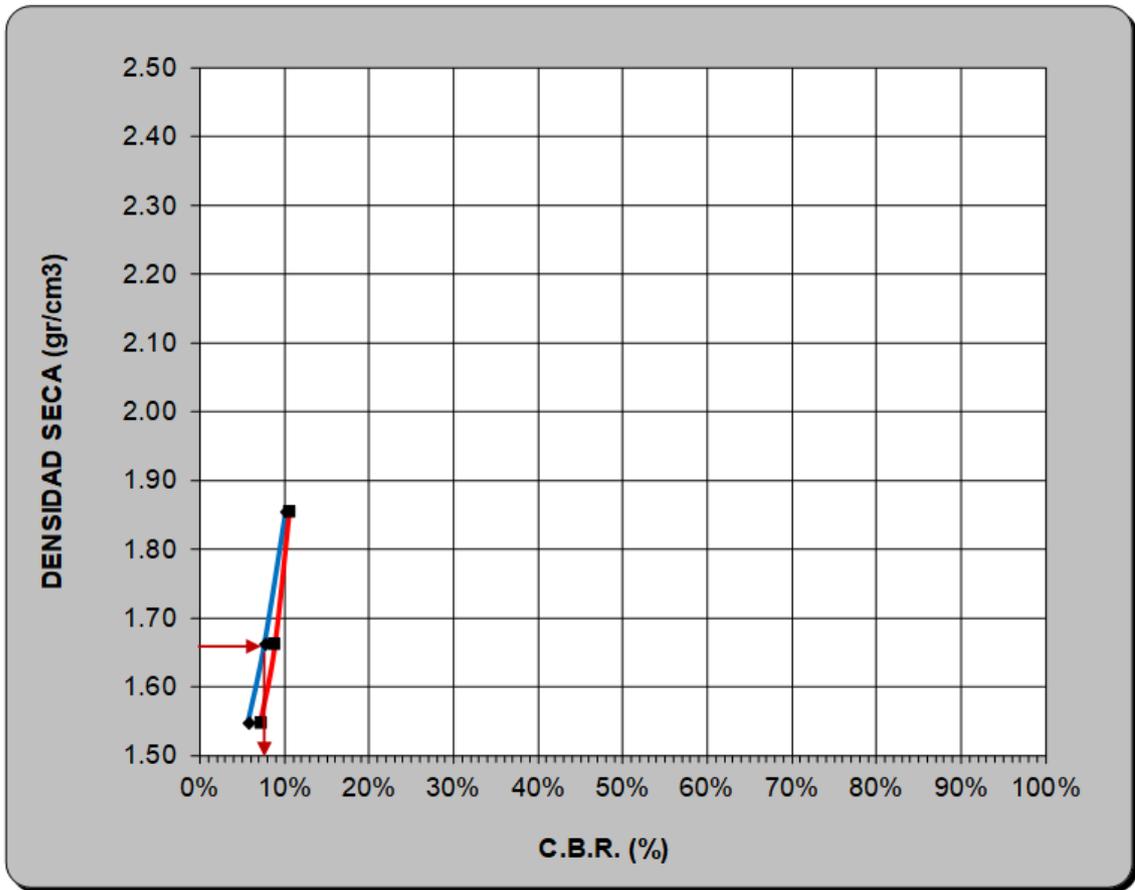
$$\begin{array}{l} \text{25} \left\{ \begin{array}{l} \text{CBR (0.1") } \quad \frac{76 \times 100}{1000} = 7.60\% \\ \text{CBR (0.2") } \quad \frac{133.00 \times 100}{1500} = 8.87\% \end{array} \right. \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{12} \left\{ \begin{array}{l} \text{CBR (0.1") } \quad \frac{57 \times 100}{1000} = 5.70\% \\ \text{CBR (0.2") } \quad \frac{107.6667 \times 100}{1500} = 7.18\% \end{array} \right. \end{array}$$



GOLPES		56	25	12
C.B.R	0.1	10.13%	7.60%	5.70%
	0.2	10.56%	8.87%	7.18%

## CURVA DENSIDAD SECA - CBR



— 0.10"  
— 0.20"

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>):      1.74  
 HUMEDAD OPTIMA (%):                      11.30

**95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>):      1.65**  
**C.B.R. (%):    7.50**

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AV. JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESISTA: JAIME LENING BRICEÑO TERRONES

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, JULIO DEL 2019

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CALICATA: C - 3

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4530		4530		4530	
Condiciones de la Muestra	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de
	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + Molde (gr.)	8600.00		8180.00		7960.00	
Peso del Molde (gr.)	4190.00		4190.00		4190.00	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4410.00		3990.00		3770.00	
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2117.40		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.08</b>		<b>1.88</b>		<b>1.78</b>	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara N°	1		2		3	
Muestra húmeda + Tara (gr.)	47.61		46.01		44.65	
Muestra seca + Tara (gr.)	45.00		42.68		41.31	
Peso del Agua (gr.)	2.61		3.33		3.34	
Peso de la Tara (gr.)	19.00		17.32		17.32	
Muestra Seca (gr.)	26.00		25.36		23.99	
Contenido de humedad ( % )	<b>10.04%</b>		<b>13.13%</b>		<b>13.92%</b>	
<b>DENSIDAD SECA ( gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.89</b>		<b>1.67</b>		<b>1.56</b>	

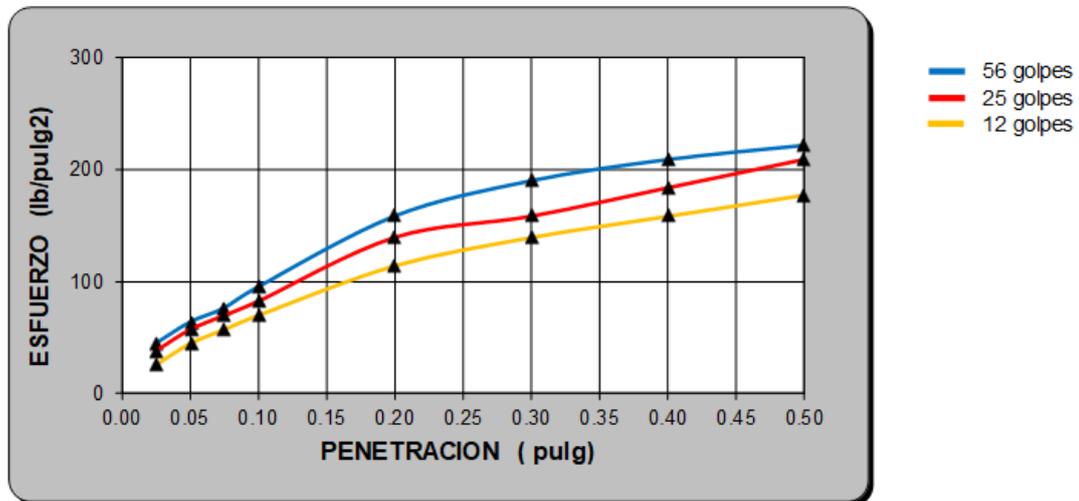
### DATOS DE EXPANSION

Molde N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
Fecha	Hora	Tiempo (horas)	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.

## ENSAYO CARGA - PENETRACION

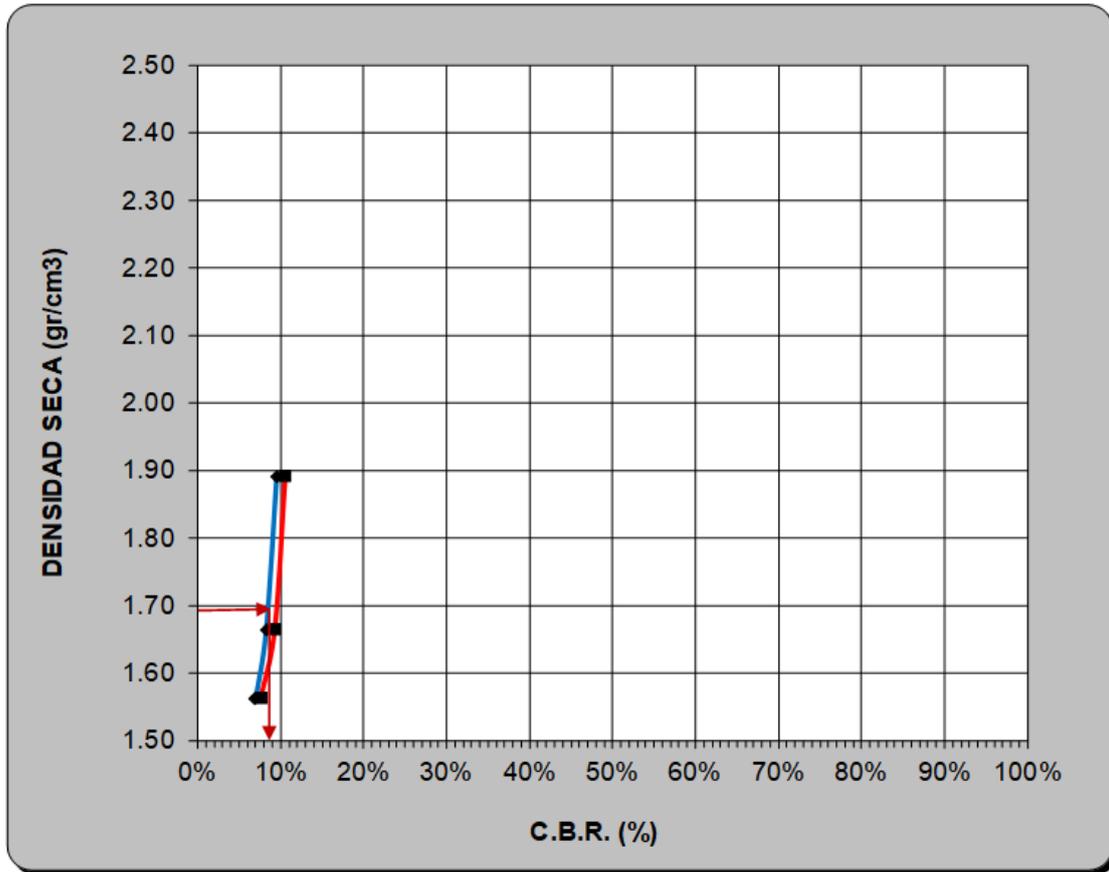
Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg <sup>2</sup>	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
<b>0.025</b>		35.00	133.00	<b>44.33</b>	30.00	114	<b>38.00</b>	20.00	76.00	<b>25.33</b>
<b>0.050</b>		50.00	190.00	<b>63.33</b>	45.00	171	<b>57.00</b>	35.00	133.00	<b>44.33</b>
<b>0.075</b>		60.00	228.00	<b>76.00</b>	55.00	209	<b>69.67</b>	45.00	171.00	<b>57.00</b>
<b>0.100</b>		75.00	285.00	<b>95.00</b>	65.00	247	<b>82.33</b>	55.00	209.00	<b>69.67</b>
<b>0.200</b>		125.00	475.00	<b>158.33</b>	110.00	418	<b>139.33</b>	90.00	342.00	<b>114.00</b>
<b>0.300</b>		150.00	570.00	<b>190.00</b>	125.00	475	<b>158.33</b>	110.00	418.00	<b>139.33</b>
<b>0.400</b>		165.00	627.00	<b>209.00</b>	145.00	551	<b>183.67</b>	125.00	475.00	<b>158.33</b>
<b>0.500</b>		175.00	665.00	<b>221.67</b>	165.00	627	<b>209.00</b>	140.00	532.00	<b>177.33</b>

56	CBR (0.1")	$\frac{95.00 \times 100}{1000} = 9.50\%$
	CBR (0.2")	$\frac{158.3333 \times 100}{1500} = 10.56\%$
25	CBR (0.1")	$\frac{82.33333 \times 100}{1000} = 8.23\%$
	CBR (0.2")	$\frac{139.33 \times 100}{1500} = 9.29\%$
12	CBR (0.1")	$\frac{69.66667 \times 100}{1000} = 6.97\%$
	CBR (0.2")	$\frac{114 \times 100}{1500} = 7.60\%$



GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	9.50%	8.23%	6.97%
	0.2	10.56%	9.29%	7.60%

## CURVA DENSIDAD SECA - CBR



— 0.10"  
— 0.20"

**VALORES PROCTOR MODIFICADO:**  
**DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>):**            **1.78**  
**HUMEDAD OPTIMA (%):**                            **10.80**

**95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>):**            **1.69**  
**C.B.R. (%):**    **8.50**

## Fotos de calicatas realizadas

### CALICATA: C - 1

Mz 1 Lt 1 Los Rosales de San Luis -  
Distrito Víctor Larco Herrera, frente a la  
ferretería Caleb



**CALICATA: C - 2**

Mz I prima Lt 4, 5ta etapa Los Rosales de San Luis, Distrito Víctor Larco Herrera, al costado de La Andina chocolatería artesanal



**CALICATA: C - 3**



Av. Juan Pablo II S/N Vía de Evitamiento,  
Distrito Víctor Larco Herrera, al costado del  
campo deportivo La Ruta



# **Análisis de precios unitarios del pavimento flexible**

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	001	PAVIMENTO FLEXIBLE						
Partida	01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : glb			2,523.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
010101000600	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	6.0000	6.0000	20.50	123.00 123.00	
	Equipos							
0301220001	CAMION PLATAFORMA		hm	1.0000	1.0000	2,400.00	2,400.00 2,400.00	
Partida	01.02	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			1,500.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales							
0292020002	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA		glb		1.0000	1,500.00	1,500.00 1,500.00	
Partida	01.03	CARTEL DE OBRA						
Rendimiento	und/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,204.15	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	20.43	163.44	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	8.0000	17.00	136.00	
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	14.76	118.08 417.52	
	Materiales							
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		2.0000	4.00	8.00	
020701000100	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5000	55.00	27.50	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.2000	23.00	27.60	
0218020001	PERNO HEXAGONAL		und		15.0000	1.00	15.00	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		70.0000	5.00	350.00	
0292020003	GIGANTOGRAFIA		m2		17.3000	20.00	346.00 774.10	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	417.52	12.53 12.53	
Partida	01.04	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			5,300.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos							
0425010010	SC SEÑALIZACION Y SEGURIDAD EN OBRA		glb		1.0000	5,300.00	5,300.00 5,300.00	
Partida	01.05	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			2,850.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos							
0425010011	SC MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO		mes		1.0000	2,850.00	2,850.00 2,850.00	

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 001 PAVIMENTO FLEXIBLE Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 02.01 TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA

Rendimiento m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : m2 0.54

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5600	0.0075	20.43	0.15
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	14.76	0.20
<b>0.35</b>						
<b>Materiales</b>						
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	5.46	0.03
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	3.50	0.02
<b>0.05</b>						
<b>Equipos</b>						
030100000200	NIVEL	hm	0.5000	0.0067	4.00	0.03
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0067	12.71	0.09
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.35	0.02
<b>0.14</b>						

Partida 03.01 CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO

Rendimiento m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m3 6.96

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	24.11	0.10
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.43	0.82
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	14.76	1.18
<b>2.10</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.10	0.06
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
<b>4.86</b>						

Partida 03.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ MAQUINARIA

Rendimiento m3/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m3 12.69

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	24.11	0.07
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	20.43	1.09
<b>1.16</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.16	0.06
030118000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	130.00	3.47
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	2.0000	0.0533	150.00	8.00
<b>11.53</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	<b>"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"</b>					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	001	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>						
Partida	04.01	<b>NIVELACION DE LA SUBRASANTE C/MAQUINARIA</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 850.0000	EQ. 850.0000	Costo unitario directo por : m2			<b>5.15</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0009	24.11	0.02	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0094	20.43	0.19	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0376	14.76	0.55	
							<b>0.76</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.76	0.02	
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	1.0000	0.0094	155.00	1.46	
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0094	180.00	1.69	
030122000500	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0094	130.00	1.22	
							<b>4.39</b>	
Partida	04.02	<b>SUB BASE GRANULAR e=0.15m</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2			<b>12.78</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0100	20.43	0.20	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0400	14.76	0.59	
							<b>0.79</b>	
	<b>Materiales</b>							
020704000100	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE		m3		0.1850	40.00	7.40	
							<b>7.40</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.79	0.04	
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	1.0000	0.0100	155.00	1.55	
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80	
030122000500	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20	
							<b>4.59</b>	
Partida	04.03	<b>BASE GRANULAR e=0.20m</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 900.0000	EQ. 900.0000	Costo unitario directo por : m2			<b>13.13</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0089	20.43	0.18	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0356	14.76	0.53	
							<b>0.71</b>	
	<b>Materiales</b>							
020704000100	MATERIAL GRANULAR PARA BASE		m3		0.1850	45.00	8.33	
							<b>8.33</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.71	0.04	
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton		hm	1.0000	0.0089	155.00	1.38	
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0089	180.00	1.60	
030122000500	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0089	120.00	1.07	
							<b>4.09</b>	

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	001	PAVIMENTO FLEXIBLE						
Partida	04.04	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			4.86	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.00	0.09		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	14.76	0.31		
						<b>0.40</b>		
	<b>Materiales</b>							
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal		0.3000	10.00	3.00		
						<b>3.00</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.40	0.02		
030122000700	CAMION BARANDA (4TN)	hm	1.0000	0.0053	120.00	0.64		
030139000800	COCINA DE ASFALTO 320 gl	hm	1.0000	0.0053	150.00	0.80		
						<b>1.46</b>		
Partida	04.05	IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			4.86	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.00	0.09		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	14.76	0.31		
						<b>0.40</b>		
	<b>Materiales</b>							
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal		0.3000	10.00	3.00		
						<b>3.00</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.40	0.02		
030122000700	CAMION BARANDA (4TN)	hm	1.0000	0.0053	120.00	0.64		
030139000800	COCINA DE ASFALTO 320 gl	hm	1.0000	0.0053	150.00	0.80		
						<b>1.46</b>		
Partida	04.06	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=0.08m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			34.13	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0020	24.11	0.05		
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0120	20.43	0.25		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0120	17.00	0.20		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0320	14.76	0.47		
						<b>0.97</b>		
	<b>Materiales</b>							
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.1200	220.00	26.40		
						<b>26.40</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		4.0000	0.97	0.04		
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton	hm	1.0000	0.0040	380.00	1.52		
030110000500	RODILLO TANDEM EST 8-10 ton	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60		
030139000200	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60		
						<b>6.76</b>		

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 001 PAVIMENTO FLEXIBLE Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 05.01 PINTADO DEL PAVIMENTO (símbolos)

Rendimiento m2/DIA MO. 36.0000 EQ. 36.0000 Costo unitario directo por : m2 28.61

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2222	20.43	4.54
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2222	17.00	3.78
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.8889	14.76	13.12
<b>21.44</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.1200	44.50	5.34
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0300	37.85	1.14
<b>6.48</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.44	0.64
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0069	7.20	0.05
<b>0.69</b>						

Partida 05.02 PINTADO DE PAVIMENTO (lineas discontinuas - blanco)

Rendimiento ml/DIA MO. 125.0000 EQ. 125.0000 Costo unitario directo por : ml 5.89

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0640	20.43	1.31
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2560	14.76	3.78
<b>5.09</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0120	44.50	0.53
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0030	37.85	0.11
<b>0.64</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.09	0.15
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0020	7.20	0.01
<b>0.16</b>						

Partida 05.03 PINTADO DE PAVIMENTO (línea continua - blanca)

Rendimiento ml/DIA MO. 150.0000 EQ. 150.0000 Costo unitario directo por : ml 5.95

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.43	1.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	17.00	0.91
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2133	14.76	3.15
<b>5.15</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0120	44.50	0.53
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0030	37.85	0.11
<b>0.64</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.15	0.15
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0017	7.20	0.01
<b>0.16</b>						

# **Análisis de precios unitarios del pavimento flexible con geotextil**

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	<b>"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"</b>					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	002	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL</b>						
Partida	01.01	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO</b>						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : glb			2,523.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
010101000800	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	8.0000	8.0000	20.50	123.00	
							<b>123.00</b>	
	Equipos							
0301220001	CAMION PLATAFORMA		hm	1.0000	1.0000	2,400.00	2,400.00	
							<b>2,400.00</b>	
Partida	01.02	<b>ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA</b>						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			1,500.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales							
0292020002	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA		glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	
							<b>1,500.00</b>	
Partida	01.03	<b>CARTEL DE OBRA</b>						
Rendimiento	und/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,204.15	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	20.43	163.44	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	8.0000	17.00	136.00	
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	14.78	118.08	
							<b>417.52</b>	
	Materiales							
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		2.0000	4.00	8.00	
020701000100	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5000	55.00	27.50	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.2000	23.00	27.60	
0218020001	PERNO HEXAGONAL		und		15.0000	1.00	15.00	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		70.0000	5.00	350.00	
0292020003	GIGANTOGRAFIA		m2		17.3000	20.00	346.00	
							<b>774.10</b>	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	417.52	12.53	
							<b>12.53</b>	
Partida	01.04	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA</b>						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			5,300.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos							
0425010010	SC SEÑALIZACION Y SEGURIDAD EN OBRA		glb		1.0000	5,300.00	5,300.00	
							<b>5,300.00</b>	
Partida	01.05	<b>MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO</b>						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			2,850.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos							
0425010011	SC MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO		mes		1.0000	2,850.00	2,850.00	
							<b>2,850.00</b>	

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 002 PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 02.01 TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA

Rendimiento m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : m2 0.54

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5600	0.0075	20.43	0.15
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	14.76	0.20
<b>0.35</b>						
<b>Materiales</b>						
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	5.46	0.03
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	3.50	0.02
<b>0.05</b>						
<b>Equipos</b>						
030100000200	NIVEL	hm	0.5000	0.0067	4.00	0.03
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0067	12.71	0.09
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.35	0.02
<b>0.14</b>						

Partida 03.01 CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO

Rendimiento m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m3 6.96

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	24.11	0.10
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.43	0.82
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	14.76	1.18
<b>2.10</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.10	0.06
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
<b>4.86</b>						

Partida 03.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ MAQUINARIA

Rendimiento m3/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m3 12.69

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	24.11	0.07
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	20.43	1.09
<b>1.16</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.16	0.06
030118000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	130.00	3.47
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	2.0000	0.0533	150.00	8.00
<b>11.53</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 002 PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 04.01 NIVELACION DE LA SUBRASANTE C/MAQUINARIA

Rendimiento m2/DIA MO. 850.0000 EQ. 850.0000 Costo unitario directo por : m2 5.15

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0009	24.11	0.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0094	20.43	0.19
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0376	14.78	0.55
<b>0.76</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.76	0.02
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0094	155.00	1.46
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0094	180.00	1.69
030122000500	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0094	130.00	1.22
<b>4.39</b>						

Partida 04.02 TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA

Rendimiento m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : m2 0.54

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5600	0.0075	20.43	0.15
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	14.78	0.20
<b>0.35</b>						
<b>Materiales</b>						
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	5.46	0.03
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	3.50	0.02
<b>0.05</b>						
<b>Equipos</b>						
030100000200	NIVEL	hm	0.5000	0.0067	4.00	0.03
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0067	12.71	0.09
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.35	0.02
<b>0.14</b>						

Partida 04.03 TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA

Rendimiento m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : m2 0.54

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5600	0.0075	20.43	0.15
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	14.78	0.20
<b>0.35</b>						
<b>Materiales</b>						
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	5.46	0.03
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	3.50	0.02
<b>0.05</b>						
<b>Equipos</b>						
030100000200	NIVEL	hm	0.5000	0.0067	4.00	0.03
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0067	12.71	0.09
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.35	0.02
<b>0.14</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"						
Subpresupuest	002	PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL					Fecha presupuesto	14/07/2019
Partida	04.04	SUB BASE GRANULAR e=0.15m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2			12.78	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	20.43	0.20		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	14.76	0.59		
						<b>0.79</b>		
	<b>Materiales</b>							
020704000100	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.1850	40.00	7.40		
						<b>7.40</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.79	0.04		
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0100	155.00	1.55		
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80		
030122000500	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20		
						<b>4.59</b>		
Partida	04.05	BASE GRANULAR e=0.20m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 900.0000	EQ. 900.0000	Costo unitario directo por : m2			13.13	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0089	20.43	0.18		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0356	14.76	0.53		
						<b>0.71</b>		
	<b>Materiales</b>							
020704000100	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.1850	45.00	8.33		
						<b>8.33</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.71	0.04		
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0089	155.00	1.38		
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0089	180.00	1.60		
030122000500	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0089	120.00	1.07		
						<b>4.09</b>		
Partida	04.06	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2			0.54	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5600	0.0075	20.43	0.15		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	14.76	0.20		
						<b>0.35</b>		
	<b>Materiales</b>							
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	5.46	0.03		
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	3.50	0.02		
						<b>0.05</b>		
	<b>Equipos</b>							
030100000200	NIVEL	hm	0.5000	0.0067	4.00	0.03		
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0067	12.71	0.09		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.35	0.02		
						<b>0.14</b>		

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 002 PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 04.07 TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA

Rendimiento m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : m2 0.54

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5600	0.0075	20.43	0.15
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	14.78	0.20
<b>0.35</b>						
<b>Materiales</b>						
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	5.46	0.03
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	3.50	0.02
<b>0.05</b>						
<b>Equipos</b>						
03010000200	NIVEL	hm	0.5000	0.0067	4.00	0.03
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0067	12.71	0.09
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.35	0.02
<b>0.14</b>						

Partida 04.08 BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION

Rendimiento m2/DIA MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m2 4.86

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.00	0.09
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	14.78	0.31
<b>0.40</b>						
<b>Materiales</b>						
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal		0.3000	10.00	3.00
<b>3.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.40	0.02
030122000700	CAMION BARANDA (4TN)	hm	1.0000	0.0053	120.00	0.64
030139000800	COCINA DE ASFALTO 320 gl	hm	1.0000	0.0053	150.00	0.80
<b>1.46</b>						

Partida 04.09 IMPRIMACION ASFALTICA

Rendimiento m2/DIA MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m2 4.86

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.00	0.09
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	14.78	0.31
<b>0.40</b>						
<b>Materiales</b>						
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal		0.3000	10.00	3.00
<b>3.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.40	0.02
030122000700	CAMION BARANDA (4TN)	hm	1.0000	0.0053	120.00	0.64
030139000800	COCINA DE ASFALTO 320 gl	hm	1.0000	0.0053	150.00	0.80
<b>1.46</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 002 PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 04.10 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=0.08m

Rendimiento m2/DIA MO. 2,000.0000 EQ. 2,000.0000 Costo unitario directo por : m2 **34.13**

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0020	24.11	0.05
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0120	20.43	0.25
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0120	17.00	0.20
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0320	14.76	0.47
<b>0.97</b>						
<b>Materiales</b>						
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.1200	220.00	26.40
<b>26.40</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		4.0000	0.97	0.04
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton	hm	1.0000	0.0040	380.00	1.52
030110000500	RODILLO TANDEM EST 8-10 ton	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60
030139000200	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 89 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60
<b>6.76</b>						

Partida 05.01 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL

Rendimiento m2/DIA MO. 5,000.0000 EQ. 5,000.0000 Costo unitario directo por : m2 **3.88**

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0016	17.00	0.03
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0064	14.76	0.09
<b>0.12</b>						
<b>Materiales</b>						
0210020003	GEOTEXTIL TEJIDO T 2400	m2		1.1000	3.41	3.75
<b>3.75</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.12	0.01
<b>0.01</b>						

Partida 06.01 PINTADO DEL PAVIMENTO (simbolos)

Rendimiento m2/DIA MO. 36.0000 EQ. 36.0000 Costo unitario directo por : m2 **28.61**

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2222	20.43	4.54
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2222	17.00	3.78
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.8889	14.76	13.12
<b>21.44</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.1200	44.50	5.34
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0300	37.85	1.14
<b>6.48</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.44	0.64
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0089	7.20	0.05
<b>0.69</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	002	PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOTEXTIL						
Partida	06.02	PINTADO DE PAVIMENTO (lineas discontinuas - blanco)						
Rendimiento	mI/DIA	MO. 125.0000	EQ. 125.0000	Costo unitario directo por : mI			5.89	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0640	20.43	1.31		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2560	14.76	3.78		
						<b>5.09</b>		
	<b>Materiales</b>							
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0120	44.50	0.53		
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0030	37.85	0.11		
						<b>0.64</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.09	0.15		
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0020	7.20	0.01		
						<b>0.16</b>		
Partida	06.03	PINTADO DE PAVIMENTO (linea continua - blanca)						
Rendimiento	mI/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : mI			5.95	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.43	1.09		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	17.00	0.91		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2133	14.76	3.15		
						<b>5.15</b>		
	<b>Materiales</b>							
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0120	44.50	0.53		
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0030	37.85	0.11		
						<b>0.64</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.15	0.15		
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0017	7.20	0.01		
						<b>0.16</b>		

# **Análisis de precios unitarios del pavimento rígido**

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	003	PAVIMENTO RIGIDO						
Partida	01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : glb			2,523.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
010101000600	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	6.0000	6.0000	20.50	123.00	
							123.00	
	Equipos							
0301220001	CAMION PLATAFORMA		hm	1.0000	1.0000	2,400.00	2,400.00	
							2,400.00	
Partida	01.02	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			1,500.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales							
0292020002	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA		glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	
							1,500.00	
Partida	01.03	CARTEL DE OBRA						
Rendimiento	und/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,204.15	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	20.43	163.44	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	8.0000	17.00	136.00	
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	14.76	118.08	
							417.52	
	Materiales							
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		2.0000	4.00	8.00	
020701000100	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5000	55.00	27.50	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.2000	23.00	27.60	
0218020001	PERNO HEXAGONAL		und		15.0000	1.00	15.00	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		70.0000	5.00	350.00	
0292020003	GIGANTOGRAFIA		m2		17.3000	20.00	346.00	
							774.10	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	417.52	12.53	
							12.53	
Partida	01.04	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			5,300.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos							
0425010010	SC SEÑALIZACION Y SEGURIDAD EN OBRA		glb		1.0000	5,300.00	5,300.00	
							5,300.00	
Partida	01.05	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			2,850.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subcontratos							
0425010011	SC MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO		mes		1.0000	2,850.00	2,850.00	
							2,850.00	

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 003 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 02.01 TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA

Rendimiento m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : m2 0.54

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5800	0.0075	20.43	0.15
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	14.78	0.20
<b>0.35</b>						
<b>Materiales</b>						
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	5.46	0.03
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	3.50	0.02
<b>0.05</b>						
<b>Equipos</b>						
030100000200	NIVEL	hm	0.5000	0.0067	4.00	0.03
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0067	12.71	0.09
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.35	0.02
<b>0.14</b>						

Partida 03.01 CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO

Rendimiento m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m3 6.96

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	24.11	0.10
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.43	0.82
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	14.78	1.18
<b>2.10</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.10	0.06
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
<b>4.86</b>						

Partida 03.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ MAQUINARIA

Rendimiento m3/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : m3 12.66

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	24.11	0.07
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	20.43	1.09
<b>1.16</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.16	0.03
030118000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	130.00	3.47
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	2.0000	0.0533	150.00	8.00
<b>11.50</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 003 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 04.01 NIVELACION DE LA SUBRASANTE C/MAQUINARIA

Rendimiento m2/DIA MO. 850.0000 EQ. 850.0000 Costo unitario directo por : m2 5.15

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0009	24.11	0.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0094	20.43	0.19
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0376	14.76	0.55
<b>0.76</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.76	0.02
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0094	155.00	1.46
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0094	180.00	1.69
030122000500	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0094	130.00	1.22
<b>4.39</b>						

Partida 04.02 BASE GRANULAR e=0.15m

Rendimiento m2/DIA MO. 800.0000 EQ. 800.0000 Costo unitario directo por : m2 13.71

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	20.43	0.20
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	14.76	0.59
<b>0.79</b>						
<b>Materiales</b>						
020704000100	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.1850	45.00	8.33
<b>8.33</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.79	0.04
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0100	155.00	1.55
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
030122000500	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20
<b>4.59</b>						

Partida 04.03 LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO h=0.20m, f'c=280kg/cm2

Rendimiento m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000 Costo unitario directo por : m2 81.51

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	24.11	0.16
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	20.43	2.72
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0867	17.00	1.13
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	14.76	1.97
<b>5.98</b>						
<b>Materiales</b>						
021901000100	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO T-1	m3		0.2100	350.00	73.50
<b>73.50</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.98	0.18
0301040004	BOMBA DE CONCRETO	m3		0.1000	15.00	1.50
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.0867	5.23	0.35
<b>2.03</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	003	PAVIMENTO RIGIDO						
Partida	04.04	CURADO DEL CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo unitario directo por : m2			2.93	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1000	14.76	1.48	1.48	
	<b>Materiales</b>							
0222180002	CURADO DEL CONCRETO	m2		0.0600	21.40	1.28	1.28	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.48	0.07		
030148000200	BROCHA DE NYLON DE 4"	und		0.0100	10.00	0.10	0.17	
Partida	04.05	JUNTAS DE CONSTRUCCION						
Rendimiento	ml/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : ml			8.47	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.00	0.54		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.76	0.47	1.01	
	<b>Materiales</b>							
020105000100	ASFALTO RC-250	gal		0.1300	56.00	7.28		
020702000100	ARENA GRUESA	m3		0.0023	67.00	0.15	7.43	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.01	0.03	0.03	
Partida	04.06	JUNTAS DE CONTRACCION						
Rendimiento	ml/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : ml			3.14	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0320	24.11	0.77		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.76	0.47	1.24	
	<b>Materiales</b>							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1200	12.00	1.44	1.44	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.24	0.06		
0301110002	CORTADORA DE PAVIMENTO INC. DISCO	hm	1.2500	0.0400	10.00	0.40	0.46	

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 003 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 04.07 JUNTAS CON DOWELS

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 16.75

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.11	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.43	0.65
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.00	0.54
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.76	0.47
<b>1.74</b>						
<b>Materiales</b>						
020408000100	ACERO LISO EN VARILLAS DE 1" X 6 m	var		1.0500	2.10	2.21
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.2000	63.53	12.71
<b>14.92</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.74	0.09
<b>0.09</b>						

Partida 05.01 PINTADO DEL PAVIMENTO (simbolos)

Rendimiento m2/DIA MO. 36.0000 EQ. 36.0000 Costo unitario directo por : m2 28.61

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2222	20.43	4.54
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2222	17.00	3.78
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.8889	14.76	13.12
<b>21.44</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.1200	44.50	5.34
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0300	37.85	1.14
<b>6.48</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.44	0.64
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0069	7.20	0.05
<b>0.69</b>						

Partida 05.02 PINTADO DE PAVIMENTO (lineas discontinuas - blanco)

Rendimiento ml/DIA MO. 125.0000 EQ. 125.0000 Costo unitario directo por : ml 5.89

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0640	20.43	1.31
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2560	14.76	3.78
<b>5.09</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0120	44.50	0.53
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0030	37.85	0.11
<b>0.64</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.09	0.15
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0020	7.20	0.01
<b>0.16</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 003 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 05.03 PINTADO DE PAVIMENTO (línea continua - blanca)

Rendimiento mII/DIA MO. 150.0000 EQ. 150.0000 Costo unitario directo por : mII 5.95

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.43	1.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	17.00	0.91
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2133	14.76	3.15
<b>5.15</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0120	44.50	0.53
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0030	37.85	0.11
<b>0.64</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.15	0.15
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0017	7.20	0.01
<b>0.16</b>						

# **Análisis de precios unitarios del pavimento adoquinado**

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	<b>"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"</b>					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	004	<b>PAVIMENTO ADOQUINADO</b>						
Partida	01.01	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO</b>						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : glb			2,523.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
010101000800	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	8.0000	8.0000	20.50	123.00	
							123.00	
	<b>Equipos</b>							
0301220001	CAMION PLATAFORMA		hm	1.0000	1.0000	2,400.00	2,400.00	
							2,400.00	
Partida	01.02	<b>ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA</b>						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			1,500.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Materiales</b>							
0292020002	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIANIA		glb		1.0000	1,500.00	1,500.00	
							1,500.00	
Partida	01.03	<b>CARTEL DE OBRA</b>						
Rendimiento	und/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,204.15	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	20.43	163.44	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	8.0000	17.00	136.00	
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	14.76	118.08	
							417.52	
	<b>Materiales</b>							
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		2.0000	4.00	8.00	
020701000100	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5000	55.00	27.50	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.2000	23.00	27.60	
0218020001	PERNO HEXAGONAL		und		15.0000	1.00	15.00	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		70.0000	5.00	350.00	
0292020003	GIGANTOGRAFIA		m2		17.3000	20.00	346.00	
							774.10	
	<b>Equipos</b>							
0301010008	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	417.52	12.53	
							12.53	
Partida	01.04	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD DE OBRA</b>						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			5,300.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Subcontratos</b>							
0425010010	SC SEÑALIZACION Y SEGURIDAD EN OBRA		glb		1.0000	5,300.00	5,300.00	
							5,300.00	
Partida	01.05	<b>MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO</b>						
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			2,850.00	
Código	Descripción Recurs		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Subcontratos</b>							
0425010011	SC MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO		mes		1.0000	2,850.00	2,850.00	
							2,850.00	

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	004	PAVIMENTO ADOQUINADO						
Partida	02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2			0.54	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5800	0.0075	20.43	0.15		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0133	14.76	0.20		
							<b>0.35</b>	
	<b>Materiales</b>							
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	5.46	0.03		
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	3.50	0.02		
							<b>0.05</b>	
	<b>Equipos</b>							
030100000200	NIVEL	hm	0.5000	0.0067	4.00	0.03		
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0067	12.71	0.09		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.35	0.02		
							<b>0.14</b>	
Partida	03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3			6.96	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	24.11	0.10		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.43	0.82		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	14.76	1.18		
							<b>2.10</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.10	0.06		
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80		
							<b>4.86</b>	
Partida	03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ MAQUINARIA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3			12.66	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	24.11	0.07		
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	20.43	1.09		
							<b>1.16</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.16	0.03		
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	130.00	3.47		
030122000400	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	2.0000	0.0533	150.00	8.00		
							<b>11.50</b>	

### Análisis de precios unitarios

Presupuest	020100	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"					Fecha presupuesto	14/07/2019
Subpresupuest	004	PAVIMENTO ADOQUINADO						
Partida	04.01	CONFORMACION DE SUB RASANTE PARA ADOQUINES						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2			7.47	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0133	24.11	0.32		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	20.43	0.27		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0533	14.76	0.79		
						<b>1.38</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.38	0.04		
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0133	155.00	2.06		
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0133	180.00	2.39		
030122000500	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0133	120.00	1.60		
						<b>6.09</b>		
Partida	04.02	BASE GRANULAR e=0.30m COMPACTACION EQUIPO LIVIANO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2			45.88	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.11	0.08		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.43	0.65		
0101010004	OFICIAL	hh	6.0000	0.1920	17.00	3.26		
						<b>3.99</b>		
	<b>Materiales</b>							
020704000100	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.2600	45.00	11.70		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2790	12.00	3.35		
						<b>15.05</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.99	0.12		
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton	hm	1.0000	0.0320	380.00	12.16		
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton	hm	1.0000	0.0320	155.00	4.96		
030120000100	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0320	180.00	5.76		
030122000500	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0320	120.00	3.84		
						<b>26.84</b>		
Partida	04.03	CONFORMACION DE CAMA DE ARENA PARA ASENTADO DE ADOQUINES e=0.04m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			8.08	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurs</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0400	24.11	0.96		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.3200	14.76	4.72		
						<b>5.68</b>		
	<b>Materiales</b>							
0207020003	ARENA PARA CONFINAMIENTO DEL ADOQUINADO	m2		0.0500	48.00	2.40		
						<b>2.40</b>		

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 004 PAVIMENTO ADOQUINADO

Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 04.04 PISO DE ADOQUIN DE CONCRETO e=0.08m

Rendimiento m2/DIA MO. 40.0000 EQ. 40.0000 Costo unitario directo por : m2 66.06

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.1000	20.43	2.04
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	17.00	3.40
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	14.76	2.95
<b>8.39</b>						
<b>Materiales</b>						
0218080001	ADOQUIN DE CONCRETO	m2		50.0000	1.10	55.00
<b>55.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010008	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	8.39	0.17
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	0.1250	0.0250	100.00	2.50
<b>2.67</b>						

Partida 04.05 SELLO Y COMPACTADO FINAL DEL PAVIMENTO

Rendimiento m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : m2 3.61

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0133	17.00	0.23
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0400	14.76	0.59
<b>0.82</b>						
<b>Materiales</b>						
020702000100	ARENA FINA	m3		0.0300	47.43	1.42
<b>1.42</b>						
<b>Equipos</b>						
0301050003	ESCOBAS	und		0.0100	7.75	0.08
0301100008	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	0.1275	0.0017	757.44	1.29
<b>1.37</b>						

Partida 05.01 PINTADO DEL PAVIMENTO (símbolos)

Rendimiento m2/DIA MO. 36.0000 EQ. 36.0000 Costo unitario directo por : m2 28.61

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2222	20.43	4.54
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2222	17.00	3.78
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.8889	14.76	13.12
<b>21.44</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.1200	44.50	5.34
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0300	37.85	1.14
<b>6.48</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010008	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.44	0.64
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0089	7.20	0.05
<b>0.69</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuest 020100 "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA JUAN PABLO II Y SU INTERCONEXIÓN CON LA VÍA DE EVITAMIENTO UTILIZANDO GEOSINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuest 004 PAVIMENTO ADOQUINADO Fecha presupuesto 14/07/2019

Partida 05.03 PINTADO DE PAVIMENTO (lineas discontinuas - blanco)

Rendimiento mil/DIA MO. 125.0000 EQ. 125.0000 Costo unitario directo por : mil 5.89

Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0640	20.43	1.31
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2560	14.76	3.78
<b>5.09</b>						
<b>Materiales</b>						
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0120	44.50	0.53
0240080022	DISOLVENTE PARA PINTURA TRAFICO	gal		0.0030	37.85	0.11
<b>0.64</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.09	0.15
0301480004	BROCHA DE 3"	und		0.0020	7.20	0.01
<b>0.16</b>						

## Panel fotográfico



Levantamiento topográfico de la Av. Juan Pablo II y su Interconexión con la Vía de Evitamiento.



Extracción de muestra de suelos de la zona de estudio.



La calicata C-3 presento un nivel freático a una profundidad de 2.00 m. También, se observó que la muestra de suelo extraída es de tipo arenosa.



Realización de ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio de la Universidad Privada Antenor Orrego.



Análisis granulométrico por tamizado.



Determinación de la gravedad específica de sólidos.



Preparación de la muestra para realizar el ensayo de Proctor modificado.



Ensayo de Proctor modificado y CBR para determinar la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad.

## Cálculo de volúmenes de corte y relleno para el pavimento flexible

### Vía derecha

ESTACA		DISTANCIA		AREA (m2)		VOLUMEN (m3)	
KM	M	CORTE	RELLENO	TOTAL CORTE	TOTAL RELLENO		
00+000.000	0.00	3.151	0.00				
00+020.000	20.00	3.005	0.00	61.56	0.00		
00+040.000	20.00	3.314	0.00	63.19	0.00		
00+060.000	20.00	4.095	0.00	74.09	0.00		
00+080.000	20.00	4.630	0.00	87.25	0.00		
00+100.000	20.00	4.699	0.00	93.29	0.00		
00+120.000	20.00	4.455	0.00	91.54	0.00		
00+140.000	20.00	4.000	0.00	84.55	0.00		
00+160.000	20.00	4.915	0.00	89.15	0.00		
00+180.000	20.00	5.071	0.00	99.86	0.00		
00+200.000	20.00	4.977	0.00	100.48	0.00		
00+220.000	20.00	4.953	0.00	99.30	0.00		
00+240.000	20.00	3.632	0.00	85.85	0.00		
00+260.000	20.00	3.823	0.00	74.55	0.00		
00+280.000	20.00	3.657	0.00	74.80	0.00		
00+300.000	20.00	3.636	0.00	72.93	0.00		
00+320.000	20.00	3.931	0.00	75.67	0.00		
00+340.000	20.00	3.784	0.00	77.15	0.00		
00+360.000	20.00	4.554	0.00	83.38	0.00		
00+380.000	20.00	4.792	0.00	93.46	0.00		
00+400.000	20.00	4.540	0.00	93.32	0.00		
00+420.000	20.00	5.058	0.00	95.98	0.00		
00+440.000	20.00	5.110	0.00	101.68	0.00		
00+460.000	20.00	3.710	0.00	88.20	0.00		
00+480.000	20.00	3.167	0.00	68.77	0.00		
00+500.000	20.00	3.179	0.00	63.46	0.00		
00+520.000	20.00	3.213	0.00	63.92	0.00		
00+540.000	20.00	3.576	0.00	67.89	0.00		
00+560.000	20.00	3.016	0.00	65.92	0.00		
00+580.000	20.00	2.484	0.00	55.00	0.00		
00+600.000	20.00	1.962	0.00	44.46	0.00		
00+620.000	20.00	1.420	0.00	33.82	0.00		
00+640.000	20.00	1.068	0.00	24.88	0.00		
00+660.000	20.00	0.913	0.00	19.81	0.00		
00+680.000	20.00	1.048	0.00	19.61	0.00		
00+700.000	20.00	1.370	0.00	24.18	0.00		
00+720.000	20.00	1.724	0.00	30.94	0.00		
00+740.000	20.00	2.079	0.00	38.03	0.00		
00+760.000	20.00	1.810	0.00	38.89	0.00		
00+780.000	20.00	1.349	0.00	31.59	0.00		
00+800.000	20.00	0.959	0.00	23.08	0.00		
00+820.000	20.00	1.429	0.00	23.88	0.00		
00+840.000	20.00	2.161	0.00	35.90	0.00		
00+860.000	20.00	3.026	0.00	51.87	0.00		
00+880.000	20.00	5.712	0.00	87.38	0.00		
00+887.000	7.00	3.417	0.00	31.95	0.00		
				<b>2906.46</b>	<b>0.00</b>		

### Vía izquierda

ESTACA	DISTANCIA	AREA (m2)		VOLUMEN (m3)	
		KM	M	CORTE	RELLENO
00+000.000	0.00	3.000	0.00		
00+020.000	20.00	3.484	0.00	64.84	0.00
00+040.000	20.00	3.129	0.00	66.13	0.00
00+060.000	20.00	3.061	0.00	61.90	0.00
00+080.000	20.00	3.109	0.00	61.70	0.00
00+100.000	20.00	3.215	0.00	63.24	0.00
00+120.000	20.00	3.008	0.00	62.23	0.00
00+140.000	20.00	2.931	0.00	59.39	0.00
00+160.000	20.00	3.190	0.00	61.21	0.00
00+180.000	20.00	3.013	0.00	62.03	0.00
00+200.000	20.00	3.004	0.00	60.17	0.00
00+220.000	20.00	2.726	0.00	57.30	0.00
00+240.000	20.00	2.426	0.00	51.52	0.00
00+260.000	20.00	2.364	0.00	47.90	0.00
00+280.000	20.00	2.372	0.00	47.36	0.00
00+300.000	20.00	2.495	0.00	48.67	0.00
00+320.000	20.00	2.740	0.00	52.35	0.00
00+340.000	20.00	2.683	0.00	54.23	0.00
00+360.000	20.00	3.132	0.00	58.15	0.00
00+380.000	20.00	3.045	0.00	61.77	0.00
00+400.000	20.00	2.844	0.00	58.89	0.00
00+420.000	20.00	3.398	0.00	62.42	0.00
00+440.000	20.00	3.944	0.00	73.42	0.00
00+460.000	20.00	3.656	0.00	76.00	0.00
00+480.000	20.00	3.147	0.00	68.03	0.00
00+500.000	20.00	2.337	0.00	54.84	0.00
00+520.000	20.00	2.042	0.00	43.79	0.00
00+540.000	20.00	2.089	0.00	41.31	0.00
00+560.000	20.00	2.138	0.00	42.27	0.00
00+580.000	20.00	1.686	0.00	38.24	0.00
00+600.000	20.00	1.266	0.00	29.52	0.00
00+620.000	20.00	1.061	0.00	23.27	0.00
00+640.000	20.00	0.928	0.00	19.89	0.00
00+660.000	20.00	0.582	0.00	15.10	0.00
00+680.000	20.00	0.926	0.00	15.08	0.00
00+700.000	20.00	1.241	0.00	21.67	0.00
00+720.000	20.00	1.527	0.00	27.68	0.00
00+740.000	20.00	1.787	0.00	33.14	0.00
00+760.000	20.00	1.947	0.00	37.34	0.00
00+780.000	20.00	1.636	0.00	35.83	0.00
00+800.000	20.00	1.292	0.00	29.28	0.00
00+820.000	20.00	1.707	0.00	29.99	0.00
00+840.000	20.00	2.149	0.00	38.56	0.00
00+860.000	20.00	2.500	0.00	46.49	0.00
00+880.000	20.00	4.930	0.00	74.30	0.00
00+886.000	6.00	3.003	0.00	23.80	0.00
				<b>2162.24</b>	<b>0.00</b>

## Cálculo de volúmenes de corte y relleno para el pavimento rígido

### Vía derecha

ESTACA	DISTANCIA	AREA (m2)		VOLUMEN (m3)	
KM	M	CORTE	RELLENO	TOTAL CORTE	TOTAL RELLENO
00+000.000	0.00	2.327	0.00		
00+020.000	20.00	2.810	0.00	51.37	0.00
00+040.000	20.00	2.455	0.00	52.65	0.00
00+060.000	20.00	2.385	0.00	48.40	0.00
00+080.000	20.00	2.433	0.00	48.18	0.00
00+100.000	20.00	2.538	0.00	49.71	0.00
00+120.000	20.00	2.330	0.00	48.68	0.00
00+140.000	20.00	2.243	0.00	45.73	0.00
00+160.000	20.00	2.492	0.00	47.35	0.00
00+180.000	20.00	2.305	0.00	47.97	0.00
00+200.000	20.00	2.286	0.00	45.91	0.00
00+220.000	20.00	1.998	0.00	42.84	0.00
00+240.000	20.00	1.688	0.00	36.86	0.00
00+260.000	20.00	1.616	0.00	33.04	0.00
00+280.000	20.00	1.614	0.00	32.30	0.00
00+300.000	20.00	1.727	0.00	33.41	0.00
00+320.000	20.00	1.962	0.00	36.89	0.00
00+340.000	20.00	1.895	0.00	38.57	0.00
00+360.000	20.00	2.354	0.00	42.49	0.00
00+380.000	20.00	2.277	0.00	46.31	0.00
00+400.000	20.00	2.086	0.00	43.63	0.00
00+420.000	20.00	2.650	0.00	47.36	0.00
00+440.000	20.00	3.206	0.00	58.56	0.00
00+460.000	20.00	2.928	0.00	61.34	0.00
00+480.000	20.00	2.429	0.00	53.57	0.00
00+500.000	20.00	1.629	0.00	40.58	0.00
00+520.000	20.00	1.344	0.00	29.73	0.00
00+540.000	20.00	1.401	0.00	27.45	0.00
00+560.000	20.00	1.461	0.00	28.62	0.00
00+580.000	20.00	1.008	0.00	24.69	0.00
00+600.000	20.00	0.589	0.00	15.97	0.00
00+620.000	20.00	0.383	0.00	9.72	0.00
00+640.000	20.00	0.250	0.00	6.33	0.00
00+660.000	20.00	0.012	0.00	2.62	0.00
00+680.000	20.00	0.248	0.00	2.60	0.00
00+700.000	20.00	0.563	0.00	8.11	0.00
00+720.000	20.00	0.849	0.00	14.12	0.00
00+740.000	20.00	1.109	0.00	19.58	0.00
00+760.000	20.00	1.269	0.00	23.78	0.00
00+780.000	20.00	0.959	0.00	22.28	0.00
00+800.000	20.00	0.614	0.00	15.73	0.00
00+820.000	20.00	1.030	0.00	16.44	0.00
00+840.000	20.00	1.471	0.00	25.01	0.00
00+860.000	20.00	1.822	0.00	32.93	0.00
00+880.000	20.00	4.253	0.00	60.75	0.00
00+887.000	7.00	2.325	0.00	23.02	0.00
				1543.18	0.00

## Vía izquierda

ESTACA	DISTANCIA	AREA (m2)		VOLUMEN (m3)		
		KM	M	CORTE	RELLENO	TOTAL CORTE
00+000.000	0.00		2.478	0.00		
00+020.000	20.00		2.331	0.00	48.09	0.00
00+040.000	20.00		2.639	0.00	49.70	0.00
00+060.000	20.00		3.420	0.00	60.59	0.00
00+080.000	20.00		3.954	0.00	73.74	0.00
00+100.000	20.00		4.022	0.00	79.76	0.00
00+120.000	20.00		3.777	0.00	77.99	0.00
00+140.000	20.00		3.313	0.00	70.90	0.00
00+160.000	20.00		4.217	0.00	75.30	0.00
00+180.000	20.00		4.363	0.00	85.80	0.00
00+200.000	20.00		4.260	0.00	86.23	0.00
00+220.000	20.00		4.225	0.00	84.85	0.00
00+240.000	20.00		2.894	0.00	71.19	0.00
00+260.000	20.00		3.075	0.00	59.69	0.00
00+280.000	20.00		2.900	0.00	59.75	0.00
00+300.000	20.00		2.868	0.00	57.68	0.00
00+320.000	20.00		3.153	0.00	60.21	0.00
00+340.000	20.00		2.996	0.00	61.49	0.00
00+360.000	20.00		3.776	0.00	67.72	0.00
00+380.000	20.00		4.024	0.00	78.00	0.00
00+400.000	20.00		3.782	0.00	78.06	0.00
00+420.000	20.00		4.310	0.00	80.92	0.00
00+440.000	20.00		4.372	0.00	86.82	0.00
00+460.000	20.00		2.982	0.00	73.54	0.00
00+480.000	20.00		2.450	0.00	54.32	0.00
00+500.000	20.00		2.471	0.00	49.21	0.00
00+520.000	20.00		2.515	0.00	49.86	0.00
00+540.000	20.00		2.888	0.00	54.03	0.00
00+560.000	20.00		2.338	0.00	52.26	0.00
00+580.000	20.00		1.806	0.00	41.44	0.00
00+600.000	20.00		1.285	0.00	30.91	0.00
00+620.000	20.00		0.742	0.00	20.27	0.00
00+640.000	20.00		0.390	0.00	11.32	0.00
00+660.000	20.00		0.235	0.00	6.25	0.00
00+680.000	20.00		0.370	0.00	6.05	0.00
00+700.000	20.00		0.692	0.00	10.62	0.00
00+720.000	20.00		1.046	0.00	17.38	0.00
00+740.000	20.00		1.402	0.00	24.48	0.00
00+760.000	20.00		1.132	0.00	25.34	0.00
00+780.000	20.00		0.672	0.00	18.04	0.00
00+800.000	20.00		0.281	0.00	9.53	0.00
00+820.000	20.00		0.751	0.00	10.32	0.00
00+840.000	20.00		1.484	0.00	22.35	0.00
00+860.000	20.00		2.348	0.00	38.32	0.00
00+880.000	20.00		5.034	0.00	73.82	0.00
00+886.000	6.00		3.721	0.00	26.27	0.00
					<b>2280.41</b>	<b>0.00</b>

## Cálculo de volúmenes de corte y relleno para pavimento adoquinado

### Vía derecha

ESTACA		DISTANCIA		AREA (m2)		VOLUMEN (m3)	
KM	M	CORTE	RELLENO	TOTAL CORTE	TOTAL RELLENO		
00+000.000	0.00	3.151	0.00				
00+020.000	20.00	3.005	0.00	61.56	0.00		
00+040.000	20.00	3.314	0.00	63.19	0.00		
00+060.000	20.00	4.095	0.00	74.09	0.00		
00+080.000	20.00	4.630	0.00	87.25	0.00		
00+100.000	20.00	4.699	0.00	93.29	0.00		
00+120.000	20.00	4.455	0.00	91.54	0.00		
00+140.000	20.00	4.000	0.00	84.55	0.00		
00+160.000	20.00	4.915	0.00	89.15	0.00		
00+180.000	20.00	5.071	0.00	99.86	0.00		
00+200.000	20.00	4.977	0.00	100.48	0.00		
00+220.000	20.00	4.953	0.00	99.30	0.00		
00+240.000	20.00	3.632	0.00	85.85	0.00		
00+260.000	20.00	3.823	0.00	74.55	0.00		
00+280.000	20.00	3.657	0.00	74.80	0.00		
00+300.000	20.00	3.636	0.00	72.93	0.00		
00+320.000	20.00	3.931	0.00	75.67	0.00		
00+340.000	20.00	3.784	0.00	77.15	0.00		
00+360.000	20.00	4.554	0.00	83.38	0.00		
00+380.000	20.00	4.792	0.00	93.46	0.00		
00+400.000	20.00	4.540	0.00	93.32	0.00		
00+420.000	20.00	5.058	0.00	95.98	0.00		
00+440.000	20.00	5.110	0.00	101.68	0.00		
00+460.000	20.00	3.710	0.00	88.20	0.00		
00+480.000	20.00	3.167	0.00	68.77	0.00		
00+500.000	20.00	3.179	0.00	63.46	0.00		
00+520.000	20.00	3.213	0.00	63.92	0.00		
00+540.000	20.00	3.576	0.00	67.89	0.00		
00+560.000	20.00	3.016	0.00	65.92	0.00		
00+580.000	20.00	2.484	0.00	55.00	0.00		
00+600.000	20.00	1.962	0.00	44.46	0.00		
00+620.000	20.00	1.420	0.00	33.82	0.00		
00+640.000	20.00	1.068	0.00	24.88	0.00		
00+660.000	20.00	0.913	0.00	19.81	0.00		
00+680.000	20.00	1.048	0.00	19.61	0.00		
00+700.000	20.00	1.370	0.00	24.18	0.00		
00+720.000	20.00	1.724	0.00	30.94	0.00		
00+740.000	20.00	2.079	0.00	38.03	0.00		
00+760.000	20.00	1.810	0.00	38.89	0.00		
00+780.000	20.00	1.349	0.00	31.59	0.00		
00+800.000	20.00	0.959	0.00	23.08	0.00		
00+820.000	20.00	1.429	0.00	23.88	0.00		
00+840.000	20.00	2.161	0.00	35.90	0.00		
00+860.000	20.00	3.026	0.00	51.87	0.00		
00+880.000	20.00	5.712	0.00	87.38	0.00		
00+887.000	7.00	3.417	0.00	31.95	0.00		
				2906.46	0.00		

### Vía izquierda

ESTACA	DISTANCIA	AREA (m2)		VOLUMEN (m3)	
		KM	M	CORTE	RELLENO
00+000.000	0.00	3.000	0.00		
00+020.000	20.00	3.484	0.00	64.84	0.00
00+040.000	20.00	3.129	0.00	66.13	0.00
00+060.000	20.00	3.061	0.00	61.90	0.00
00+080.000	20.00	3.109	0.00	61.70	0.00
00+100.000	20.00	3.215	0.00	63.24	0.00
00+120.000	20.00	3.008	0.00	62.23	0.00
00+140.000	20.00	2.931	0.00	59.39	0.00
00+160.000	20.00	3.190	0.00	61.21	0.00
00+180.000	20.00	3.013	0.00	62.03	0.00
00+200.000	20.00	3.004	0.00	60.17	0.00
00+220.000	20.00	2.726	0.00	57.30	0.00
00+240.000	20.00	2.426	0.00	51.52	0.00
00+260.000	20.00	2.364	0.00	47.90	0.00
00+280.000	20.00	2.372	0.00	47.36	0.00
00+300.000	20.00	2.495	0.00	48.67	0.00
00+320.000	20.00	2.740	0.00	52.35	0.00
00+340.000	20.00	2.683	0.00	54.23	0.00
00+360.000	20.00	3.132	0.00	58.15	0.00
00+380.000	20.00	3.045	0.00	61.77	0.00
00+400.000	20.00	2.844	0.00	58.89	0.00
00+420.000	20.00	3.398	0.00	62.42	0.00
00+440.000	20.00	3.944	0.00	73.42	0.00
00+460.000	20.00	3.656	0.00	76.00	0.00
00+480.000	20.00	3.147	0.00	68.03	0.00
00+500.000	20.00	2.337	0.00	54.84	0.00
00+520.000	20.00	2.042	0.00	43.79	0.00
00+540.000	20.00	2.089	0.00	41.31	0.00
00+560.000	20.00	2.138	0.00	42.27	0.00
00+580.000	20.00	1.686	0.00	38.24	0.00
00+600.000	20.00	1.266	0.00	29.52	0.00
00+620.000	20.00	1.061	0.00	23.27	0.00
00+640.000	20.00	0.928	0.00	19.89	0.00
00+660.000	20.00	0.582	0.00	15.10	0.00
00+680.000	20.00	0.926	0.00	15.08	0.00
00+700.000	20.00	1.241	0.00	21.67	0.00
00+720.000	20.00	1.527	0.00	27.68	0.00
00+740.000	20.00	1.787	0.00	33.14	0.00
00+760.000	20.00	1.947	0.00	37.34	0.00
00+780.000	20.00	1.636	0.00	35.83	0.00
00+800.000	20.00	1.292	0.00	29.28	0.00
00+820.000	20.00	1.707	0.00	29.99	0.00
00+840.000	20.00	2.149	0.00	38.56	0.00
00+860.000	20.00	2.500	0.00	46.49	0.00
00+880.000	20.00	4.930	0.00	74.30	0.00
00+886.000	6.00	3.003	0.00	23.80	0.00
				2162.24	0.00

# Planos