

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU
TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR
RAUL HAYA DE LA TORRE – LA ESPERANZA – TRUJILLO - LA
LIBERTAD”**

Línea de investigación:

Transportes

Autor(es):

Br. Sánchez Bravo Karen Ericka Sofía

Jurado Evaluador:

Presidente: Vargas López, Segundo

Secretario: Sagastegui Plasencia, Fidel German

Vocal: García Rivera, Juan Pablo

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios, por haberme permitido culminar mi carrera y llegar a este objetivo muy importante de mi formación profesional.

A mis padres Ricardina y Alberto, por haber sido mis pilares, mi motivación para seguir adelante y me dijeron que no me dé por vencida en terminar mi carrera profesional. A mi tío Javier por brindarme su apoyo día a día, sus consejos y recursos para poder alcanzar mis anhelos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme y bendecirme en la vida, por ser mi guía y fortaleza en momentos de dificultad.

A mis padres, por su apoyo incondicional, gracias por cada día confiar en mí y darme las fuerzas para cumplir con cualquier meta, y siempre anhelar lo mejor para mi vida.

Finalmente, quiero agradecer al Ing. Rodríguez Ramos Mamerto, por su asesoría y por guiarme académicamente con su profesionalismo para poder desarrollar mi tesis.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la Av. El sol en el A.H. Víctor Raul, utilizando una investigación de tipo aplicada. El objetivo principal fue elaborar el diseño estructural del pavimento empleando la metodología AASTHO para mejora la transitabilidad, además se consideró el análisis y la observación de todas las condiciones de la zona en estudio.

En el proyecto se diseñó un pavimento flexible y rígido, tomando en cuenta las recomendaciones decretadas en el Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos el Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos y Norma GH.020 Componentes de Diseño Urbano, los cuales fueron de gran utilidad para diseñar la sección de la vía y los espesores de las capas de los pavimentos.

De los estudios básicos de mecánica de suelo, se obtuvo un suelo de arena pobremente graduada con grava y con un CBR de 16.88%, con la realización del estudio de tráfico se obtuvo para el pavimento flexible un ESSAL de 2,025,341.03, para el pavimento rígido fue 2,076,314.57.

El resultado final obtenido para el diseño de pavimento flexible es, carpeta asfáltica de 6.00 cm, base de 20.00 cm y la sub-base de 20.00 cm, con un costo de S/.166.25 por m²; para el pavimento rígido, una losa de concreto de 21.00 cm con una resistencia a la compresión de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ y sub-base de 15.00 cm con un costo de S/.197.58 por m².

Palabras Claves: Diseño estructural, Pavimento Flexible, Pavimento Rígido y Transitabilidad

ABSTRACT

The present work was developed in Av. El sol in A.H. Víctor Raul, using applied research. The main objective was to elaborate the structural design of the pavement using the AASTHO methodology to improve the walkability, in addition, the analysis and observation of all the conditions of the area under study was considered.

In the project, a flexible and rigid pavement was designed, taking into account the recommendations decreed in the Manual of Highways: Soils, Geology, Geotechnics and Pavements, the National Building Regulations: Standard CE.010, Urban Pavements and Standard GH.020 Design Compounds Urbano, which were very useful to design the section of the road and the thickness of the layers of the pavements.

From the basic studies of soil mechanics, a soil of poorly graded sand with gravel was obtained and with a CBR of 16.88%, with the performance of the traffic study an ESSAL of 2,025,341.03 was obtained for the flexible pavement, for the rigid pavement it was 2,076,314.57.

The final result obtained for the flexible pavement design is a 6.00 cm asphalt mat, a 20.00 cm base and a 20.00 cm sub-base, with a cost of S/. 166.25 per m²; for the rigid pavement, a concrete slab of 21.00 cm with a compressive strength of $f'c=280\text{kg/cm}^2$ and a sub-base of 15.00 cm at a cost of S/. 197.58 per m².

Key Words: Structural Design, Flexible Pavement, Rigid Pavement and Walkability

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento y conformidad de los requisitos acordados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad privada Antenor Orrego, es grato poner a vuestra disposición la presente tesis titulada:

“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE – LA ESPERANZA – TRUJILLO - LA LIBERTAD”

El contenido de la presente tesis ha sido desarrollado teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos durante la formación profesional, apoyándome en la información obtenida de las diferentes investigaciones.

Atentamente,

Br. Sanchez Bravo, Karen Ericka Sofia

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
PRESENTACIÓN.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación	1
1.1.1 Descripción de la problemática	1
1.1.2 Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivo de investigación	2
1.2.1Objetivo general.....	2
1.2.2Objetivos específicos	2
II. MARCO DE REFERENCIA	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1Antecedentes Internacional:.....	3
2.1.2Antecedentes Nacionales:	4
2.1.3Antecedentes Locales:.....	5
2.2. Marco teórico	6
2.2.1Pavimentos	6
2.2.2Tipos de pavimentos	6
2.2.3Componente estructural del pavimento	8
2.2.4Metodología de diseño para pavimento	9
2.2.4.1Metodología de diseño para pavimento flexible	9
2.2.4.2Metodología de diseño para pavimento rígido.....	10
2.2.4.3Tráfico vial	12

2.2.4.4	Estudio de tráfico	12
2.2.4.5	Crecimiento de tránsito	15
2.2.4.6	Volumen de transito	16
2.2.4.7	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (8.2 ton).....	18
2.2.4.8	Suelos.....	20
2.2.4.9	Ensayos de Laboratorio	20
2.2.4.10	Estado de suelo	25
2.3.	Marco conceptual	27
2.4.	Hipótesis	29
2.5.	Variable e indicadores	29
III.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.1.	Tipo y nivel de investigación	31
3.1.1.	Tipo de investigación	31
3.1.1.1.	Nivel de investigación	31
3.2.	Población y muestra de investigación	31
3.2.1	Población.....	31
3.2.2	Muestra.....	31
3.3.	Diseño de investigación	31
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.5.	Procedimiento y análisis de datos	32
3.5.1	Recopilación de datos meteorológicos.....	32
3.5.2.	Estudio de tráfico	32
3.5.3.	Metodología del trabajo de campo	33
3.5.3.1.	Conteo de vehículos.....	33
3.5.3.2.	Cálculo de IMD's	33
3.5.3.3.	Cálculo del factor de crecimiento acumulado (Fca)	34
3.5.3.4.	Factor direccional (Fd) y factor de carril (Fc)	35
3.5.3.5.	Factor de ejes equivalentes (EE).....	36
3.5.3.6.	Factor de Vehículo Pesado (F _{vp})	38

3.5.3.7. Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp).....	39
3.5.3.8. Cálculo de ejes equivalentes día-carril	39
3.5.3.9. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) de 8.2 tn.....	40
3.5.4 Estudio de mecánica de suelos.....	42
3.5.4.1. Exploración de campo	42
3.5.4.2. Ensayos de laboratorio.....	43
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	46
4.1.Propuesta de investigación	46
4.2. Análisis e interpretación de resultados	48
4.2.1Diseño de pavimento flexible, según Metodología AASHTO 93	48
4.2.2Diseño de pavimento rígido, según Metodología AASHTO 93	55
4.2.3Presupuesto.....	60
4.2.4Prueba de hipótesis	63
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
CONCLUSIONES	646
RECOMENDACIONES.....	647
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Tipo de vehículos.....	13
TABLA N° 2: Factor de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño	16
TABLA N° 3: Serie de tamices para Análisis Granulométrico	21
TABLA N° 4: Categorías de subrasante.....	24
TABLA N° 5: Número de ensayos CBR según el tipo de carretera.....	25
TABLA N° 6: Operacionalización de variables	29
TABLA N° 7: Conteo de vehículos (Av. El Sol).....	33

TABLA N° 8: IMD's (Av. El Sol).....	34
TABLA N° 9: Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según provincias.....	34
TABLA N° 10: Factores de crecimiento del tráfico (Fca)	35
TABLA N° 11: Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de diseño	36
TABLA N° 12: Relación de cargas por eje, Pavimentos Flexibles	37
TABLA N° 13: Relación de cargas por eje, Pavimentos Rígidos	38
TABLA N° 14: Factor Vehículo Pesado para Pavimento Flexible	38
TABLA N° 15: Factor Vehículo Pesado para Pavimento Rígido	39
TABLA N° 16: Ejes Equivalentes día-carril para Pavimento Flexible(Av. El Sol) ..	39
TABLA N° 17: Ejes Equivalentes día-carril para Pavimento Rígido (Av. El Sol) ...	40
TABLA N° 18: Numero de Ejes Equivalentes de 8.2 tn para Pavimento Flexible (Av. El Sol).....	41
TABLA N° 19: Numero de Ejes Equivalentes de 8.2 tn para Pavimento Rígido (Av. El Sol)	42
TABLA N° 20: Exploración de campo (Av. El Sol).....	42
TABLA N° 21: Contenido de humedad	44
TABLA N° 22: Análisis granulométrico	44
TABLA N° 23: Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad.....	44
TABLA N° 24: Proctor modificado	45
TABLA N° 25: Valores de CBR	45
TABLA N° 26: Perfil estratigráfico	46
TABLA N° 27: Nivel de confiabilidad (%R)	49
TABLA N° 28: Desviación estándar normal (Z_R).....	49
TABLA N° 29: Índice de servicialidad (P_o)	51
TABLA N° 30: Índice de servicialidad (P_t)	51
TABLA N° 31: Índice de servicialidad (ΔPSI)	52
TABLA N° 32: Coeficientes estructurales de las capas de pavimento	54
TABLA N° 33: Índice de servicialidad	57
TABLA N° 34: Número de ejes equivalentes de 8.2tn para pavimento flexible y rígido.....	64
TABLA N° 35: Resultados de estudio de mecánica de suelos para el diseño de pavimentos	64

TABLA N° 36: Conteo vehicular punto de control N°1	69
TABLA N° 37: Conteo vehicular punto de control N°2	70

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: Pavimento Flexible.....	7
FIGURA N° 2: Pavimento Semirrígido.....	7
FIGURA N° 3: Pavimento Rígido	8
FIGURA N° 4: Configuración de ejes	20
FIGURA N° 5: Clasificación SUCS.....	26
FIGURA N° 6: Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO	27
FIGURA N° 7: Configuración de ejes	37
FIGURA N° 8: Plano de ubicación de calicatas	43
FIGURA N° 9: Espesor de acuerdo al diseño del pavimento y rígido	47
FIGURA N° 10: Sección vial de pavimento flexible	47
FIGURA N° 11: Sección vial de pavimento rígido.....	48
FIGURA N° 12: Espesor de acuerdo al diseño del pavimento flexible	55
FIGURA N° 13: Correlación CBR y Modulo de Reacción de la Subrasante	59
FIGURA N° 14: Espesor de acuerdo al diseño del pavimento rígido	60
FIGURA N° 15: Espesor de acuerdo al diseño del pavimento flexible y rígido ...	64

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1 Descripción de la problemática

El transporte es un elemento de gran influencia en la economía de la población; así como, el crecimiento de la misma, implica la necesidad de una adecuada planificación en los proyectos viales, y la falta de apoyo de las autoridades hace que las pistas se observen así y no sean atendidas.

En Latinoamérica, se refleja un gran déficit en la infraestructura vial, lo cual representa una grave desventaja competitiva, puesto que la red vial nos permite cumplir con las necesidades primordiales de la población, tales como trabajo, alimentación, educación y salud; por tal motivo, si las vías de circulación de un país no son las apropiadas para que satisfaga las necesidades básicas de la población, es muy probable que los habitantes no puedan enfrentar una mejora en la situación económica.

El Perú consta de una red vial mayor a 78 mil kilómetros de carreteras, sin embargo, alrededor de 300 kilómetros constituyen a autopistas, lo cual nos permite ratificar que el país presenta un severo problema de transitabilidad vial **(Rivera, 2015)**.

En La Libertad, la infraestructura vial existente en la región suma un total (Nacional, Departamental y Vecinal) de 8,808 kilómetros, de los cuales el 13.9% se encuentra pavimentado. Si nos centramos en la Red Vial Departamental o Regional, tenemos un total de 1,941 kilómetros que solo tiene pavimentado el 5.5%; el caso de la Red Vial Vecinal es más grave, ya que de 5,604 kilómetros solo tiene el 2.9% pavimentado **(Estadísticas MTC)**.

Hay una inadecuada transitabilidad en la gran mayoría de pistas del AA.HH. Víctor Raul Haya de la Torre, y eso retrasa en su crecimiento.

La vía de estudio corresponde a la Av. El sol en el AA. HH. Víctor Raul Haya de la Torre de 1.9km de longitud, cuyo tipo de suelo es arenoso y cuenta con línea de agua y desagüe, cuyas cotas de nivel serán utilizadas para el diseño del pavimento.

Hay un promedio de 300 familias que habitan esta vía, que se ven afectadas por la contaminación ambiental. En la vía podemos encontrar 3 colegios y dos centros infantiles CUNAMAS, en los cuales los niños son los más afectados por la gran polvareda que se genera, siendo éste el principal problema de la carencia de pavimento, veredas y áreas verdes. Esto evidencia la falta de desarrollo de la infraestructura vial, limitando el accesible traslado de personas y el intercambio de bienes y servicios, reduciendo costos que mejoren la competitividad.

Por ello el presente proyecto busca dar una propuesta de solución a este problema, el cual se refiere al diseño de un pavimento acorde a las necesidades requeridas, según las características de esta vía.

1.1.2 Formulación del problema

¿Cómo un diseño estructural del pavimento mejora la transitabilidad de la Av. El sol del AA.HH. Víctor Raúl Haya de la Torre - La Esperanza – Trujillo - La Libertad?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Diseñar la estructura del pavimento para mejorar la transitabilidad de la Av. El sol del AA.HH. Víctor Raúl Haya de la Torre - La Esperanza – Trujillo - La Libertad

1.2.2 Objetivos específicos

- * Diseñar la vía urbana
- * Determinar la carga vehicular.
- * Elaborar el estudio de Mecánica de Suelos.
- * Diseñar la estructura del pavimento mediante la metodología AASHTO93.
- * Determinar los costos de los 2 tipos de pavimentos diseñados.

1.3. Justificación

a. Académico

Este proyecto se justifica académicamente porque aportará información relevante que servirá como guía para futuros proyectos de diseño estructural del pavimento de la Av. El sol, ya que se aplicarán metodologías y procedimientos necesarios para la investigación.

b. Económico

En el aspecto económico porque el diseño estructural del pavimento mejorará la transitabilidad y el flujo de intercambio de servicios y bienes.

c. Social

Se presentará una propuesta para el mejoramiento de la infraestructura de la vía de estudio, que resulta de la necesidad que tienen las autoridades y la sociedad de impulsar el desarrollo del AA.HH. Víctor Raul Haya de la Torre, el cual es uno de los afectados por tener vías de acceso de mala calidad.

Por eso se busca un diseño de pavimento transitable para mejorar estas vías y evitar la contaminación, así poder contribuir con las familias que habitan la zona, y sobre todo el bienestar de los niños.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacional:

Ospina (2019) en su estudio: *Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal – departamento del Tolima*, en la Universidad Cooperativa de Colombia. En cualquier proyecto de ingeniería, es fundamental saber a qué te estás enfrentando en la realidad, como el terreno, que podría mejorar, qué ignorar, etc., para tener una idea más clara y precisa del problema. y para poder afrontarlo de forma objetiva y así dar una mejor solución.

Por esta razón, las visitas de campo se complementaron con antecedentes existentes, es decir, estudios previos que se llevaron a cabo en las fases 1 y 2 de este proyecto.

Es importantísimo tener claridad a través de un plano de localización la ubicación de las diferentes vías tanto principales como secundarias y las rutas de tráfico pesado como rutas de buses etc.

Alvaez & Pulido (2019) realizó el: *Diseño del pavimento flexible de la Carretera 12ª del Barrio Santa Rita de Girardot - Cundinamarca*, en la Universidad Cooperativa de Colombia. En el presente trabajo de grado se presenta el Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible para Construcción de las vías Internas de la Vía carrera 12° localizada en Girardot - Cundinamarca, municipio de Girardot, departamento de Cundinamarca. Para el diseño de la estructura del pavimento asfáltico se utilizó el Método AASHTO 1993. Esto con el fin de confrontar y comparar los conceptos técnicos académicos y parámetros empleados para los diferentes tipos de diseño, determinando las diferencias en que ellos se derivan y que al ser aplicados puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuado con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura. Se hallaron los siguientes datos, subbase granular SBG-1: CBR> 30% = 15.9 cm, base Granular BG-2: CBR>80% = 14.6 cm, mezcla densa en caliente MDC-19 = 14.8 cm y espesor total de la estructura = 45.3 cm. Se debe construir los drenajes y sub drenajes necesarios para garantizar el buen estado del pavimento.

2.1.2 Antecedentes Nacionales:

Bermudez & Ramos (2019), en su tesis propuso la investigación titulada: *Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la prolongación av. uno y la prolongación Sinchi roca, en el centro poblado alto Trujillo, Trujillo-la libertad*, en la Universidad Privada Antenor Orrego. Tiene como objetivo principal de realizar el Diseño Estructural del Pavimento Flexible para mejorar la transitabilidad en el Centro Poblado de Alto Trujillo. Se tomó en cuenta los volúmenes y proyecciones del tránsito, modo que se pueda solucionar los movimientos vehiculares y así mismo se permitió hacer el uso de procedimientos y metodologías para realizar el diseño estructural del Pavimento Flexible. Se obtuvo como resultados en el estudio de mecánica de suelos que dio un material de arena

limpia, sin presencia de plasticidad lo cual indica una buena calidad, obteniendo un resultado del CBR de diseño 27.62 % y 27.28% para las Prolongaciones de Sinchi Roca y Av. Uno. El diseño del pavimento se realizó con la metodología ASSHTO, obteniendo como resultado: Carpeta Asfáltica = 5 cm, Base = 20 cm, Sub base = 15 cm.

Chávez (2018), en su tesis que propuso: *Diseño del pavimento flexible para la av. Morales Suárez, de la Vía Expresa línea amarilla en la ciudad de Lima*, en la Universidad Nacional Federico Villareal. Se concluyó que el espesor del pavimento asfáltico Mac 2 = 5cm, pavimento asfáltico Mac 1 = 7.5 cm, base = 20 cm y la sub base = 20 cm.

El aporte principal de la investigación es la metodología para el desarrollo del diseño estructural del pavimento flexible mediante el método AASTHO 93, por lo cual podremos considerar los parámetros que se utilizan para el diseño del pavimento.

2.1.3 Antecedentes Locales:

Manayay & Mudarra (2018), en su investigación: *Estudio de Transitabilidad vial en la avenida Aeropuerto Distrito de Huanchaco, Trujillo – La Libertad, aplicando la metodología AASHTO 93*, en la Universidad Privada Antenor Orrego. Se llegó a la siguiente conclusión, el espesor del pavimento para la Capa de Rodadura fue de 5.08 cm. Cuya mezcla asfáltica debe ser asfalto en caliente con un Marshall de 8,000, la capa Base de 15 cm y con material 1 de afirmado con un CBR del 80% y finalmente la Sub Base de 10 cm. con material granular de un CBR mínimo del 30%, fue diseñado para un periodo de vida de 20 años.

El principal aporte a nuestro trabajo es la metodología de diseño del pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93.

Ramírez & Zavaleta (2017), en su tesis, que se propuso: *Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI – C El Milagro – Trujillo – La libertad, mediante la metodología AASHTO 93*, en la Universidad Privada Antenor Orrego. Se concluye, que por temas económicos el pavimento

flexible es el que más se ajusta a la zona de estudio, por lo tanto, dependerá de las autoridades respectivas tomar la decisión acerca de qué tipo de pavimento emplear. El aporte que nos brinda es la metodología y parámetros que utilizaron para diseños los diferentes tipos de pavimentos.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Pavimentos

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Lizcano & Quintana (2015) Los pavimentos son estructuras viales multicapa, es decir está constituido por un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales compuestas con materiales seleccionados. Estas estructuras son diseñadas para soportar las cargas impuestas por el tránsito y por las condiciones ambientales.

En general está conformada por:

- * Capa de Rodadura o carpeta asfáltica: Parte superior de un pavimento, puede ser tipo flexible (bituminoso) o rígido (concreto) o adoquinado, su función es sostener directamente el tránsito
- * Base: Capa inferior de la casa de rodadura, su función es de sostener, distribuir y transmitir las cargas del tránsito
- * Sub base: Capa de material seleccionado, con espesor de diseño, su función es de soportar a la base y a la carpeta.

2.2.2 Tipos de pavimentos

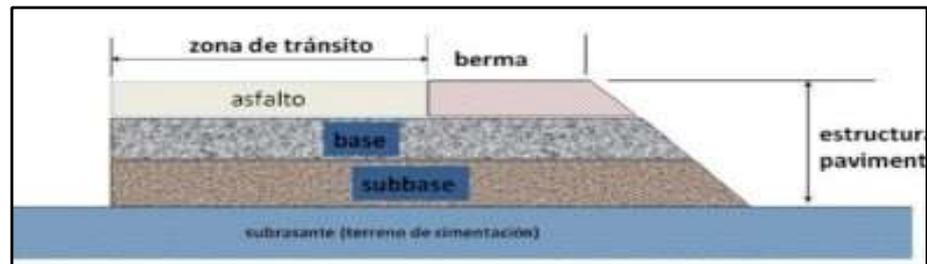
*** Pavimento Flexible**

Es un sistema multicapa, las capas de mejor calidad cerca de la superficie donde las tensiones son mayores. Al tener menor rigidez, se deforma más que el concreto y se producen tensiones mayores en la subrasante.

El Pavimento Flexible es una estructura compuesta por carpeta asfáltica y capas granulares (base y sub-base).

La carpeta de rodadura está constituida por materiales bituminosos como aglomerantes, agregados o aditivos. **(Ministerio de transportes, 2014).**

FIGURA N° 1: Pavimento Flexible



Fuente: Tópicos de pavimentos de concreto

*** Pavimento Semirrígido**

El Pavimento Semirrígido está constituido por capas asfálticas sobre base tratada con cemento o base tratada con cal, se recomienda aplicarlo cuando la sub rasante buena o también con $CBR \geq 20\%$ y para tráficos mayores a 1'000,000 de EE. **(Ministerio de transportes, 2014).**

FIGURA N° 2: Pavimento Semirrígido



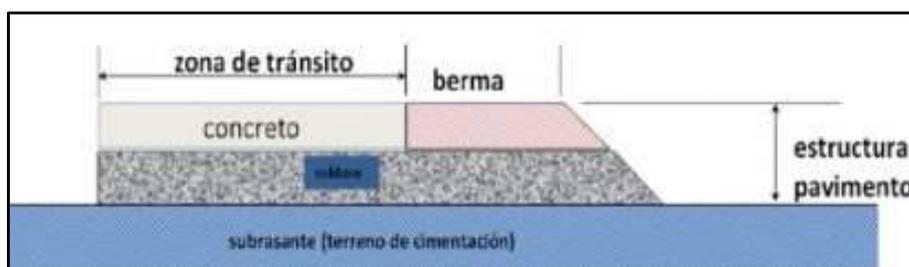
Fuente: Tópicos de pavimentos de concreto

*** Pavimento Rígido**

Las cargas se distribuyen uniformemente debido a la rigidez del concreto, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Este pavimento se constituye por la subbase granular, sin embargo, puede ser de base granular, cemento, asfalto, cal y una capa de losa de concreto de cemento hidráulico (aglomerante, agregados o aditivos). **(Ministerio de transportes, 2014).**

FIGURA N° 3: Pavimento Rígido



Fuente: Tópicos de pavimentos de concreto

2.2.3 Componente estructural del pavimento

* **Subrasante**

Es la capa superior del fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características admisibles y compactados por capas de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.

La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. Es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, que se construye entre el terreno natural allanado o explanado y la estructura del pavimento. **(MTC-EM-115)**

* **Sub base**

Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR > 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento. **(Ministerio de transportes, 2014).**

* **Base**

Es la capa inferior a la capa de rodadura, que sostiene, distribuye y transmite las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR > 80%) o será tratada con asfalto, cal o cemento. **(Ministerio de transportes, 2014).**

* **Superficie de rodadura**

Es el plano superior de un pavimento que puede ser de tipo bituminoso (Flexible) o de concreto de cemento portland (Rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente las cargas del tráfico, si su espesor es apreciable(<4cm). **(Ministerio de transportes, 2014).**

2.2.4 Metodología de diseño para pavimento

2.2.4.1 Metodología de diseño para pavimento flexible

Metodología AASHTO 93

Este procedimiento tiene la función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93 (Ecuación 1). El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SN), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto. **(Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p.130).**

Ecuación 1

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{3.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07 \quad (1)$$

Dónde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes.

Z_R = Coeficiente estadístico de desviación estándar.

S_o = Desviación estándar combinada.

SN = Número estructural.

Δ PSI = Variación de serviciabilidad.

M_R = Módulo de Resiliencia.

$$\boxed{SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3} \quad (2)$$

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

2.2.4.2 Metodología de diseño para pavimento rígido

Metodología AASHTO 93

Se estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. Mediante un proceso iterativo (Ecuación 3), se asumen espesores de losa de concreto hasta que alcance una proporción óptima. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de

servicio inferior al estimado. (**Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p.211**).

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{3.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right) \quad (3)$$

Dónde:

W_{82} = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del período de diseño.

Z_R = Desviación estándar normal.

S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial (P_o) y el final (P_t).

M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

P_t = Índice de serviciabilidad o servicio final.

C_d = Coeficiente de drenaje

J = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas

E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o sub rasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

El cálculo del espesor se emplea y desarrolla la ecuación 3 utilizando una hoja de cálculo, además mediante el uso de nomogramas, o el uso de programas de cómputo especializados. (**Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p.212**).

2.2.4.3 Trafico vial

La demanda del tráfico es un aspecto esencial para planificar y diseñar la estructura del pavimento, ya que este tendrá que soportar cargas vehiculares durante toda su vida útil.

Probablemente la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y peso de los ejes de estos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

2.2.4.4 Estudio de tráfico

El estudio de tráfico se realiza con el fin de determinar el número acumulado de ejes equivalentes, durante su periodo de diseño.

- Si el número acumulado de EE $< 10^4$ EAL, se estima un tráfico ligero.
- Si el número acumulado de EE $\geq 10^4$ EAL y $< 10^6$ EAL se estima un tráfico ligero.
- Si el número acumulado de EE $< 10^6$ EAL, se estima un tráfico alto.

(Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.45)

* Clasificación Vehicular

En general, para efectos de proyecto, se consideran estos tipos de vehículos:

Vehículos Livianos: son vehículos de pasajeros que tienen dos ejes y cuatro ruedas. Se incluyen en esta denominación los automóviles, camperos, camionetas y las unidades ligeras de pasajeros y carga.

James & Reyes (2007) Vehículos Pesados: clasificados éstos en camiones y autobuses. Las principales características para su clasificación están referidas al radio mínimo de giro y aquellas que determinan las ampliaciones o sobre anchos necesarios en las curvas horizontales, tales como distancia entre ejes extremos, ancho total de la huella y vuelos delantero y trasero. **(p.81).**

James & Reyes (2007) Vehículos Especiales: Son aquellos camiones y remolques especiales para el traslado de madera, minerales, etc. Así como también los vehículos deportivos y de tracción animal. (p.81).

TABLA N° 1: Tipo de vehículos

Tipos de vehículo		Número de ejes	Características	Símbolo
Vehículos ligeros	Automóviles	2	2 ejes y 4 ruedas	Ap
	Camperos		2 ejes y 4 ruedas	Ap
	Camionetas		2 ejes y 4 ruedas	Ac
Vehículos pesados	Camiones	2	Autobuses de 2 ejes y 6 ruedas	B
		2	Camiones en unidad rígida de 2 ejes	C2
		3	Camiones en unidad rígida de 3 ejes	C3
			Camiones con 2 ejes en el tractor y 1 eje en el semi-remolque	T2-S1
		4	Camiones con 2 ejes en el tractor y 2 eje en el semi-remolque	T2-S2
		5	Camiones con 3 ejes en el tractor y 2 eje en el semi-remolque	T3-S2
			Camiones con 2 ejes en el tractor,	T3-S2

			1 eje en el semi-remolque y 2 ejes en el remolque	
			Otras combinaciones	
Vehículos especiales	Camiones y/o remolques especiales	Variable		
	Maquinaria agrícola			
	Bicicletas y motocicletas			
	Otros			

Fuente: SCT. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. México, 1991

* **Índice Medio Diario Anual (IMDA)**

El Índice Medio Diario Anual (IMDA) es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en una sección dada de la red vial en un año. **(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2011, sección índice medio diario anual, 1).**

El IMDA es el promedio de los conteos volumétricos y clasificación vehicular de la carretera en una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento del tráfico de todos los días del año de los servicios proporcionados por el transporte en la vía.

* **Cálculo del Tráfico Medio Diario Anual (IMDA)**

Para el cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA) utilizamos la siguiente ecuación.

$$\text{IMDA} = \text{FC} \times \text{IMDS}$$

(4)

Donde:

IMDS: Índice Medio Diario Semanal.

FC : Factor de Corrección estacional (**Ministerio de transportes, 2018**).

2.2.4.5 Crecimiento de tránsito

Una vía debe estar diseñada para soportar el volumen de tráfico que es probable que ocurra en la vida útil del proyecto. No obstante, el establecimiento de la vida útil de una carretera, requiere la evaluación de las variaciones de los principales parámetros en cada segmento de la misma, cuyo análisis reviste cierta complejidad por la obsolescencia de la propia infraestructura o inesperados cambios en el uso de la tierra, con las consiguientes modificaciones en los volúmenes de tráfico, patrones, y demandas. Para efectos prácticos, se utiliza como base para el diseño un periodo de veinte años.

La definición geométrica de las nuevas carreteras, o en el caso de mejoras en las ya existentes, no debe basarse únicamente en el volumen de tránsito actual, sino que debe considerar, el volumen previsto que va a utilizar esta instalación en el futuro. De esta forma, deberán establecerse los volúmenes de tránsito presentes en el año de puesta en servicio del proyecto y aquellos correspondientes al año horizonte de diseño. Ello, además de fijar algunas características del proyecto, permite eventualmente, elaborar un programa de construcción por etapas. (**Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2018, p. 95**).

El cálculo del crecimiento de tránsito se puede realizar utilizando la siguiente fórmula de progresión geométrica:

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

(9)

Donde:

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

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

n : Número de años del período de diseño.

r : Tasa anual de crecimiento del tránsito. (**Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2018, p. 95**).

TABLA N° 2: Factor de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

N° de calzadas	N° de sentidos	N° de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 Calzada (para IMDA total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 Calzadas con separador central (para IMDA total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

2.2.4.6 Volumen de tránsito

James & Reyes (2007) Los estudios se realizan con el propósito de obtener datos reales de los cuales depende la proyección de una carretera, relacionados con la circulación de bienes, servicios y/o personas. Los datos obtenidos de los volúmenes de tránsito se expresan con relación al tiempo, y de esta información se hace posible el desarrollo de métodos que permiten estimar de manera razonable la calidad del servicio que el sistema ofrece. (**p. 223**).

Los volúmenes de tránsito deben ser contemplados como dinámicos, debido a que generalmente sus variaciones son rítmicas y frecuentes, es importante tener un conocimiento de sus características, para prever la actuación de las fuerzas dedicadas a la vía, así como las de conservación.

Volúmenes de tránsito absolutos o totales

James & Reyes (2007) Es el número total de vehículos que circulan durante un tiempo determinado. Dependiendo de la duración de un periodo de tiempo. **(p. 170)**.

Se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

* Tránsito anual (TA):

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T = 1$ año.

* Tránsito mensual (TM):

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T = 1$ mes.

* Tránsito semanal (TS):

Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $T =$ semana.

* Tránsito Diario (TD):

Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $T = 1$ día.

* Tránsito horario (TH):

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T = 1$ hora.

* Tasa de flujo (q):

Tránsito en un período inferior a una hora. En este caso $T < 1$ hora
(James & Reyes, 2007, p. 170).

a. Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que circulan en un lapso de tiempo dado

(en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período. De manera general se expresa como:

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T \leq 1 \text{ año}} \quad (5)$$

James & Reyes (2007) Donde, N representa el número de vehículos que pasan durante T días. De acuerdo al número de días del período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dados en vehículos por día. (p. 171).

b. Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad (6)$$

c. Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{30} \quad (7)$$

d. Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad (8)$$

2.2.4.7 Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (8.2 ton)

Según AASHTO un Eje Equivalente (EE) es el efecto de depreciación causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargando con 8.2 ton de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². (**Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 73**)

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365] \quad (10)$$

Donde:

$EE_{\text{día-carril}}$: Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para carril de diseño.

F_{ca} : Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado

Resulta del Índice Medio Diario (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. (**Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 74**).

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_{dx} \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi} \quad (11)$$

Donde:

IMD_{pi} = Índice medio diario según composición de ejes.

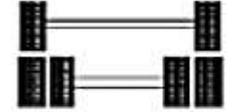
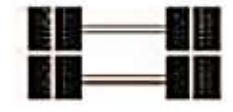
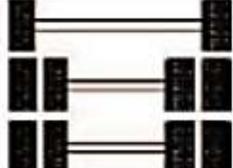
F_d = Factor direccional.

F_c = Factor de carril de diseño.

F_{vpi} = Factor de vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes.

F_{pi} = Factor de presión de neumáticos.

FIGURA N° 4: Configuración de 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: Manual de carreteras 2014

2.2.4.8 Suelos

Menéndez (2009) El suelo es el soporte de la estructura de pavimento y representa uno de los problemas más complejos de entender. El efecto del suelo influye en la definición del trazo y las dimensiones de la estructura de pavimento, así como también los trabajos requeridos durante la vida útil del pavimento. (p. 12).

2.2.4.9 Ensayos de Laboratorio

a) Contenido de Humedad

Menéndez (2009) El contenido de humedad del suelo, (también conocido como contenido de agua) es un indicador de la cantidad de

agua presente en el suelo. Por definición, el contenido de humedad es la relación del peso del agua en una muestra con el peso del sólido secado al horno, este valor es expresado en porcentaje.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

(12)

Donde:

W = Contenido de humedad del suelo (%).

W_w = Peso del agua en la muestra del suelo.

W_s = Peso del suelo secado en el horno.

b) Análisis Granulométrico

Menéndez (2009) Es usado en la clasificación de suelos y es parte de las especificaciones de suelos. El análisis granulométrico estándar determina las proporciones relativas de distintos tamaños de granos mientras son distribuidas en ciertos rangos de tamaño, el cual se conoce como distribución granulométrica. (p.14)

TABLA N° 3: Serie de tamices para Análisis Granulométrico

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Fuente: Manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones

c) Gravedad específica de sólidos

Menéndez (2002) En efecto, esto nos indica que tan pesado o liviano es un material con respecto al agua. Para un análisis exacto, las especificaciones nos indican que se requiere agua destilada o desmineralizada y que todas las mediciones de agua y sólidos sean hechas a una temperatura establecida. **(p.15)**

d) Limite líquido, limite plástico y determinación del índice de plasticidad

Establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad, definiéndose los límites correspondientes de los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo en estado: líquido, plástico o sólido.

Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el límite de contracción (LC). **(Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 31)**

Limite líquido

Menéndez (2009) Es el máximo contenido de agua que un material puede contener y manteniendo aún su plasticidad. Una mayor cantidad de agua ocasionará que se convierta en un líquido espeso". **(p.15)**

Limite Plástico

Menéndez (2009) Es el contenido menor de agua que un material puede tener para un comportamiento clásico. Con menos agua el suelo se toma quebradizo y se rompe en fragmentos al intentar remodelarlos. **(p.15)**

$$\text{limite plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

(13)

Índice de plasticidad

Indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Se calcula mediante la diferencia del LL con LP. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. **(Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 31)**

$$IP = LL - LP$$

(14)

Donde:

IP = Índice de plasticidad.

LL = Límite líquido.

LP = Límite plástico.

e) Ensayo de compactación

Menéndez (2009) La compactación es uno de los procedimientos básicos de la construcción que comprende la subrasante y base de las carreteras y pavimentos de los aeropuertos, terraplenes y estudios similares. La compactación es el proceso de incrementar la cantidad de sólidos por unidad de volumen de suelo con técnicas mecánicas. **(p.16)**

Menéndez (2009) Para una determinada energía de compactación existe un contenido de humedad particular, en el cual la densidad seca es mayor y la compactación mejor. Este contenido de humedad es el contenido óptimo de humedad, y la densidad seca asociada es llamada máxima densidad seca. **(p.16)**

$$\rho_m = 1000 \times \frac{M_t - M_{md}}{V}$$

(15)

Donde:

m = Densidad Húmeda del espécimen compactado

t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

md = Masa del molde de compactación (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m³)

Finalmente se determina la densidad seca

$$\rho d = \frac{\rho m}{1 + \frac{w}{100}}$$

(16)

Donde:

ρd = Densidad seca del espécimen compactado

w = Contenido de agua (%) (**Ensayo de Materiales, 2016**)

f) Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

El ensayo de CBR es un ensayo relativamente simple para obtener un indicador de la resistencia del suelo de la subrasante. (**Menéndez, 2009, p.16**)

Una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, Se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y una penetración de carga de 2.54 mm. (**Manual de Carreteras: Suelos, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 35**).

TABLA N° 4: Categorías de subrasante

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

Fuente: Manual de Carreteras 2014

TABLA N° 5: Número de ensayos CBR según el tipo de carretera

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Suelos, Geología y Geotecnia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

g) Ensayo de Carga de Penetración

Este método proporciona una muestra de suelo para investigación y ensayos de laboratorio a partir de un muestreo, el cual puede producir gran alteración en la muestra debido a la deformación por corte.

Es ampliamente usado en la gran mayoría de proyectos de exploración geotécnica, y por tanto pueden existir correlaciones locales de la cuenta de golpes N, con el comportamiento en ingeniería de obras de tierra y fundaciones. **(MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES, 2016, p. 145)**

2.2.4.10 Estado de suelo

La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos. **(Ministerio de transportes, 2014).**

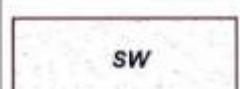
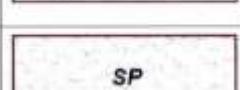
a. Ubicación de calicatas

Se llevará a cabo la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro. Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, sí se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía. En caso el tramo tenga una longitud entre 500 m y 1,000 m el número de calicatas a realizar será la cantidad de calicatas para un kilómetro. Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calicatas a realizar será la mitad de calicatas indicadas. **(Ministerio de transportes, 2014).**

b. Descripción de los suelos

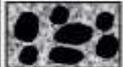
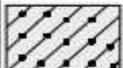
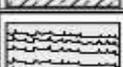
La clasificación de los suelos para la construcción de vías, serán de acuerdo a la metodología AASHTO y SUCS, se usarán los siguientes signos convencionales.

FIGURA N°5: Clasificación SUCS

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

Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p.30)

FIGURA N°6: Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p.30)

2.3 Marco conceptual

Se tendrá en cuenta todos los factores elementales para elaborar el análisis de tráfico, el diseño del pavimento y las clases de suelo.

BASE: Es la capa del pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito en la capa de rodadura a la sub-base. Será de material granular o tratada con asfalto, cal o cemento.

(Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.21)

SUB BASE: Se encuentra en la parte inferior de la base y está destinada a soportar, transmitir y distribuir las cargas que se aplican en la carpeta asfáltica y en la base. Puede ser de material granular o tratada con asfalto, cal o cemento. **(Coronad, 2002, p.96)**

SUPERFICIE DE RODADURA: Es la capa que se coloca en la parte superior del paquete estructural, sobre la base, y es la que le proporciona la superficie de rodamiento a la vía. La superficie de rodadura o asfáltica puede ser tipo bituminoso o de concreto o adoquines. **(Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, p.21)**

CALZADA: Es la parte de la carretera que es para la circulación de vehículos. La calzada se divide en carriles para el movimiento de los mismos. **(Coronado, 2002, p.17)**

CARRIL: Es la parte de la calzada que se destina a la circulación de vehículos. **(Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010, Pavimentos Urbanos (1ra Ed), 2010, p.38)**

SUBRASANTE: Es la capa del terreno en una carretera, que tiene como función soportar la estructura del pavimento **(Coronado, 2002, p.21)**

RASANTE: Es el nivel terminado de la superficie de rodadura y se ubica en el eje de la vía. **(Montejo, 2006, p. 12)**

CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California): El ensayo CBR mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo. Evalúa la calidad del terreno para sub rasante, sub base y base de pavimentos. **(Becerra, 2012, p71)**

EAL: Es la representación estructural de la carga vehicular durante su periodo de diseño hacia el pavimento determinado por número de aplicaciones de carga por eje estándar.

PERIODO DE DISEÑO: Es el tiempo, que transcurre entre la construcción y el momento de la rehabilitación del pavimento. **(Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010, Pavimentos Urbanos (1ra Ed), 2010, p.40).**

SERVICIABILIDAD: Es el valor que indica el grado de comodidad que tiene la superficie y que pueda brindar al desplazamiento de un vehículo. **(Coronado, 2002, p.45)**

NIVEL DE CONFIABILIDAD: Se refiere al grado de seguridad de que el diseño del pavimento, pueda llegar al fin de su periodo de diseño y se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño. **(Montejo, 2002, p.267)**

MÓDULO RESILIENTE: Es una relación que vincula las solicitaciones aplicadas y las deformaciones recuperables al suprimirse el estado de tensiones impuesto. **(Becerra, 2012, p.70)**

NÚMERO ESTRUCTURAL(SN): El número estructural puede ser convertido a espesores reales para la superficie de rodadura, base y sub base, por medio de coeficientes siendo una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento. **(Montejo, 2002, p.265).**

2.4 Hipótesis

El diseño estructural del pavimento más adecuado en función a los costos en la Av. El sol del AA.HH. Víctor Raúl Haya de la Torre – La Esperanza – La Libertad probablemente sea del tipo flexible.

2.5 Variables e indicadores

TABLA N° 6: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición
Diseño estructural de pavimento	Consiste en la determinación de los espesores	Se realizará mediante apoyo de la	Topografía	Orografía	Levantamiento topográfico
				Altitud	
				CBR	

	de cada capa que constituye la sección estructural del pavimento, la cual recibe las solicitaciones de tránsito y clima y las traspassa a la subrasante, repartidas de manera que éste pueda soportar tales solicitaciones sin sufrir deformaciones, durante un período determinado de tiempo(vida útil)	topografía, software para procesar información levantada de campo (AutoCAD Civil 3D) y los métodos de análisis de suelos, de tal manera que el trazo de la carretera sea la misma.	Estudio de mecánica de suelos	Límites de consistencia	Calicatas, ensayos de laboratorio
				Clasificación SUCS, ASSHTO	
			Tráfico	IMDA	Estudio de tráfico
				Tipo de vehículo	
				N° de ejes equivalentes	
			Diseño de pavimentos	Grosor de la capa del pavimento rígido y flexible	Cálculos

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y Nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Aplicada

3.1.1.1. Nivel de investigación

Descriptiva

3.2 Población y Muestra de investigación

3.2.1 Población

Como en todo proyecto es necesario saber la población y la muestra. En éste caso la población beneficiada a considerar son las calles del AA.HH. Víctor Raúl Haya de la Torre, las cuales son 30,280.97m de vías que cubren un área de circulación de 287,669.22m².

3.2.2 Muestra

La muestra de estudio se encuentra en la Av. El sol, en el AA.HH. Víctor Raúl Haya de la Torre, la longitud de vías es 1,901.01m con un área de circulación de 28,515.15m².

3.3 Diseño de investigación

Según el diseño de investigación, este proyecto es de tipo fin aplicada, de carácter descriptivo simple debido a que solo tenemos una variable, de naturaleza, cuantitativa y según su temporalidad, transversal.

Su representación es la mostrada:



Siendo:

M: Ubicación del proyecto de la Av. El sol

O: Datos obtenidos de la zona de estudio en mención.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- * Se realizó el estudio de tráfico para conocer el Índice Medio Anual Diario (IMDA).

- * Se elaboró un Estudio de mecánica de suelos y la determinación de sus características.
- * AUTOCAD 2D, se utilizó para la elaboración de plano de señalización, y diseño del pavimento, así como conocer las longitudes y áreas de las vías.

3.5 Procedimiento y análisis de datos

- * Estudio de tráfico, con la ayuda de una libreta de campo se realizó el conteo de vehículos según clasificación como indica el Manual de Carreteras (Dispositivos del Control de Tránsito para Calles, 2006) y Normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)
- * Estudio de suelos, para lo cual en primer lugar se realizó excavación de calicatas. Luego se procedió a la extracción de las muestras de suelo, seguidamente se llevaron al laboratorio.

3.5.1 Recopilación de datos meteorológicos

- * Técnica utilizada: la observación, control y conteo de índice vehicular.
- * Microsoft Excel 2016: Nos facilitará en hacer las hojas de cálculo ya sea para el conteo vehicular y determinación de los espesores de los pavimentos.
- * Microsoft Word 2016: Se empleó para la realización del informe del proyecto.
- * AUTOCAD 2019: Se empleó para visualizar el plano de ubicación de las zonas de estudio y la ubicación de las calicatas.
- * AUTOCAD CIVIL 3D 2019: Se empleó para generar las curvas de nivel y determinar el área del terreno de la zona de estudio.

3.5.2. Estudio de tráfico

Procedemos a realizar el análisis de tráfico el cual conforman los diferentes tipos de vehículos, ya sea su peso, clase y número de ejes, las mismas que provocan daños, grietas o deformaciones en el pavimento. Esto será de gran importancia para el diseño estructural del pavimento y así mejorar la transitabilidad de las vías

Esta investigación determinará el estudio de tráfico, con el propósito de la obtención de la cantidad de repeticiones de eje equivalente de 18000 lb (18 kips) u 8.2 tn, para nuestro diseño estructural del pavimento A.H. Victor Raul Haya de La Torre - La Esperanza Trujillo, en el proceso de vida útil, para equilibrar de manera correcta la durabilidad y servicialidad.

3.5.3. Metodología del trabajo de campo

Para el conteo de vehículos y procesamiento de datos, se tomó en cuenta la vía en estudio; la Av. El Sol; para la obtención del Índice Medio Diario (IMD), el conteo se realizó por dos días, lunes 06 y viernes 10 de setiembre de 7:00 a.m. a 5:00 p.m., el valor IMD determinará el Índice Medio Diario Anual (IMDA).

Se determinará los datos obtenidos los cuales serán multiplicados con otros factores con el propósito de la obtención de la cantidad de repeticiones de eje equivalente de 18000 lb (18 kips) u 8.2 tn, para equilibrar de manera correcta la durabilidad y servicialidad de la vía en estudio.

3.5.3.1. Conteo de vehículos

En la tabla 7 se muestra el conteo de vehículos por los 2 días que se realizó durando 10 hrs.

TABLA N°7: Conteo de vehículos (Av. El Sol)

DIA	FECHA	VEHICULOS LIGEROS					PESADOS	
		AUTO	CAMIONETA	MOTO-TAXI	COMBI	MICROBUS	2 EJES	3 EJES
								
Lunes	06/09/2021	210	56	74	41	195	3	1
Viernes	10/09/2021	198	34	63	32	201	4	2
TOTAL		408	90	137	73	396	7	3

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.2. Cálculo de IMD's

En la tabla 8 se muestra el IMD, este valor nos brinda el volumen de vehículos promedio por los días que se realizó el conteo.

TABLA N°8: IMD's (Av. El Sol)

DIA	FECHA	VEHICULOS LIGEROS					PE SADOS		TOTAL
		AUTO	CAMIONETA	MOTO-TAXI	COMBI	MICROBUS	2 EJES	3 EJES	
									
IMD's		204	13	69	37	198	4	2	525

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.3. Cálculo del factor de crecimiento acumulado (Fca)

Para el diseño de los pavimentos a realizar: Pavimento Flexible y Pavimento Rígido, de la Av. El sol - La Esperanza, se consideró un periodo de diseño de 20 años.

En la tabla 9, la tasa de crecimiento poblacional anual del distrito de La Esperanza es de 2.22%, para el proyecto se tomó un valor de 2%.

TABLA N°9: Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según provincias.

LA ESPERANZA	DISTRITO		TASA DE CRECIMIENTO
	2007	2017	
	151845	189206	2.22%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática- Censos Nacionales de Población.

Obteniendo el valor de la tasa de crecimiento anual y la guía ASSHTO para el diseño estructural de pavimento 1993, se determinó el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca), teniendo así el valor de Fca=24.30.

TABLA N°10: Factores de crecimiento del tráfico (Fca)

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

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

3.5.3.4. Factor direccional (Fd) y factor de carril (Fc)

Estos dos factores toman en cuenta el número de calzadas y el número de carriles por sentido, para el presente proyecto de diseño los valores son $F_d = 0.50$ y $F_c = 1.00$.

TABLA N°11: Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de diseño

N° de calzadas	N° de sentidos	N° 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: Base de guía AASHTO 93

3.5.3.5. Factor de ejes equivalentes (EE)

Los ejes equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor de las distintas cargas, estos valores representan el factor destructivo de las diferentes cargas, por configuración de ejes que conforman los vehículos pesados.

(Manual de Carreteras “Suelos y Pavimentos, 2013, p. 78)

FIGURA N°7: Configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumaticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	2	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	4	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple+ 1 Rueda Doble)	1RS + 1RD	6	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	8	
EJE TRIDEM (Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS+2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota:

RS: Rueda Simple

RD: Rueda Doble

Fuente. Ministerio de Transporte y Comunicaciones en base a datos de la Guía AASHTO 93

De acuerdo al tipo de ejes se utiliza las siguientes fórmulas para determinar los Ejes Equivalentes, que obtuvieron de los valores establecidos por la Guía AASHTO.

TABLA N°12: Relación de cargas por eje, Pavimentos Flexibles

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

Eje Tridem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1}=[P/20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2}=[P/21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente. Ministerio de Transportes y Comunicaciones en base a datos de la Guía

ASSHTO 93

TABLA N°13: Relación de cargas por eje, Pavimentos Rígidos

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

Fuente. Ministerio de Transportes y Comunicaciones en base a datos de la Guía

ASSHTO 93

3.5.3.6. Factor de Vehículo Pesado (F_{vp})

Con la figura 7 como guía en la configuración de ejes, y sus respectivas fórmulas para determinar EE (tabla 12 y 13) se obtiene el Factor de Vehículo Pesado para el pavimento flexible (tabla 14) y rígido (tabla 15).

TABLA N°14: Factor Vehículo Pesado para Pavimento Flexible

EJE	MICRO B2		CAMIÓN C2		CAMIÓN C3		
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E3
CARGA(Ton)	7	10	7	11	7	9	9
TIPO DE EJE	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble
FACTOR E.E.	1.265	2.212	1.265	3.258	1.265	2.019	
TOTAL FACTOR	3.477		4.504		3.284		

Fuente. Elaboración propia

TABLA N°15: Factor Vehículo Pesado para Pavimento Rígido

	MICRO B2		CAMIÓN C2		CAMIÓN C3		
EJE	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E3
CARGA(Ton)	7	10	7	11	7	9	9
TIPO DE EJE	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble
FACTOR E.E.	1.273	2.256	1.273	3.335	1.273	3.458	
TOTAL FACTOR	3.529		4.608		4.731		

Fuente. Elaboración propia

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

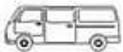
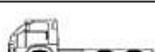
Viene a ser un valor de ajuste por presión de contacto de neumáticos. Es por ello que para el diseño de los pavimentos tanto flexible como rígido, se consideró el siguiente valor: $F_p=1.00$

3.5.3.8. Cálculo de ejes equivalentes día-carril

Resolviendo la siguiente ecuación, se obtiene:

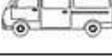
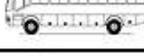
$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi}$$

TABLA N°16: Ejes Equivalentes día-carril para Pavimento Flexible (Av. El Sol)

PAVIMENTO FLEXIBLE								
AVENIDA EL SOL			IMDA	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fp)	EE día-carril
LIGEROS	MOTO-TAXI		69	0.50	1.00	0.0002	1.00	0.00
	AUTO "M1"		204	0.50	1.00	0.0011	1.00	0.06
	CAMIONETA "N2"		13	0.50	1.00	0.0169	1.00	0.05
	COMBI "M2"		37	0.50	1.00	0.0169	1.00	0.15
	B2		198	0.50	1.00	4.5037	1.00	222.93
PESADOS	C2		4	0.50	1.00	4.5037	1.00	3.94
	C3		2	0.50	1.00	3.2846	1.00	1.23
							Nrep EE	228.37

Fuente. Elaboración propia

TABLA N°17: Ejes Equivalentes día-carril para Pavimento Rígido (Av. El Sol)

PAVIMENTO RIGIDO							
AVENIDA EL SOL		IMDA	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fp)	EE día-carril
LIGEROS	MOTO-TAXI 	69	0.50	0.80	0.0002	1.00	0.00
	AUTO "M1" 	204	0.50	0.80	0.0009	1.00	0.04
	CAMIONETA "N2" 	13	0.50	0.80	0.0150	1.00	0.04
	COMBI "M2" 	37	0.50	0.80	0.0150	1.00	0.11
	E2 	198	0.50	0.80	4.6077	1.00	182.46
PESADOS	C2 	4	0.50	0.80	4.6077	1.00	3.23
	C3 	2	0.50	0.80	4.7308	1.00	1.42
						Nrep EE	187.30

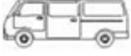
Fuente. Elaboración propia

3.5.3.9. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) de 8.2 tn

Con los datos obtenidos anteriormente, se resuelve la ecuación N° 10 (descrita anteriormente), obteniendo así el número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn para los dos tipos de pavimentos (tabla 17 y 18).

$$Nrep\ de\ EE_{8.2\ tn} = \sum [EE_{dia-carril} \times Fca \times 365]$$

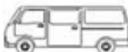
TABLA N°18: Numero de Ejes Equivalentes de 8.2 tn para Pavimento Flexible
(Av. El Sol)

PAVIMENTO FLEXIBLE								
AVENIDA EL SOL			IMDA	Tasa de Crecimiento	Fca	Fvp	EE día-carril	Nrep de EE
L I V I A N O S	MOTO-TAXI		69	2.00%	24.30	0.0002	0.00	30.37
	AUTO "M1"		204	2.00%	24.30	0.0011	0.06	497.53
	CAMIONETA "N2"		13	2.00%	24.30	0.0169	0.05	481.75
	COMBI "M2"		37	2.00%	24.30	0.0169	0.15	1367.64
	B2		198	2.00%	24.30	4.5037	222.93	1977091.55
P E S A D O S	C2		4	2.00%	24.30	4.5037	3.94	34948.59
	C3		2	2.00%	24.30	3.2846	1.23	10923.60
							Nrep EE	2025341.03

AV. EL SOL	Numero de Repeticiones de E.E.
Trafico de Diseño	2025341.03

Fuente. Elaboración propia

TABLA N°19: Numero de Ejes Equivalentes de 8.2 tn para Pavimento Rígido
(Av. El Sol)

PAVIMENTO RIGIDO								
AVENIDA EL SOL			IMDA	Tasa de Crecimiento	Fca	Fvp	EE día-carril	Nrep de EE
L I V I A N O S	MOTO-TAXI		69	2.00%	24.30	0.0002	0.00	30.37
	AUTO "M1"		204	2.00%	24.30	0.0009	0.05	407.07
	CAMIONETA "N2"		13	2.00%	24.30	0.0150	0.05	427.59
	COMBI "M2"		37	2.00%	24.30	0.0150	0.14	1213.88
	B2		198	2.00%	24.30	4.6077	228.08	2022746.80
P E S A D O S	C2		4	2.00%	24.30	4.6077	4.03	35755.63
	C3		2	2.00%	24.30	4.7308	1.77	15733.23
							Nrep EE	2076315

AV. EL SOL	Numero de Repeticiones de E.E.
Trafico de Diseño	2076314.57

Fuente. Elaboración propia

3.5.4 Estudio de mecánica de suelos

3.5.4.1. Exploración de campo

Se llevó a cabo la ejecución de pozos exploratorios (calicatas) con una profundidad de 1.50m, donde se excavó 3 calicatas con ayuda de pala y pico, de las cuales se obtuvieron siguientes datos:

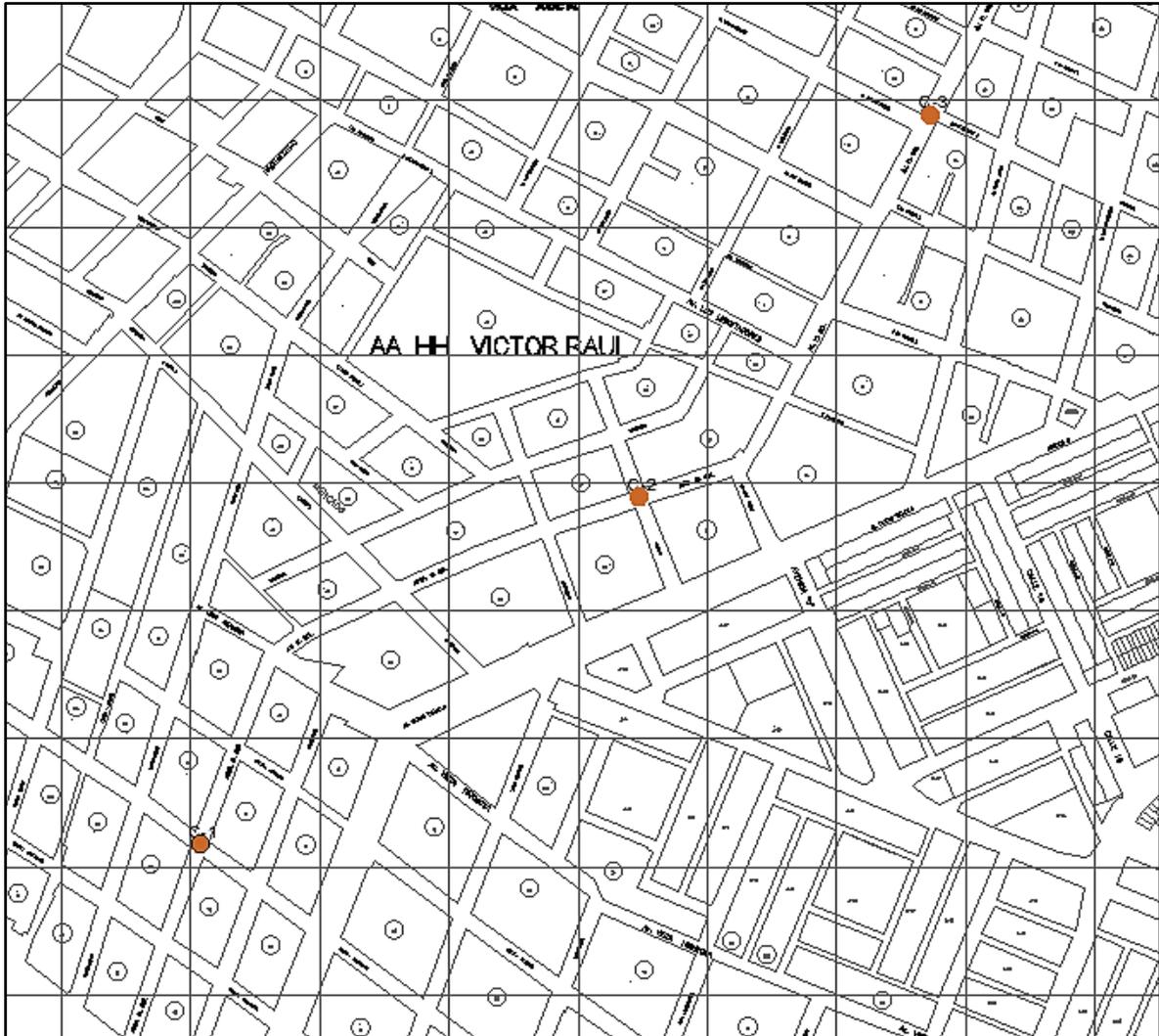
TABLA N°20: Exploración de campo (Av. El Sol)

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD
C-1	M-1	1.50m
C-2	M-2	1.50m

C-3	M-3	1.50m
-----	-----	-------

Fuente. Elaboración propia

FIGURA N°8: Plano de ubicación de calicatas



Fuente. Elaboración propia

3.5.4.2. Ensayos de laboratorio

a. Contenido de humedad

Este valor nos indica el porcentaje de agua que presenta el suelo en estudio, de la relación del peso del agua en una muestra con el peso del sólido secado en el horno, obtenemos los siguientes resultados de cada una de las calicatas.

TABLA N°21: Contenido de humedad

N° CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD %
C-1	M-1	0.99
C-2	M-2	0.80
C-3	M-3	0.75

Fuente. Elaboración propia

b. Análisis granulométrico por tamizado

Muestra la distribución de los diferentes tamaños que posee una muestra de suelo

TABLA N°22: Análisis granulométrico

N° CALICATA	MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINO
C-1	M-1	15.00	84.98	0.02
C-2	M-2	28.60	77.10	4.32
C-3	M-3	24.62	71.09	3.60

Fuente. Elaboración propia

c. Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad

Estos ensayos se realizaron para determinar el comportamiento del suelo respecto a su contenido de humedad, se establece los límites de consistencia y el índice de plasticidad, mostrando los resultados en la tabla N° 22.

TABLA N°23: Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad

N° CALICATA	MUESTRA	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
C-1	M-1	N.P.	N.P.	N.P.
C-2	M-2	N.P.	N.P.	N.P.
C-3	M-3	N.P.	N.P.	N.P.

Fuente. Elaboración propia

d. Ensayo de compactación – Proctor Modificado

Este ensayo se realizó para determinar el peso volumétrico seco máximo al que puede llegar un material, también su humedad óptima para la compactación.

TABLA N°24: Proctor modificado

N° CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
		DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C-1	M-1	1.82	5.95
C-2	M-2	1.79	7.29
C-3	M-3	1.82	7.00

Fuente. Elaboración propia

e. CBR (California Bearing Ratio)

Este ensayo se realiza con el propósito de precisar la resistencia del suelo sometida a esfuerzos cortantes, así como también poder evaluar la calidad relativa del suelo de la subrasante.

TABLA N°25: Valores de CBR

N° CALICATA	MUESTRA	CBR (%)
C-1	M-1	17.43
C-2	M-2	16.88
C-3	M-3	17.52

Fuente. Elaboración propia

Para determinar el CBR de diseño de la subrasante, se consideró el menor valor de:

CBR= 16.88%

f. Perfil estratigráfico

Se realizó con la finalidad poder apreciar los estratos del suelo de las 3 calicatas, como se observa a continuación en la tabla N°25:

TABLA N°26: Perfil estratigráfico

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN	
			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SUCS
C-1	M-1	1.50	Arena mal graduada con grava, en estado seco con contenido de humedad	SP
C-2	M-2	1.50	Arena mal graduada con grava, en estado seco con contenido de humedad	SP
C-3	M-3	1.50	Arena mal graduada con grava, en estado seco con contenido de humedad	SP

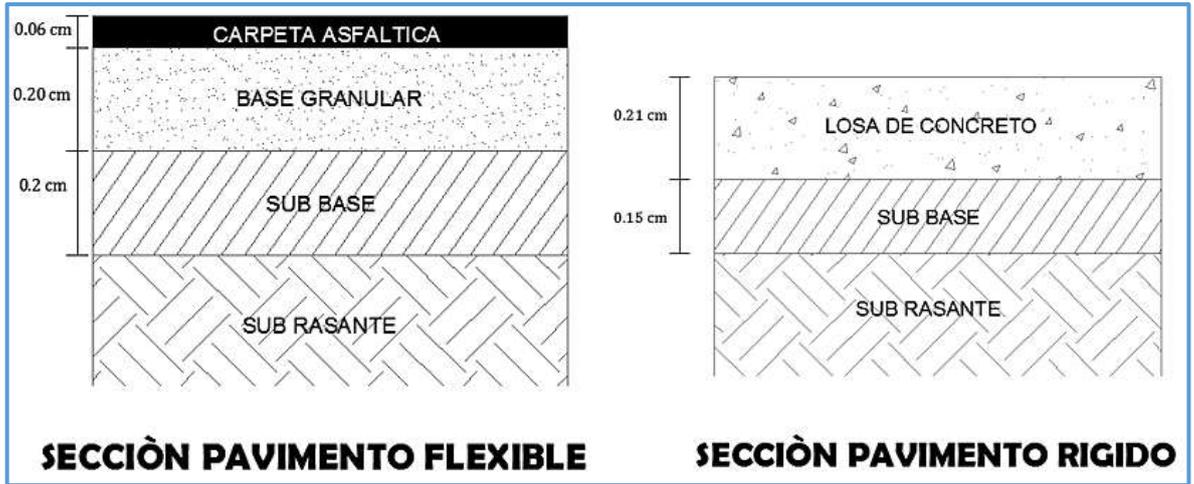
Fuente. Elaboración propia

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Propuesta de investigación

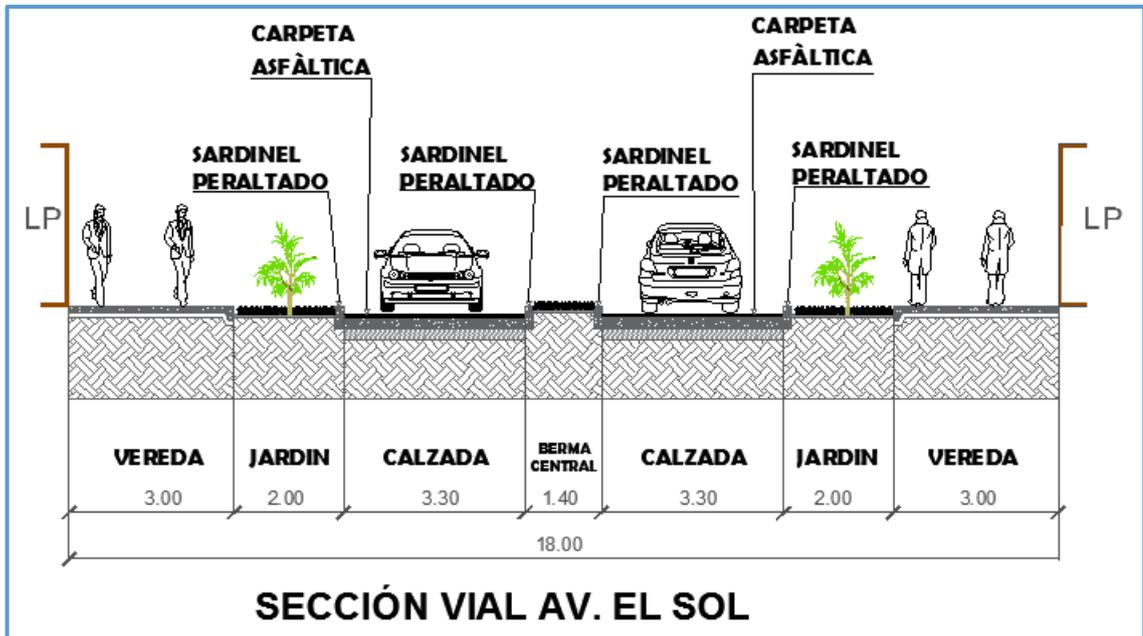
En este caso, la vía en estudio, la cual es: la Av. El Sol no cuenta con vías pavimentadas y tampoco cuenta con una sección vial. El presente proyecto tiene como objetivo el diseño estructural del pavimento, a continuación, pavimento flexible y rígido (figura 9), además el diseño de las secciones (figura 10 y 11), para mejorar la transitabilidad del sector.

FIGURA N°9: Espesor de acuerdo al diseño del pavimento y rígido



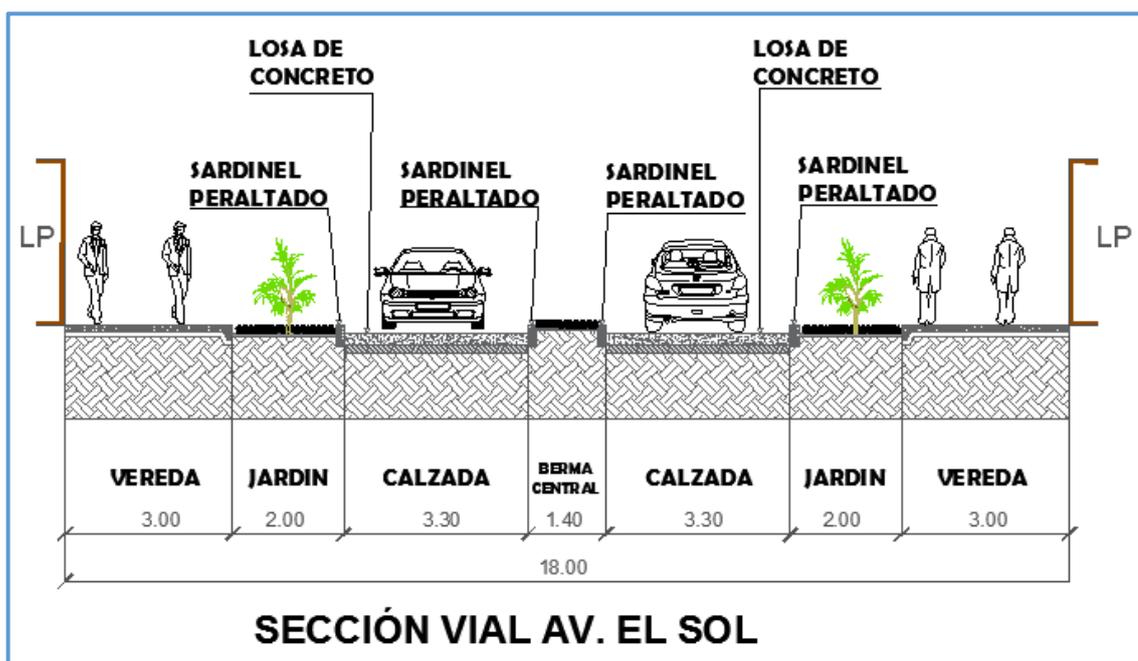
Fuente. Elaboración propia

FIGURA N°10: Sección vial de pavimento flexible



Fuente. Elaboración propia

FIGURA N°11: Sección vial de pavimento rígido



Fuente. Elaboración propia

4.2 Análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Diseño de pavimento flexible, según Metodología AASHTO 93

A partir de los datos determinados del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn y el CBR de la zona en estudio, se procede a realizar el diseño estructural del pavimento flexible mediante la metodología AASHTO 93.

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

De acuerdo a la tabla N° 17, se determinó:

$$W_{18} = 2025341.03$$

b. Nivel de confiabilidad (%R) y Desviación estándar normal (Z_R)

Estos valores se añaden para calcular la variación propia de los materiales, procesos constructivos y de supervisión, de las siguientes tablas obtenemos los resultados para la avenida en estudio.

TABLA N°27: Nivel de confiabilidad (%R)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (%R)
Caminos bajo volumen de transito	T _{P0}	75,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	90%
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	90%
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	90%
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	95%
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	95%
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	95%
T _{P15}	>30,000,000		95%	

Fuente. Elaboración propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

R = 85%

TABLA N°28: Desviación estándar normal (Z_R)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Z _R)
Caminos bajo volumen de transito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842

Resto de caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	-1.282
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	-1.282
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	-1.282
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	-1.645
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	-1.645
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	-1.645
	T _{P15}	>30,000,000		-1.645

Fuente. Elaboración propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

$$Z_R = -1.036$$

c. Desviación estándar combinada (S_o)

La Desviación Estándar es un valor que se toma en cuenta para la variabilidad esperada de la estimación del tránsito y de otros factores que alteran el comportamiento del pavimento. Según la guía AASHTO para pavimentos flexibles se sugiere tomar los valores entre 0.40 y 0.50.

$$S_o = 0.45$$

d. Índice de servicialidad (P_o, P_t, ΔPSI)

Se define como la capacidad del pavimento de aprovechar el tránsito que circula por la vía. El Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones dispone de acuerdo a la guía AASHTO 93, los siguientes valores:

TABLA N°29: Índice de servicialidad (P_o)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (P_i) o (P_o)
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	3.80
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
Resto de caminos	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	4.00
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	4.00
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	4.00
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	4.20
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	4.20
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	4.20
	T _{P15}	>30,000,000		4.20

Fuente. Elaboración propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

$$P_o = 4.00$$

TABLA N°30: Índice de servicialidad (P_t)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIALIDAD FINAL (P_t)
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
Resto de caminos	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50

	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	2.50
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	2.50
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	2.50
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	3.00
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	3.00
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	3.00
	T _{P15}	>30,000,000		3.00

Fuente. Elaboración propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

$$P_t = 2.50$$

TABLA N°31: Índice de servicialidad (ΔPSI)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIALIDAD (ΔPSI)
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	1.50
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	1.50
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	1.50
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	1.20
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	1.20
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	1.20
	T _{P15}	>30,000,000		1.20

Fuente. Elaboración propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

$$\Delta PSI = 1.50$$

e. El módulo de resiliencia (M_R)

El módulo de Resiliencia, viene a ser la medida de la rigidez del suelo, está en función del CBR, en el presente proyecto el valor es 16.88%, el cual se clasifica en un suelo de subrasante regular

$$M_R = 15592.27$$

f. Cálculo del número estructural (SN)

Para determinar el valor de SN, resolvemos la siguiente ecuación:

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

Donde:

$$W_{18} = 2025341.03$$

$$Z_R = -1.036$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta PSI = 1.50$$

$$M_R = 15592.27$$

$$R = 85\%$$

Tenemos como resultado.

$$SN = 2.870$$

g. Coeficientes estructurales de las capas de pavimento

Es un número que simboliza la resistencia relativa de los materiales que forman parte del proceso constructivo del pavimento. Los

valores promedios usados según el MTC en base a la guía AASHTO 93, determina lo siguiente:

TABLA N°32: Coeficientes estructurales de las capas de pavimento

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL (CM)	OBSERVACION
CAPA SUPERICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, modulo 2.965 Mpa (430,000PSI) a 20° C (68° F)	a1	0.170/cm	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
BASE			
Base granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.052/cm	Capa de Base recomendada para tráfico ≤ 10'000,000EE
SUB BASE			
Sub base granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a3	0.047/cm	Capa de subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de tráfico

Fuente. Elaboración propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

h. Coeficiente de drenaje

Está en función de la duración de los materiales cuando estén expuestos a la humedad, saturación y tiempo en el que se drena el agua. El coeficiente para la vía es el siguiente:

$$m_2 = m_3 = 1.00$$

i. Coeficientes estructurales de capas del pavimento

Aplicando la siguiente ecuación se obtiene:

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

Donde:

$$SN = 2.870$$

$$a_1 = 0.017 \text{ cm}$$

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

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

$$m_2 = m_3 = 1.00$$

Planteamos la siguiente alternativa:

d1	d2	d3
6 cm	20 cm	20 cm
Capa superficial	Base	SubBase

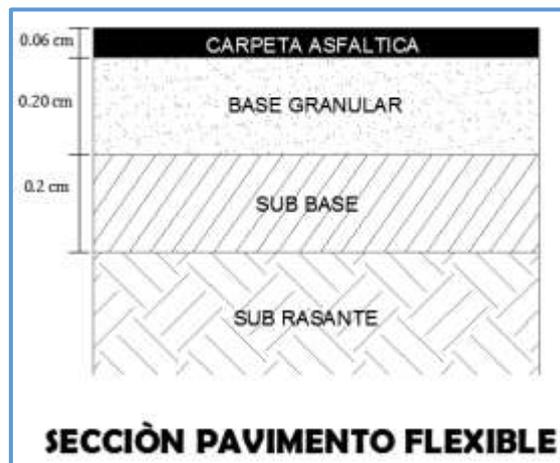
Reemplazando en la ecuación, se obtuvo:

$$2.870 = 0.17 \times 6 + 0.052 \times 20 + 0.047 \times 20$$

$$2.870 = 3.00 \text{ CUMPLE}$$

El diseño del pavimento flexible queda de la siguiente manera:

FIGURA N°12: Espesor de acuerdo al diseño del pavimento flexible



Fuente. Elaboración propia

4.2.2 Diseño de pavimento rígido, según Metodología AASHTO 93

Se realiza el mismo proceso iterativo antes mencionado.

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

De acuerdo a la tabla N°18, se determinó:

$$W_{18} = 2076314.57$$

b. Nivel de confiabilidad (%R) y Desviación estándar normal (Z_R)

Estos valores se añaden para calcular la variación propia de los materiales, procesos constructivos y de supervisión, de las siguientes tablas obtenemos los resultados para la avenida en estudio.

$$R = 85\%$$

$$Z_R = -1.036$$

c. Desviación estándar combinada (S_o)

La Desviación Estándar es un valor que se toma en cuenta para la variabilidad esperada de la estimación del tránsito y de otros factores que alteran el comportamiento del pavimento. Según la guía AASHTO para pavimentos rígidos se sugiere tomar los valores entre 0.30 y 0.40.

Se considera el valor de:

$$S_o = 0.35$$

d. Índice de servicialidad (P_o , P_t , ΔPSI)

Se define como la capacidad del pavimento de aprovechar el tránsito que circula por la vía. El Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones dispone de acuerdo a la guía AASHTO 93, los siguientes valores:

TABLA N°33: Índice de servicialidad

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL(P _i) o (P _o)	ÍNDICE DE SERVICIALIDAD FINAL(P _t)	DIFERENCIAL DE SERVICIALIDAD FINAL(ΔPSI)
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30,000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente. Elaboración propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

$$P_o = 4.30$$

$$P_t = 2.50$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

e. Resistencia media del concreto (M_r)

Dado que el pavimento rígido trabaja principalmente a flexión, se introduce este parámetro a la ecuación AASHTO 93. El módulo de rotura (M_r) se relaciona con el módulo de compresión (f'c), para el proyecto se utilizará un f'c=280 kg/cm² en cual se reemplaza en la siguiente ecuación:

$$M_r = a\sqrt{f'c} \text{ Kg/cm}^2$$

Donde el valor de “a” varía entre 1.99 y 3.18, tomamos el valor de:
 $a = 2.3904572$

Resolviendo la ecuación, tenemos:

$$M_r = 40 \text{ kg/cm}^2 = 3.92266 \text{ Mpa}$$

f. Coeficiente de drenaje (C_d)

La calidad de drenaje representa la probabilidad que por un cierto tiempo la losa de concreto mantenga agua y humedad. Para un buen drenaje el coeficiente varía entre 0.70 y 1.25, asumimos el siguiente valor:

$$C_d = 1.00$$

g. Coeficiente de transmisión de carga en las juntas (J)

Este parámetro expresa la capacidad de la estructura como transmisora, tanto de cargas entre juntas como de fisuras, para el proyecto se cuenta con un pavimento de concreto con pasadores y una berma de material asfáltico, tomando como base la Guía AASHTO 93 tenemos el valor:

$$J = 3.20$$

h. Módulo de elasticidad del concreto(E_c)

Es un parámetro importante para dimensionar la estructura de concreto armado. La estimación se puede realizar a partir de la resistencia a compresión. Según AASHTO 93, indica que el módulo elástico puede ser estimado usando correlación asesorada por el ACI en la siguiente ecuación:

$$E = 57000 \times (f'_c)^2; (f'_c \text{ en Psi})$$

Reemplazando datos, obtenemos:

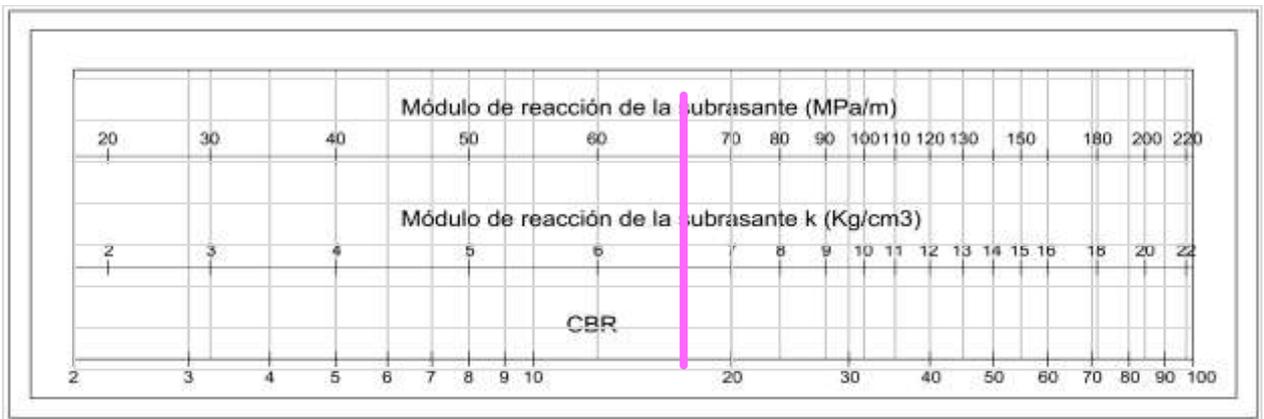
$$E_c = 3597112.797 \text{ PSI} = 24801.229 \text{ Mpa}$$

i. Módulo de reacción(K)

Siendo el valor de CBR=16.88% se ingresa en la siguiente tabla y obtenemos:

$$K_o = 66 \text{ Mpa/m}$$

FIGURA N°13: Correlación CBR y Modulo de Reacción de la Subrasante



Fuente. Manual Portland Cement Association, Subgrades and Subbases for concrete pavements Skokie. PCA 1971

j. Cálculo de espesor de losa(D)

Para determinar el espesor de la losa de concreto, utilizamos la siguiente ecuación.

$$\log_{10}(W_{R2}) = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{2.46}}} + (4.22 - 0.32 P_D) * \log_{10}\left(\frac{(M_r * C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132))}{1.51 * j \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Donde:

$$W_{18} = 2076314.57$$

$$Z_R = -1.036$$

$$S_o = 0.35$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

$$P_t = 2.50$$

$$M_r = 3.92266 \text{ Mpa}$$

$$C_d = 1.00$$

$$J = 3.20$$

$$E_c = 24801.229 \text{ Mpa}$$

$$K = 66 \text{ Mpa/m}$$

$$D = 201.20 \text{ mm}$$

Para el proyecto se consideró una losa de concreto con resistencia de $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ con un espesor de 21cm y subbase granular de 15cm, según parámetros AASHTO 93.

FIGURA N°14: Espesor de acuerdo al diseño del pavimento rígido



Fuente. Elaboración propia.

4.2.3 Presupuesto

Realizado el diseño de ambos pavimentos y de las secciones viales

a. Pavimento Flexible

Presupuesto "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"

Subpresupuesto PAVIMENTO RIGIDO

Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - LA ESPERANZA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES				8,673.63
01.01	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA	m2	30.00	106.65	3,199.50
01.02	CARTEL DE OBRA 3.60x2.40M	und	1.00	974.13	974.13
01.03	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD	glb	1.00	4,500.00	4,500.00
02	OBRAS PRELIMINARES				52,932.00
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	34,200.00	1.46	49,932.00
02.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
03	PAVIMENTO CALZADAS				1,104,508.95
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				121,247.55
03.01.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	5,130.00	12.00	61,560.00
03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3	6,669.00	8.95	59,687.55
03.02	PAVIMENTO FLEXIBLE				983,261.40
03.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES	m2	12,540.00	5.36	67,214.40
03.02.02	BASE DE AFIRMADO H=0.20 m	m2	12,540.00	18.20	228,228.00
03.02.03	SUB-BASE GRANULAR e=0.20 m	m2	12,540.00	11.39	142,830.60
03.02.04	BARRIDO Y LIMPIEZA PRA IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	12,540.00	1.16	14,546.40
03.02.05	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	12,540.00	5.68	71,227.20
03.02.06	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=2" C/EQUIPO	m2	12,540.00	36.62	459,214.80
04	VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS				2,153,170.08
04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				47,735.75
04.01.01	EXCAVACION MANUAL	m3	920.74	40.21	37,022.96
04.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3	1,196.96	8.95	10,712.79
04.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,105,434.33
04.02.01	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL DE PRESTAMO AFIRMADO e=10cm	m2	6,138.24	14.47	88,820.33
04.02.02	CONCRETO PARA VEREDAS Y MARTILLOS INC. UÑAS Y BRUÑADO f'c=175kg/cm2	m2	6,138.24	317.19	1,946,988.35
04.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y MARTILLOS	m2	257.96	48.38	12,480.10
04.02.04	CORTE EN JUNTA DE CONTRACCION	m	1,413.00	14.68	20,742.84
04.02.05	SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCION	m	1,413.00	8.56	12,095.28
04.02.06	CURADO DE VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS	m2	6,138.24	3.96	24,307.43
05	SARDINELES PERALTADOS				195,704.05
05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,560.45
05.01.01	EXCAVACION MANUAL	m3	126.54	40.21	5,088.17
05.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3	164.50	8.95	1,472.28
05.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				189,143.60
05.02.01	CONCRETO f'c=175kg/cm2 PARA SARDINELES	m3	253.08	333.33	84,359.16
05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL	m2	1,687.18	60.14	101,467.01
05.02.03	SELLADO DE JUNTA ASFÁLTICA	m	210.90	8.56	1,805.30
05.02.04	CURADO DE SARDINEL	m2	632.69	2.39	1,512.13
06	AREAS VERDES				271,355.77
06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				271,355.77
06.01.01	CORTE DE TERRENO MANUAL h=0.10m SIN APISON	m3	1,643.02	10.00	16,430.20
06.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	2,135.92	9.59	20,483.47
06.01.03	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	m3	1,643.02	36.49	59,953.80

06.01.04	SEMBRADO DE GRASS NATURAL	m2	16,430.16	10.62	174,488.30
07	SEÑALIZACION				68,347.63
07.01	PINTADO DE SIMBOLOS	m2	288.44	28.38	8,185.93
07.02	PINTADO DE LINEAS	m	1,900.00	7.20	13,680.00
07.03	PINTADO DE SARDINELES	m2	2,108.97	22.04	46,481.70
	COSTO DIRECTO				3,854,692.11
	GASTOS GENERALES				578,203.82
	UTILIDADES				385,469.21
	SUBTOTAL				4,818,365.14
	IGV(18%)				867,305.73
	TOTAL				5,685,670.87

SON : CINCO MILLONES SEISCIENTOS OCHENTICINCO MIL SEISCIENTOS SETENTA Y 87/100 SOLES

b. Pavimento Rígido

Presupuesto	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"				
Subpresupuesto	PAVIMENTO RIGIDO				
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - LA ESPERANZA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES				8,673.63
01.01	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANA	m2	30.00	106.65	3,199.50
01.02	CARTEL DE OBRA 3.60x2.40M	und	1.00	974.13	974.13
01.03	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD	glb	1.00	4,500.00	4,500.00
02	OBRAS PRELIMINARES				52,932.00
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	34,200.00	1.46	49,932.00
02.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
03	PAVIMENTO CALZADAS				1,828,569.72
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				121,247.55
03.01.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	5,130.00	12.00	61,560.00
03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3	6,669.00	8.95	59,687.55
03.02	PAVIMENTO RIGIDO				1,707,322.17
03.02.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES	m2	12,540.00	5.36	67,214.40
03.02.02	SUB-BASE DE HORMIGON e=0.15 m	m2	12,540.00	14.58	182,833.20
03.02.03	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO h=21cm F'C=280kg/cm2	m2	12,540.00	81.12	1,017,244.80
03.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	950.00	45.48	43,206.00
03.02.05	DOWELS EN JUNTA DE CONTRACCION 1"	und	14,250.00	18.09	257,782.50
03.02.06	CORTE EN JUNTAS DE CONTRACCION	m	3,798.00	13.96	53,020.08
03.02.07	SELLO DE JUNTA DE CONTRACCION 3mm	m	3,798.00	9.59	36,422.82
03.02.08	SELLO DE JUNTA DE CONSTRUCCION 15mm	m	1,899.00	14.43	27,402.57
03.02.09	CURADO DE LOSAS	m2	12,540.00	1.77	22,195.80
04	VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS				2,156,116.43
04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				47,735.75
04.01.01	EXCAVACION MANUAL	m3	920.74	40.21	37,022.96
04.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3	1,196.96	8.95	10,712.79
04.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,108,380.68
04.02.01	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL DE PRESTAMO AFIRMADO e=10cm	m2	6,138.24	14.47	88,820.33

04.02.02	CONCRETO PARA VEREDAS Y MARTILLOS INC. UÑAS Y BRUÑADO f _c =175kg/cm ²	m2	6,138.24	317.67	1,949,934.70
04.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y MARTILLOS	m2	257.96	48.38	12,480.10
04.02.04	CORTE EN JUNTA DE CONTRACCION	m	1,413.00	14.68	20,742.84
04.02.05	SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCION	m	1,413.00	8.56	12,095.28
04.02.06	CURADO DE VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS	m2	6,138.24	3.96	24,307.43
05	SARDINELES PERALTADOS				195,162.79
05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,560.45
05.01.01	EXCAVACION MANUAL	m3	126.54	40.21	5,088.17
05.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3	164.50	8.95	1,472.28
05.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				188,602.34
05.02.01	CONCRETO f _c =175kg/cm ² PARA SARDINELES	m3	253.08	333.33	84,359.16
05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL	m2	1,678.18	60.14	100,925.75
05.02.03	SELLADO DE JUNTA ASFÁLTICA	m	210.90	8.56	1,805.30
05.02.04	CURADO DE SARDINEL	m2	632.69	2.39	1,512.13
06	AREAS VERDES				271,355.77
06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				271,355.77
06.01.01	CORTE DE TERRENO MANUAL h=0.10m SIN APISON	m3	1,643.02	10.00	16,430.20
06.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	2,135.92	9.59	20,483.47
06.01.03	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	m3	1,643.02	36.49	59,953.80
06.01.04	SEMBRADO DE GRASS NATURAL	m2	16,430.16	10.62	174,488.30
07	SEÑALIZACION				68,347.63
07.01	PINTADO DE SIMBOLOS	m2	288.44	28.38	8,185.93
07.02	PINTADO DE LINEAS	m	1,900.00	7.20	13,680.00
07.03	PINTADO DE SARDINELES	m2	2,108.97	22.04	46,481.70
	COSTO DIRECTO				4,581,157.97
	GASTOS GENERALES				687,173.70
	UTILIDADES				458,115.80

					-
	SUBTOTAL				5,726,447.46
	IGV(18%)				1,030,760.54

					-
	TOTAL				6,757,208.01
	SON : SEIS MILLONES SETECIENTOS CINCUENTISIETE MIL DOSCIENTOS OCHO Y 01/100 SOLES				

4.2.4 Prueba de hipótesis

Acorde a la hipótesis planteada en el presente proyecto, se ha realizado el diseño de la estructura de ambos pavimentos; haciendo uso de la metodología AASHTO 93, así mismo se diseñó una sección transversal basado a la Norma Técnica GH.020. Finalmente, se procede con la elaboración de un presupuesto para pavimento flexible y pavimento rígido.

Se elaboró los diseños planteados con la finalidad de facilitar una mejor circulación, para los vehículos y peatones, se tomó en cuenta también

las condiciones del clima en la zona, de tal manera se verifica que la propuesta mejorará la transitabilidad de la vía en estudio.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- * El conteo de vehículos se realizó en la vía en estudio, en la cual se obtuvo el Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 525veh/día, luego se procesó los datos para obtener la carga vehicular de diseño ($W_{8.2}$) teniendo para el pavimento flexible 2,025,341.03 y para el pavimento rígido 2076314.57. El estudio de tráfico se realizó por dos días, lunes 06 y viernes 12 de setiembre del año 2021 de 7:00a.m. a 5:00p.m., estos resultados cuentan con un periodo de diseño de 20 años y se muestran en la siguiente tabla 34.

TABLA N°34: Número de ejes equivalentes de 8.2tn para pavimento flexible y rígido

TRAMO AV. EL SOL	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
Nrep de EE de 8.2 tn	2025341.03	2076314.57

Fuente. Elaboración propia.

- * Para el estudio de mecánica de suelos se realizó 3 calicatas ubicadas en la avenida de diseño a una profundidad de 1.50 m, y se encontró como material una arena mal graduada con grava sin plasticidad con un CBR de 17.43% para la calicata N°1, 16.88% para la calicata N°2 y 17.52% para la calicata N°3, considerando el CBR de menor valor para el cálculo de diseño. Los resultados obtenidos de cada calicata para el diseño de pavimentos son los siguientes.

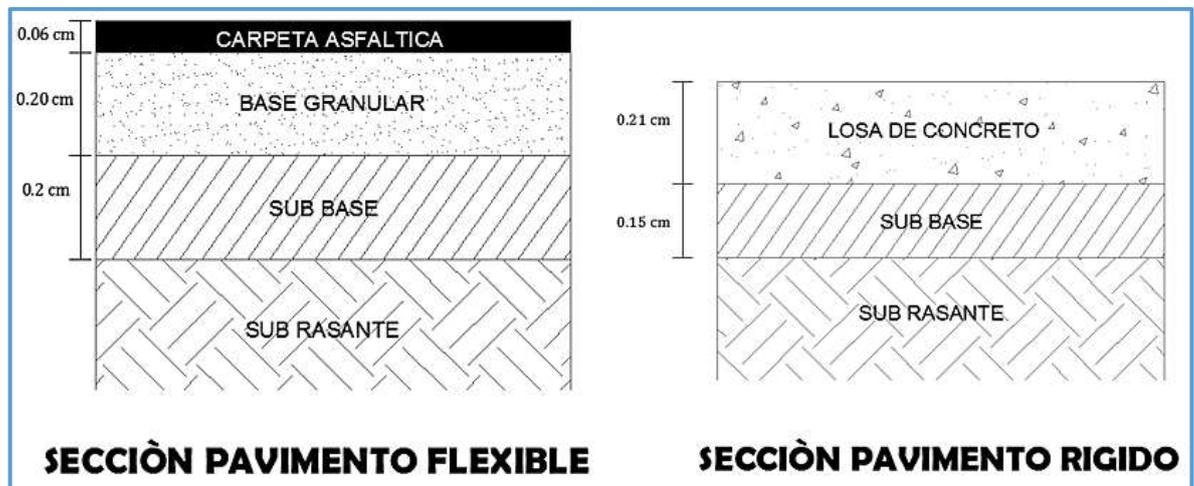
TABLA N°35: Resultados de estudio de mecánica de suelos para el diseño de pavimentos

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD SECA MÁXIMA	INDICE DE PLASTICIDAD	HUMEDAD ÓPTIMA(%)	CLASIF. AASTHO	CLASIF. SUCS	CBR(%)
C-1	0.99%	1.82	N.P.	5.95%	A-1-b	SP	17.43
C-2	0.80%	1.79	N.P.	7.29%	A-1-b	SP	16.88
C-3	0.75%	1.82	N.P.	7.00%	A-1-b	SP	17.52

Fuente. Elaboración propia.

* Se empleó la Metodología AASHTO 93 para el diseño estructural del pavimento, obteniendo:

FIGURA N°15: Espesor de acuerdo al diseño del pavimento flexible y rígido



Fuente. Elaboración propia.

* Cada pavimento tiene las siguientes características: el pavimento flexible tiene una carpeta asfáltica de 6.00cm con mezcla en caliente aplicando el método Marshall, base de 20.00 cm y subbase de 20.00 cm, la base tendrá como mínimo un CBR de 80% compactada al 100% de su Máxima Densidad Seca(MDS), la subbase debe tener un CBR no menos de 40% compactada al 100% de la MDS y por ultimo su subrasante de acuerdo al proyecto en estudio tiene un CBR de 16.88% compactada al 95% de la MDS; el pavimento rígido, tiene una losa de concreto de 21cm con resistencia a la compresión de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ y una subbase de 15.00 cm de material granular de 40% de CBR.

* El presupuesto a todo costo para el pavimento flexible es de S/. 5,685,670.87 teniendo un costo de S/. 166.25 por m², y para el pavimento rígido se obtuvo a todo costo S/. 6,757,208.01 teniendo un costo de S/. 197.58 por m². Siendo el pavimento flexible más económico; además para determinar el costo directo se consideró, berma central con sardinel peraltado, veredas, martillos, rampas y el pintado de la señalización.

CONCLUSIONES

- * Se concluye en el estudio de tráfico que, el número de ejes equivalentes de 8.2 tn para pavimento flexible es de 2,025,341.03 y para pavimento rígido es 2076314.57, con un periodo de diseño de 20 años teniendo en cuenta los criterios del Manual de Transporte y Comunicaciones.
- * En el estudio de mecánica de suelos, se obtuvo una arena mal graduada con grava sin plasticidad (SP) para las 3 calicatas (C-1, C-2, C-3), con un CBR de 17.43% para la calicata N°1, 16.88% para la calicata N°2 y 17.52% para la calicata N°3, considerando para el diseño del pavimento el menor CBR siendo de 16.88%, se concluyó que es un suelo bueno para soportar el pavimento.
- * Para el diseño estructural de los pavimentos, se tomó en cuenta las normas del Ministerio de Transporte y metodología AASHTO 93, obteniendo lo siguiente: para el pavimento flexible una carpeta asfáltica de 6.00 cm con mezcla en caliente aplicando el método Marshall, base de 20.00 cm y subbase de 20.00 cm, y para el pavimento rígido, una losa de concreto de 21.00 cm con una resistencia a la compresión de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ y una subbase de 15.00 cm.
- * El pavimento flexible tiene un costo menor en su ejecución a comparación del pavimento rígido. Sin embargo, el pavimento flexible requiere un mayor costo en mantenimiento, pero el pavimento rígido ofrece mayor durabilidad y resistencia, teniendo así un menor costo de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

Para una posible ejecución, se recomienda la estructura del pavimento rígido debido a su mayor durabilidad y resistencia frente al pavimento flexible; al momento de escoger la mejor alternativa, tenemos en cuenta el costo total de la construcción incluyendo la inversión inicial y el costo de mantenimiento. Además, el pavimento rígido soporta mejor los efectos de erosión del fenómeno del niño costero y los caudales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, R & Benites, E. (2011). *Comparación Técnica – Económica entre un Pavimento Flexible y un Pavimento Rígido*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

Montejo, A. (2006). *Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. (3ª ed.). Universidad Católica de Colombia.

Coronado, J. (2002). *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*. Guatemala

Lizcano, F. & Quintana, H. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. ECOE ediciones.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones (2014). *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección Suelos y Pavimentos*.

Gallardo, M & Pescoran, M. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para la Avenida Larco tramo avenida Huamán y Avenida Fátima de la ciudad de Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

Ramírez, W. & Zavaleta, R. (2017). *Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI C – El Milagro – Trujillo - La Libertad*. Universidad Privada Antenor Orrego.

Montejo, A. (2006) *Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. (3 raed.). Colombia: Universidad Católica de Colombia.

ANEXOS

Tabla de conteo vehicular

TABLA N°36: Conteo vehicular punto de control N°1

LUGAR:		Av. El Sol						
FECHA:		06/09/2021						
PUNTO DE CONTROL:		PC1						
HORA		VEHÍCULOS LIGEROS					PESADOS	
		AUTO	CAMIONETA	MOTO-TAXI	COMBI	MICROBUS	2 EJES	3 EJES
								
07:00	07:30	26	17	4	4	17	2	0
07:30	08:00	25	15	5	5	18	0	1
08:00	08:30	14	11	1	4	12	0	0
08:30	09:00	15	4	1	1	6	0	0
09:00	09:30	10	8	0	3	9	0	0
09:30	10:00	9	11	0	2	11	0	0
10:00	10:30	12	5	5	4	5	0	0
10:30	11:00	15	6	2	2	6	1	0
11:00	11:30	13	12	3	1	12	0	0
11:30	12:00	17	9	1	2	9	0	0
12:00	12:30	34	19	3	3	17	0	0
12:30	13:00	29	15	1	1	14	0	0
13:00	13:30	15	7	4	4	9	0	0
13:30	14:00	10	10	1	1	10	0	0
14:00	14:30	19	5	2	3	5	0	0
14:30	15:00	12	4	0	2	4	0	0
15:00	15:30	15	15	1	4	13	0	0
15:30	16:00	16	6	2	2	6	0	0
16:00	16:30	28	13	2	5	14	1	0
16:30	17:00	31	12	3	3	15	0	0

TABLA N°37: Conteo vehicular punto de control N°2

LUGAR:		Av. El Sol						
FECHA:		12/09/2021						
PUNTO DE CONTROL:		PC2						
HORA	VEHÍCULOS LIGEROS					PESADOS		
	AUTO	CAMIONETA	MOTO-TAXI	COMBI	MICROBUS	2 EJES	3 EJES	
								
07:00	07:30	29	16	3	3	23	1	0
07:30	08:00	34	18	6	5	21	0	1
08:00	08:30	14	11	0	4	16	1	0
08:30	09:00	19	4	1	1	6	0	0
09:00	09:30	7	8	0	2	9	0	0
09:30	10:00	10	11	1	1	10	0	0
10:00	10:30	12	5	3	4	5	0	0
10:30	11:00	15	7	4	2	7	1	0
11:00	11:30	18	11	3	1	12	0	0
11:30	12:00	27	9	1	2	9	0	0
12:00	12:30	35	18	2	4	14	0	0
12:30	13:00	36	15	1	2	16	0	0
13:00	13:30	23	7	4	4	12	0	0
13:30	14:00	15	8	1	1	10	0	0
14:00	14:30	19	5	2	3	5	0	0
14:30	15:00	12	4	1	2	7	0	0
15:00	15:30	19	15	1	1	13	0	0
15:30	16:00	16	6	2	2	6	0	1
16:00	16:30	28	8	4	3	16	0	0
16:30	17:00	36	12	3	6	19	1	0

Estudio de tráfico



Av. El sol (Vía en estudio)





Excavación de calicatas

CALICATA N°1



CALICATA N°2



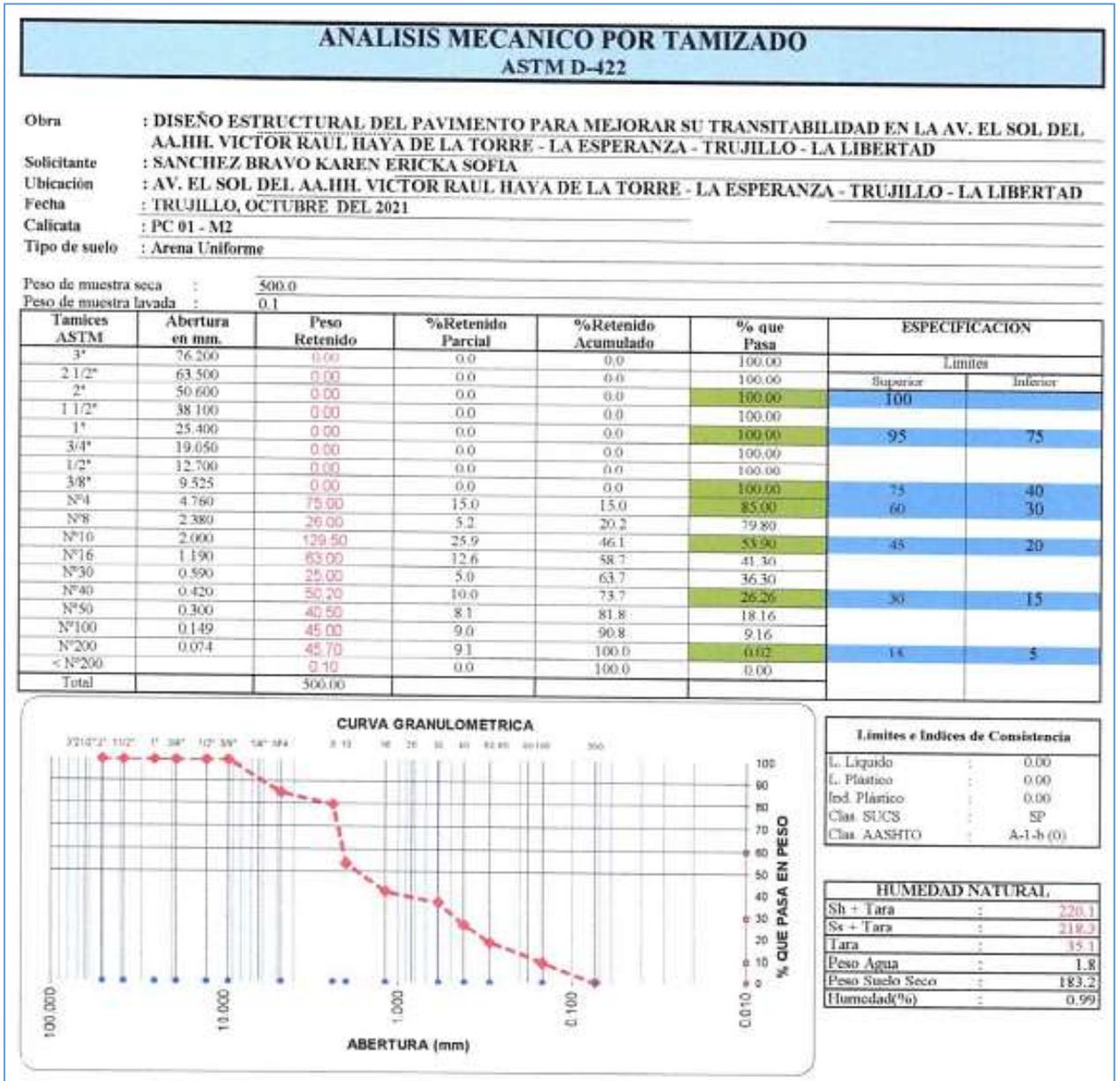
CALICATA N°3





Resultados de estudio de mecánica de suelos

CALICATA N°1



CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E219)

Obra : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Solicitante : SANCHEZ BRAVO KAREN ERICKA SOFIA

Ubicación : AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

Calicata : PC 01

Tipo de suelo : ARENA POBREMENTE GRADUADA

SP				
	IND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKR 250 gr)	GR	94.48	94.51	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.66	259.88	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	94.56	94.56	
PESO DE SAL	GR	0.08	0.05	
PESO DE AGUA	GR	165.1	165.32	
PORCENTAJE DE SAL	%	0.05	0.03	

SULFATO (SO ₄) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO ₄ < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO ₄ < 0.20	Moderada
0.20 <= SO ₄ <= 2.00	Severa
SO ₄ > 2.00	Muy Severa

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Obras: : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Solicitante: : SANCHEZ BRAVO KAREN ERICKA SOFIA
Ubicación: : AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Fecha: : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
Calicata: : PC-01
Tipo de suelo: : Arena Uniforme (SP)

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SORRFCARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8210		7990		7780	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4075.00		3855		3645	
Volumen de Molde (cm ³)	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espesador (cm ³)	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm ³)	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.93		1.82		1.72	
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	65.0		64.3		66.7	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	62.5		61.7		64.0	
Peso de Agua (gr.)	2.50		2.6		2.70	
Peso de Cápsula (gr.)	30.5		30		30	
Peso de Suelo Seco (gr.)	42.0		41.7		44.00	
% de Humedad	5.95		6.21		6.14	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.82		1.72		1.62	

ENSAYO DE EXPANSION

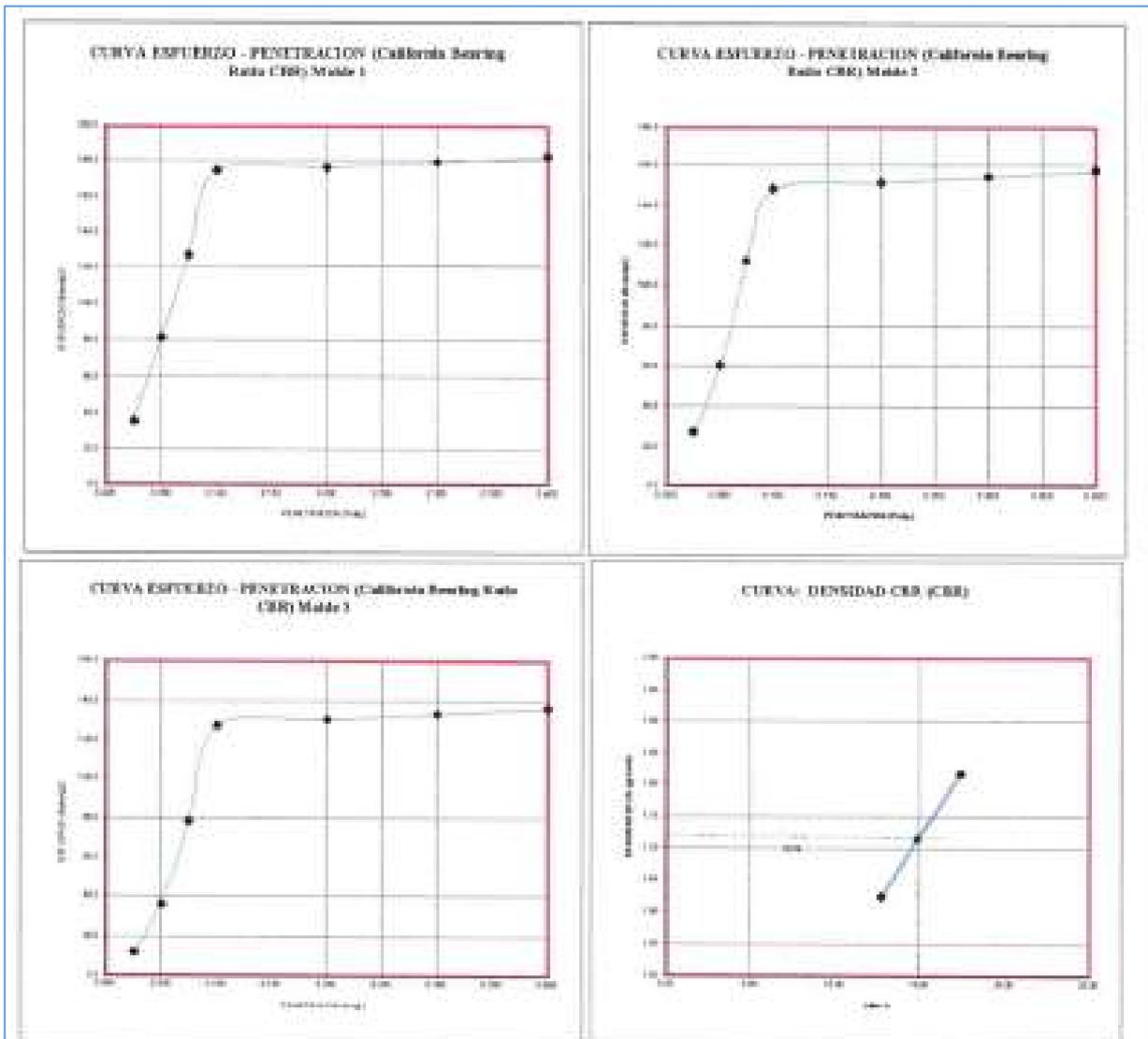
DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

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

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs.	56 GOLPES lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs.	45 HOMBRES?		LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs.	17 GOLPES lbs/pulg ²
						75 GOLPES lbs/pulg ²				
0.025	15	108.1	36.0	12	89.8	26.9		7	35.2	11.7
0.050	30	244.9	81.6	23	181.1	60.4		15	108.1	36.0
0.075	45	381.6	127.2	40	336.0	112.0		29	235.8	78.8
0.100	61	522.9	174.30	52	445.4	148.5		45	381.6	127.2
0.200	61	522.9	174.30	52	445.4	148.5		45	381.6	127.2
0.300	62	536.4	178.9	54	463.7	154.6		47	399.8	133.3
0.400	63	545.7	181.9	55	472.8	157.6		48	409.0	136.3



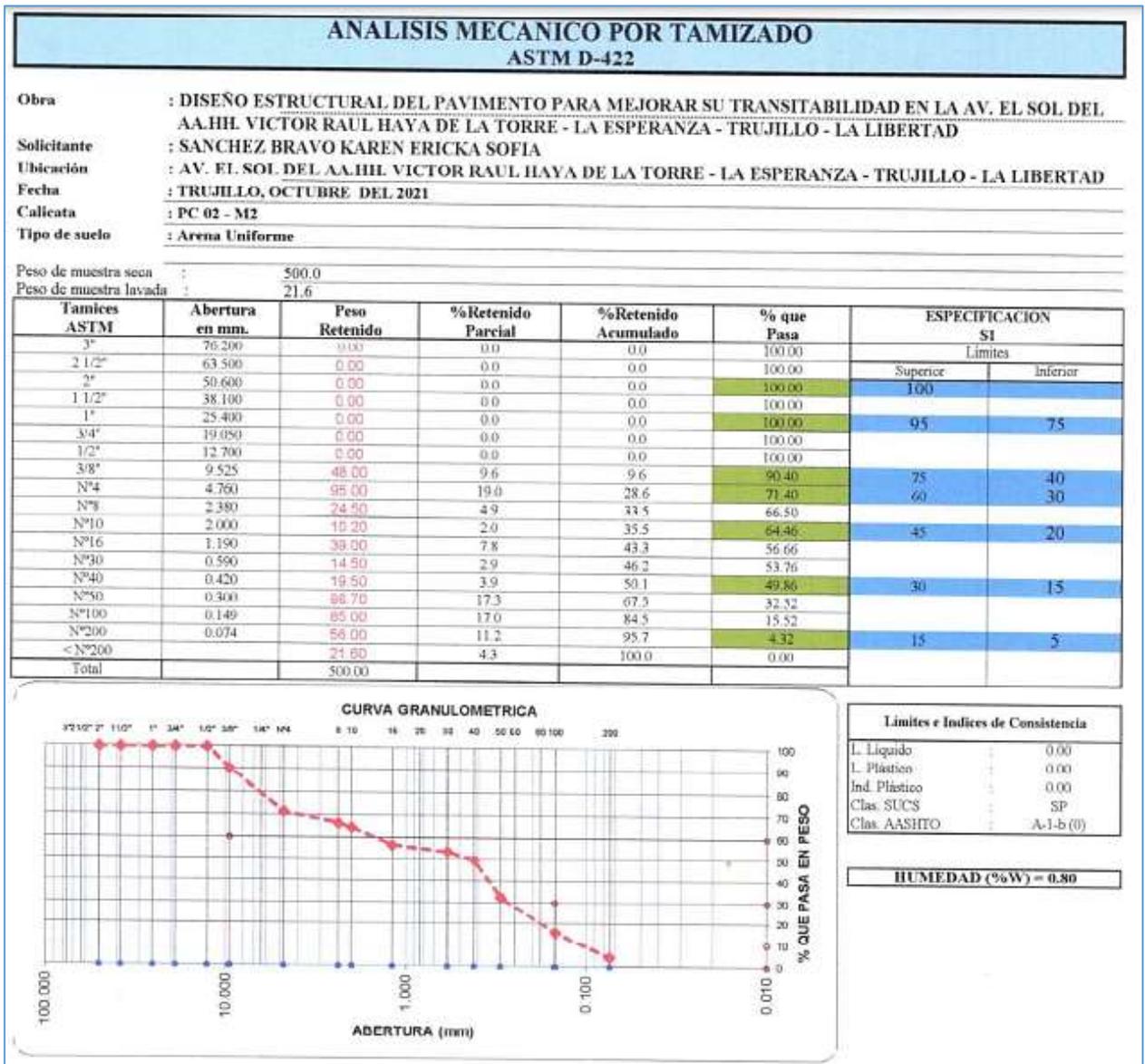
Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	174.3	1000	17.43	1.82
2	0.1	148.5	1000	14.85	1.72
3	0.1	127.2	1000	12.72	1.62

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	175.5	1500	11.72	1.82
2	0.2	151.5	1500	10.10	1.72
3	0.2	130.2	1500	8.68	1.62

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.82
ÓPTIMO Contenido de Humedad	5.95%
C.B.R. Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.43%
C.B.R. Al 95% de la Máxima Densidad Seca	11.72%

CALICATA N°2



CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MITC - E219)

Obra	: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Solicitante	: SANCHEZ BRAVO KAREN ERICKA SOFIA
Ubicación	: AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
Calicata	: PC 02
Tipo de suelo	: ARENA POBREMENTE GRADUADA

SP				
	UND	1	2	PROMEDIO
PESO TARRO (BKER 250 ml)	GR	93.55	93.53	
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	280.6	280.6	
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.64	93.59	
PESO DE SAL	GR	0.09	0.06	
PESO DE AGUA	GR	165.96	166.01	
POBENCENTAJE DE SAL	%	0.05	0.04	

SULFATO (SO4) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO4 < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO4 < 0.20	Moderada
0.20 <= SO4 <= 2.00	Severa
SO4 > 2.00	Muy Severa

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Obras	: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Solicitante	: SANCHEZ BRAVO KAREN ERICKA BOFIA
Ubicación	: AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Fecha	: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2011
Calicata	: PC 02
Tipo de suelo	: Arena Uniforme (SP)

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
MOLDE						
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8210		8010		7708	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4075		3875		3633	
Volumen de Molde (cm ³)	3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm ³)	2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.93		1.83		1.72	
CAPSULA N°	1		2		3	
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	68.4		65.7		66.944	
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	65.6		63.2		64.40	
Peso de Agua (gr.)	2.77		2.5		2.54	
Peso de Capsula (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.0		35.8		36.30	
% de Humedad	7.29		6.97		7.01	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.79		1.71		1.60	

1.83

ENSAYO DE EXPANSION

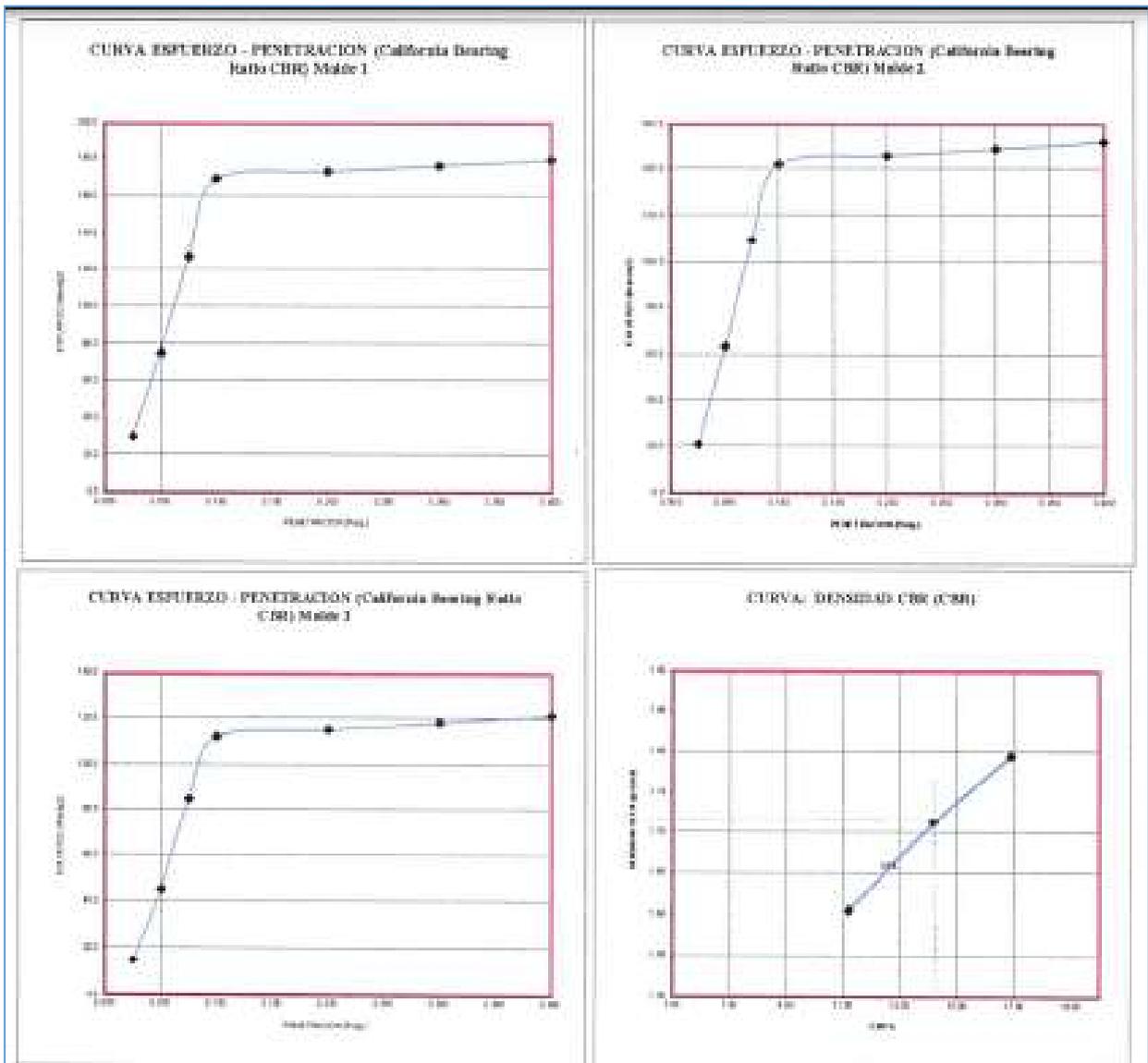
DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

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

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	Iba	Iba/psig ²	DIAL	Iba	Iba/psig ²	DIAL	Iba	Iba/psig ²
0.075	13	89.9	36.0	18	62.6	29.0	9	44.3	14.8
0.090	20	128.6	55.5	24	100.2	43.4	18	135.5	45.2
0.075	43	281.6	127.2	39	226.9	108.0	31	254.0	84.7
0.100	59	366.5	168.8	50	425.4	141.8	40	336.0	112.0
0.200	60	518.5	172.8	51	436.3	143.4	41	343.2	115.3
0.300	61	527.5	175.9	52	445.4	148.3	42	354.7	118.1
0.400	62	536.6	178.9	53	454.5	151.5	43	363.4	121.1



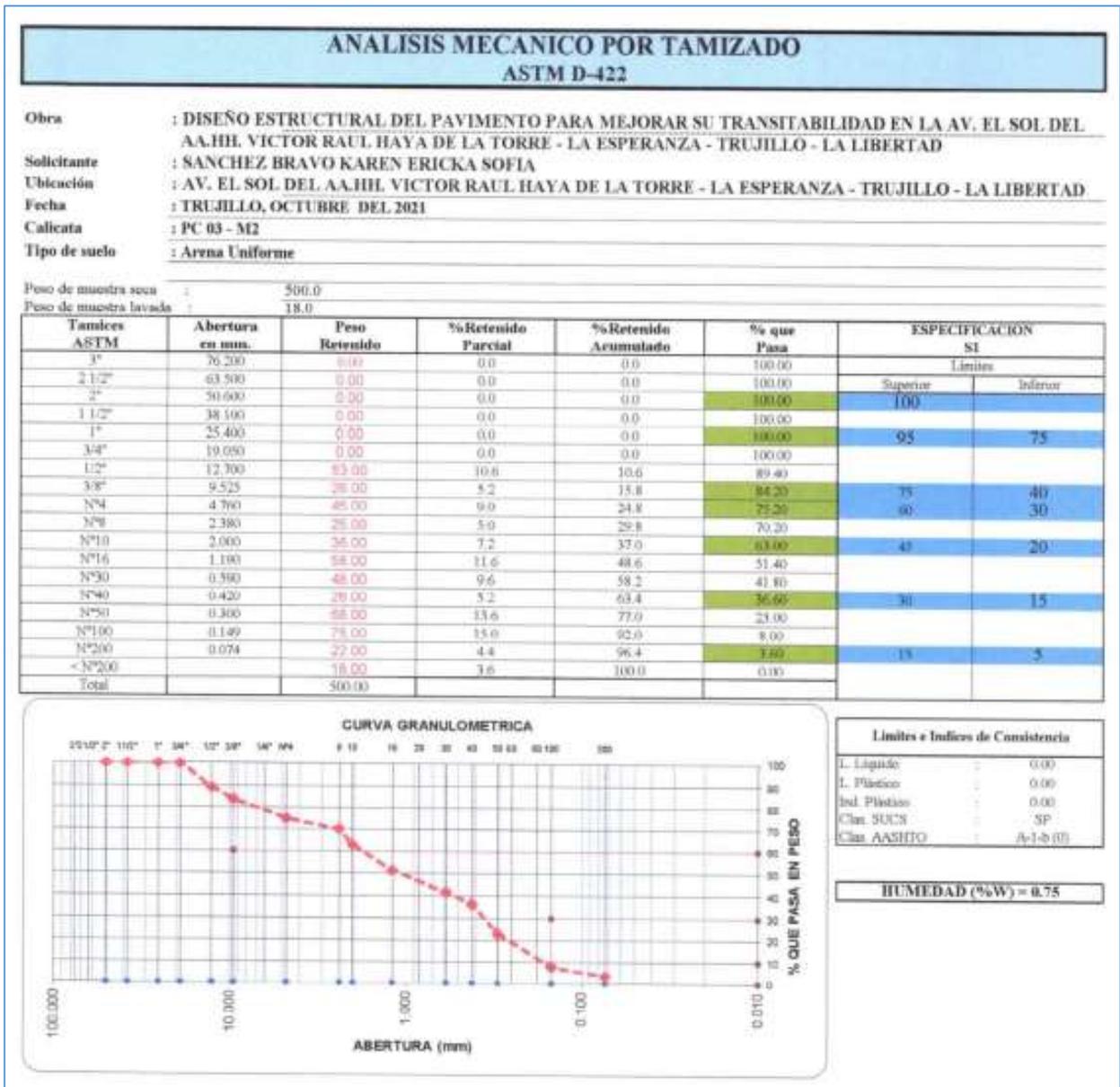
Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lb/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	168.8	1000	16.88	1.79
2	0.1	141.8	1000	14.18	1.71
3	0.1	112.0	1000	11.20	1.60

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lb/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	172.8	1500	11.62	1.79
2	0.2	145.4	1500	9.70	1.71
3	0.2	115.1	1500	7.67	1.60

Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	1.79
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.29%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.88%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	14.18%

CALICATA N°3



CONTENIDOS DE SALES SOLUBLES

(NORMA MTC - E218)

Obras: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VÍCTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Solicitante: SANCHEZ BRAVO KAREN ERICKA SOFLA
Ubicación: AV. EL SOL DEL AA.HH. VÍCTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Fecha: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021
Calleada: PC 03
Tipo de suelo: ARENA POBREMENTE GRADUADA

SP					
	UND	1	2	PRÓMEDIO	
PESO TARRO (BARR 250 ml)	GR	93.55	93.55		
PESO TARRO + AGUA + SAL	GR	259.6	259.6		
PESO TARRO SECO + SAL	GR	93.64	93.63		
PESO DE SAL	GR	0.09	0.1		
PESO DE AGUA	GR	165.96	165.95		
PORCENTAJE DE SAL	%	0.09	0.06		0.06

SULFATO (SO4) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO4 < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO4 < 0.20	Moderada
0.20 <= SO4 <= 2.00	Severa
SO4 > 2.00	Muy Severa

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Obras : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSMITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL
AA.HH. VICTOR RAUL BAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Solicitante : SANCHEZ BRAVO KAREN ERICCA SOFIA

Ubicación : AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL BAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Fecha : TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2021

Caliente : PC 63

Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SEN SATURAR		SATURADO		SEN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3			
MOLDE	50		25		12			
N° DE GOLPES POR CAPA	50		25		12			
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8255		8060		7821			
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4120		3925		3686			
Volumen de Molde (cm ³)	3211		3211		3211			
Volumen del Disco Españador (cm ³)	1095		1095		1095			
Volumen LME (cm ³)	2116		2116		2116			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.93		1.85		1.79			
CAPSULA N°	1		2		3			
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	98.3		65.7		60.944			
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	65.6		63.2		64.40			
Peso de Agua (gr.)	2.66		2.5		2.54			
Peso de Capsula (gr.)	27.6		27.45		28.1			
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.0		35.8		36.30			
% de Humedad	7.00		6.97		7.01			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.82		1.73		1.63			

1.88

ENSAYO DE EXPANSION

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

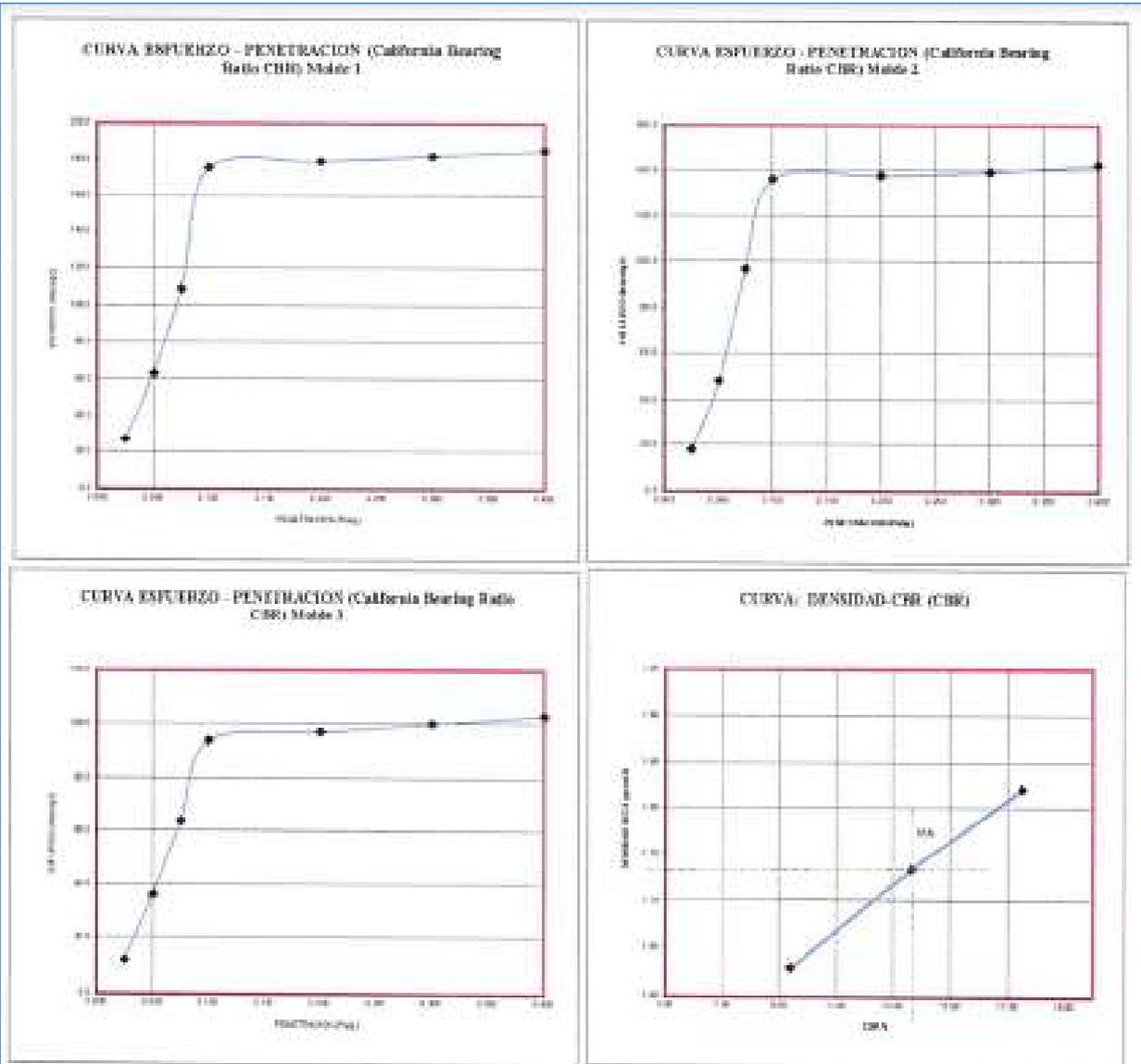
SUELO NO EXPANSIVO

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

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	50 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	Ibs	Ibs/pulg ²	DIAL	Ibs	Ibs/pulg ²	DIAL	Ibs	Ibs/pulg ²
0.625	12	81.8	26.9	9	53.4	17.8	7	35.2	11.7
0.650	24	190.2	63.4	19	144.8	48.2	15	108.1	34.0
0.675	39	328.9	109.0	35	261.5	84.8	24	180.2	56.4
0.700	61	522.0	172.2	48	409.0	136.3	34	261.1	83.8
0.750	82	536.6	178.9	69	413.5	137.8	55	283.3	96.8
0.800	65	543.7	181.9	69	418.1	138.4	36	269.6	89.9
0.850	94	554.8	184.9	90	427.2	142.4	57	298.7	102.9

NOTA: Los resultados fueron mantenidos por el laboratorio, al momento de realizar el ensayo



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESEION APLICADA (lbs/pulg ²)	PRESEION PATRÓN (Lb/pulg ²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
1	0.1	175.2	1000	17.52	1.62
2	0.1	136.3	1000	13.63	1.73
3	0.1	93.6	1000	9.36	1.63

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESEION APLICADA (lbs/pulg ²)	PRESEION PATRÓN (Lb/pulg ²)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
1	0.2	178.9	1500	11.92	1.92
2	0.2	137.8	1500	9.19	1.73
3	0.2	96.8	1500	6.45	1.63

Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.82
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.69%
C.B.R. Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.52%
C.B.R. Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.63%

Precios unitarios pavimento flexible

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0201002	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"						
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE					Fecha presupuesto	06/01/2022
Partida	01.01	(010110060102-0201002-01) ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA						
Rendimiento	m2/DIA	30.0000	EQ.	30.0000	Costo unitario directo por : m2		106.65	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	18.89	5.04		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.5333	17.08	9.11		
						14.15		
	Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0710	5.50	0.39		
0204120002	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.0600	6.50	0.39		
0210050001	PLASTICO DOBLE ANCHO COLOR AZUL	m		3.0000	2.60	7.80		
0231000001	MADERA AGUANO	p2		3.0000	4.50	13.50		
0231050001	CALAMINA GALVAANIZADA 3mm	pln		2.5000	28.00	70.00		
						92.08		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.15	0.42		
						0.42		
Partida	01.02	(010701040201-0201002-01) CARTEL DE OBRA 3.60x2.40M						
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : und		974.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	23.94	191.52		
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	17.08	273.28		
						464.80		
	Materiales							
0201010001	TEROKAL	gal		0.2000	18.00	3.60		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	5.50	1.65		
0207030001	HORMIGON	m3		0.1600	45.00	7.20		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0500	1.50	0.08		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.7600	23.50	17.86		
0231000001	MADERA AGUANO	p2		30.0000	4.50	135.00		
0254010001	GIGANTOGRAFIA	und		1.0000	330.00	330.00		
						495.39		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	464.80	13.94		
						13.94		
Partida	01.03	(010315010601-0201002-01) SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb		4,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Materiales							
0219040001	SEÑALIZACIONES PREVENTIVAS	und		1.0000	4,500.00	4,500.00		
						4,500.00		
Partida	02.01	(010101010103-0201002-01) TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	500.0000	EQ.	500.0000	Costo unitario directo por : m2		1.46	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	17.08	0.55		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	26.92	0.43		
						0.98		
	Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0150	9.50	0.14		
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	4.00	0.02		
0292010001	CORDEL	m		0.1800	0.70	0.13		
						0.29		
	Equipos							
03010000010001	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0080	13.50	0.11		
0301000021	NIVEL TOPOGRÁFICO	hm	0.5000	0.0080	6.40	0.05		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.98	0.03		
						0.19		

Partida	02.02	(010301010202-0201002-01) MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS					
Rendimiento	glb/DIA	8.0000	EQ.	8.0000	Costo unitario directo por : glb	3,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Equipos						
0301010003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y M	glb		1.0000	3,000.00	3,000.00	
						3,000.00	
Partida	03.01.01	(010108020203-0201002-01) CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m3	12.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.94	0.96	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	17.08	1.37	
						2.33	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.33	0.07	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0400	240.00	9.60	
						9.67	
Partida	03.01.02	(010601080501-0201002-01) ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m3	8.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	17.08	0.91	
						0.91	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.91	0.03	
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	190.00	5.07	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0267	110.00	2.94	
						8.04	
Partida	03.02.01	(010303040103-0201002-01) PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES					
Rendimiento	m2/DIA	850.0000	EQ.	850.0000	Costo unitario directo por : m2	5.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0094	23.94	0.23	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0376	17.08	0.64	
						0.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.87	0.03	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9	hm	1.0000	0.0094	160.00	1.50	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0094	185.00	1.74	
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0094	130.00	1.22	
						4.49	
Partida	03.02.02	(010104020103-0201002-01) BASE DE AFIRMADO H=0.20 m					
Rendimiento	m2/DIA	800.0000	EQ.	800.0000	Costo unitario directo por : m2	18.20	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	23.94	0.24	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	17.08	0.68	
						0.92	
	Materiales						
0207010005	AFIRMADO	m3		0.2500	50.00	12.50	
						12.50	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.92	0.03	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	185.00	1.85	
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	130.00	1.30	
						4.78	

Partida	03.02.03	(010304010102-0201002-01) SUB-BASE GRANULAR e=0.20 m							
Rendimiento	m2/DIA	800.0000	EQ.	800.0000	Costo unitario directo por : m2		11.39		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	23.94	0.24			
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	17.08	0.68			
						0.92			
	Materiales								
0207030001	HORMIGON	m3		0.1250	45.00	5.63			
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0400	1.50	0.06			
						5.69			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.92	0.03			
0301100060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60			
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	185.00	1.85			
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	130.00	1.30			
						4.78			
Partida	03.02.04	(010104010803-0201002-01) BARRIDO Y LIMPIEZA PRA IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA							
Rendimiento	m2/DIA	4,000.0000	EQ.	4,000.0000	Costo unitario directo por : m2		1.16		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0020	18.89	0.04			
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0080	17.08	0.14			
						0.18			
	Materiales								
0290130005	ESCOBAS	und		0.1000	6.50	0.65			
						0.65			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.18	0.01			
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	1.0000	0.0020	160.00	0.32			
						0.33			
Partida	03.02.05	(010304020201-0201002-01) IMPRIMACION ASFALTICA							
Rendimiento	m2/DIA	1,500.0000	EQ.	1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		5.68		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	18.89	0.10			
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0267	17.08	0.46			
						0.56			
	Materiales								
02010500010001	EMULSION ASFALTICA	gal		0.3000	11.70	3.51			
						3.51			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.56	0.02			
03012200080002	CAMION BARANDA (4tn)	hm	1.0000	0.0053	130.00	0.69			
03013900050001	COCINA DE ASFLATO 320gl	hm	1.0000	0.0053	170.00	0.90			
						1.61			
Partida	03.02.06	(010304020414-0201002-01) CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=2" C/EQUIPO							
Rendimiento	m2/DIA	2,000.0000	EQ.	2,000.0000	Costo unitario directo por : m2		36.62		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0120	23.94	0.29			
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0120	18.89	0.23			
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0320	17.08	0.55			
						1.07			
	Materiales								
02010500050001	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE INSTANTANEA	m3		0.1200	240.00	28.80			
						28.80			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.07	0.03			
03011000040001	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton	hm	1.0000	0.0040	380.00	1.52			
03011000050001	RODILLO TANDEM EST 8-10 ton	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60			
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0040	650.00	2.60			
						6.75			

Partida	04.01.01	(010104010004-0201002-01) EXCAVACION MANUAL							
Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ.	3.5000		Costo unitario directo por : m3	40.21		
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh		1.0000	2.2857	17.08	39.04		
	Equipos						39.04		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	39.04	1.17		
							1.17		
Partida	04.01.02	(010601080501-0201002-01) ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO							
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ.	300.0000		Costo unitario directo por : m3	8.95		
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh		2.0000	0.0533	17.08	0.91		
	Equipos						0.91		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.91	0.03		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm		1.0000	0.0267	190.00	5.07		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm		1.0000	0.0267	110.00	2.94		
							8.04		
Partida	04.02.01	(010104020105-0201002-01) RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL DE PRESTAMO AFIRMADO e=10cm							
Rendimiento	m2/DIA	120.0000	EQ.	120.0000		Costo unitario directo por : m2	14.47		
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0667	23.94	1.60		
0101010005	PEON	hh		5.0000	0.3333	17.08	5.69		
	Materiales						7.29		
0207010005	AFIRMADO	m3			0.1250	50.00	6.25		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.0400	1.50	0.06		
	Equipos						6.31		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	7.29	0.22		
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4 HP	hm		1.0000	0.0667	9.75	0.65		
							0.87		
Partida	04.02.02	(010124020103-0201002-01) CONCRETO PARA VEREDAS Y MARTILLOS INC. UÑAS Y BRUÑADO Fc=175kg/cm2							
Rendimiento	m2/DIA	25.0000	EQ.	25.0000		Costo unitario directo por : m2	317.19		
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh		2.0000	0.6400	23.94	15.32		
0101010004	OFICIAL	hh		2.0000	0.6400	18.89	12.09		
0101010005	PEON	hh		8.0000	2.5600	17.08	43.72		
	Materiales						71.13		
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal			0.0800	15.00	1.20		
02070200010001	ARENA FINA	m3			0.4380	40.00	17.52		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3			0.7000	45.00	31.50		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.2200	1.50	0.33		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			7.6500	23.50	179.78		
0290130021	AGUA	und			0.0185	2.00	0.04		
	Equipos						230.37		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	71.13	2.13		
03010600020007	REGLA DE MADERA PINO 2" X 6" X 10'	und			0.1800	4.20	0.76		
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA	hm		1.0000	0.3200	10.00	3.20		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm		1.0000	0.3200	30.00	9.60		
							15.69		

Partida	04.02.03	(010712000303-0201002-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y MARTILLOS					
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	48.38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	23.94	12.77	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	18.89	10.07	
						22.84	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO DIESEL	gal		0.0500	16.00	0.80	
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2600	5.50	1.43	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1600	5.50	0.88	
0231000001	MADERA AGUANO	p2		4.8300	4.50	21.74	
						24.85	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.84	0.69	
						0.69	
Partida	04.02.04	(010106100301-0201002-01) CORTE EN JUNTA DE CONTRACCION					
Rendimiento	m/DIA	48.0000	EQ.	48.0000	Costo unitario directo por : m	14.68	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1667	23.94	3.99	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1667	17.08	2.85	
						6.84	
	Equipos						
03010000020001	CORTADORA DE PAVIMENTO	hm	1.0000	0.1667	45.00	7.50	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.84	0.34	
						7.84	
Partida	04.02.05	(010308010201-0201002-01) SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCION					
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m	8.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	23.94	3.83	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	17.08	2.73	
						6.56	
	Materiales						
02010500010002	ASFALTO RC-250	gal		0.0500	28.00	1.40	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0100	40.00	0.40	
						1.80	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.56	0.20	
						0.20	
Partida	04.02.06	(010105030101-0201002-01) CURADO DE VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS					
Rendimiento	m2/DIA	150.0000	EQ.	150.0000	Costo unitario directo por : m2	3.96	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	23.94	1.28	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1067	17.08	1.82	
						3.10	
	Materiales						
0201010003	ANTISOL	gal		0.0150	50.00	0.75	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0150	1.50	0.02	
						0.77	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.10	0.09	
						0.09	
Partida	05.01.01	(010104010004-0201002-01) EXCAVACION MANUAL					
Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : m3	40.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	17.08	39.04	
						39.04	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	39.04	1.17	
						1.17	

Partida	05.01.02	(010601080501-0201002-01) ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ. 300.0000		Costo unitario directo por : m3		8.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	17.08	0.91		
	Equipos						0.91	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.91	0.03		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	190.00	5.07		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0267	110.00	2.94		
							8.04	
Partida	05.02.01	(010313050201-0201002-01) CONCRETO Fc=175kg/cm2 PARA SARDINELES						
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000		Costo unitario directo por : m3		333.33	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	23.94	15.32		
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.1600	18.89	3.02		
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	17.08	43.72		
							62.06	
	Materiales							
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0050	15.00	0.08		
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5800	85.00	49.30		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5400	45.00	24.30		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.5400	1.50	0.81		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.8000	23.50	183.30		
0290130021	AGUA	und		0.0185	2.00	0.04		
							257.83	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.06	1.86		
03010600020006	REGLA DE ALUMINIO 2" X 4" X 10"	und		0.1800	4.20	0.76		
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO 4HP 1.35"	hm	0.5000	0.1600	7.64	1.22		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	1.0000	0.3200	30.00	9.60		
							13.44	
Partida	05.02.02	(010106010610-0201002-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL						
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2		60.14	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.94	19.15		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.89	15.11		
							34.26	
	Materiales							
0201040001	PETROLEO DIESEL	gal		0.0500	16.00	0.80		
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2600	5.50	1.43		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1600	5.50	0.88		
0231000001	MADERA AGUANO	p2		4.8300	4.50	21.74		
							24.85	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	34.26	1.03		
							1.03	
Partida	05.02.03	(010308010201-0201002-01) SELLADO DE JUNTA ASFÁLTICA						
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ. 50.0000		Costo unitario directo por : m		8.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	23.94	3.83		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	17.08	2.73		
							6.56	
	Materiales							
02010500010002	ASFALTO RC-250	gal		0.0500	28.00	1.40		
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0100	40.00	0.40		
							1.80	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.56	0.20		
							0.20	

Partida	05.02.04		(010709060101-0201002-01) CURADO DE SARDINEL					
Rendimiento	m2/DIA	125.0000	EQ. 125.0000		Costo unitario directo por : m2		2.39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0320	23.94	0.77		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0640	17.08	1.09		
						1.86		
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0100	1.50	0.02		
0222030001	ANTISOL NORMALIZADO	kg		0.0100	45.00	0.45		
						0.47		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.86	0.06		
						0.06		
Partida	06.01.01		(010303010105-0201002-01) CORTE DE TERRENO MANUAL h=0.10m SIN APISON					
Rendimiento	m3/DIA	100.0000	EQ. 100.0000		Costo unitario directo por : m3		10.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	18.89	1.51		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.4800	17.08	8.20		
						9.71		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.71	0.29		
						0.29		
Partida	06.01.02		(010303110101-0201002-01) ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	280.0000	EQ. 280.0000		Costo unitario directo por : m3		9.59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0571	17.08	0.98		
						0.98		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.98	0.03		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0286	190.00	5.43		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0286	110.00	3.15		
						8.61		
Partida	06.01.03		(010102030104-0201002-01) PREPARACIÓN DE SUPERFICIE					
Rendimiento	m3/DIA	35.0000	EQ. 35.0000		Costo unitario directo por : m3		36.49	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.5000	0.3429	17.08	5.86		
						5.86		
	Materiales							
02070500010002	TIERRA DE CHACRA	m3		1.0500	29.00	30.45		
						30.45		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.86	0.18		
						0.18		
Partida	06.01.04		(010102010504-0201002-01) SEMBRADO DE GRASS NATURAL					
Rendimiento	m2/DIA	95.0000	EQ. 95.0000		Costo unitario directo por : m2		10.62	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1684	17.08	2.88		
						2.88		
	Materiales							
0216020010	GRASS NATURAL	m2		1.0200	7.50	7.65		
						7.65		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.88	0.09		
						0.09		

Partida	07.01	(010114011302-0201002-01) PINTADO DE SIMBOLOS							
Rendimiento	m2/DIA	65.0000	EQ.	65.0000	Costo unitario directo por : m2		28.38		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1231	23.94	2.95			
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1231	18.89	2.33			
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2462	17.08	4.21			
						9.49			
	Materiales								
0240020015	PINTURA BASE DUCO	gal		0.0500	80.00	4.00			
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.2000	31.00	6.20			
0240080017	DISOLVENTE XILOL	gal		0.1800	45.00	8.10			
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0500	6.20	0.31			
						18.61			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.49	0.28			
						0.28			
Partida	07.02	(010114011003-0201002-01) PINTADO DE LINEAS							
Rendimiento	m/DIA	225.0000	EQ.	225.0000	Costo unitario directo por : m		7.20		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	23.94	0.85			
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	18.89	0.67			
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0711	17.08	1.21			
						2.73			
	Materiales								
0240020015	PINTURA BASE DUCO	gal		0.0090	80.00	0.72			
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1000	31.00	3.10			
0240080017	DISOLVENTE XILOL	gal		0.0100	45.00	0.45			
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0200	6.20	0.12			
						4.39			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.73	0.08			
						0.08			
Partida	07.03	(010114011012-0201002-01) PINTADO DE SARDINELES							
Rendimiento	m2/DIA	185.0000	EQ.	185.0000	Costo unitario directo por : m2		22.04		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0432	23.94	1.03			
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0432	18.89	0.82			
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0865	17.08	1.48			
						3.33			
	Materiales								
0240020015	PINTURA BASE DUCO	gal		0.0500	80.00	4.00			
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.2000	31.00	6.20			
0240080017	DISOLVENTE XILOL	gal		0.1800	45.00	8.10			
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0500	6.20	0.31			
						18.61			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.33	0.10			
						0.10			

Precios unitarios pavimento rígido

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0201003	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR SU TRANSITABILIDAD EN LA AV. EL SOL DEL AA.HH. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"						
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO RIGIDO					Fecha presupuesto	09/01/2022
Partida	01.01	(010110060102-0201003-01) ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA						
Rendimiento	m2/DIA	30.0000	EQ.	30.0000		Costo unitario directo por : m2	106.65	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	18.89	5.04		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.5333	17.08	9.11		
						14.15		
	Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0710	5.50	0.39		
0204120002	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.0600	6.50	0.39		
0210050001	PLASTICO DOBLE ANCHO COLOR AZUL	m		3.0000	2.60	7.80		
0231000001	MADERA AGUANO	p2		3.0000	4.50	13.50		
0231050001	CALAMINA GALVAANIZADA 3mm	pln		2.5000	28.00	70.00		
						92.08		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	14.15	0.42		
						0.42		
Partida	01.02	(010701040201-0201003-01) CARTEL DE OBRA 3.60x2.40M						
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000		Costo unitario directo por : und	974.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	23.94	191.52		
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	17.08	273.28		
						464.80		
	Materiales							
0201010001	TEROKAL	gal		0.2000	18.00	3.60		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	5.50	1.65		
0207030001	HORMIGON	m3		0.1600	45.00	7.20		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0500	1.50	0.08		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.7600	23.50	17.86		
0231000001	MADERA AGUANO	p2		30.0000	4.50	135.00		
0254010001	GIGANTOGRAFIA	und		1.0000	330.00	330.00		
						495.39		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	464.80	13.94		
						13.94		
Partida	01.03	(010315010601-0201003-01) SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000		Costo unitario directo por : glb	4,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Materiales							
0219040001	SEÑALIZACIONES PREVENTIVAS	und		1.0000	4,500.00	4,500.00		
						4,500.00		
Partida	02.01	(010101010103-0201003-01) TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	500.0000	EQ.	500.0000		Costo unitario directo por : m2	1.46	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	17.08	0.55		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	26.92	0.43		
						0.98		
	Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0150	9.50	0.14		
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0050	4.00	0.02		
0292010001	CORDEL	m		0.1800	0.70	0.13		
						0.29		
	Equipos							
03010000010001	ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0080	13.50	0.11		
0301000021	NIVEL TOPOGRÁFICO	hm	0.5000	0.0080	6.40	0.05		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.98	0.03		
						0.19		

Partida	02.02	(010301010202-0201003-01) MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS					
Rendimiento	glb/DIA	8.0000	EQ. 8.0000		Costo unitario directo por : glb	3,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Equipos						
0301010003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y M	glb		1.0000	3,000.00	3,000.00	
						3,000.00	
Partida	03.01.01	(010108020203-0201003-01) CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m3	12.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.94	0.96	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	17.08	1.37	
						2.33	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.33	0.07	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0400	240.00	9.60	
						9.67	
Partida	03.01.02	(010601080501-0201003-01) ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ. 300.0000		Costo unitario directo por : m3	8.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	17.08	0.91	
						0.91	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.91	0.03	
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	190.00	5.07	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0267	110.00	2.94	
						8.04	
Partida	03.02.01	(010303040103-0201003-01) PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES					
Rendimiento	m2/DIA	850.0000	EQ. 850.0000		Costo unitario directo por : m2	5.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0094	23.94	0.23	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0376	17.08	0.64	
						0.87	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.87	0.03	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9	hm	1.0000	0.0094	160.00	1.50	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0094	185.00	1.74	
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0094	130.00	1.22	
						4.49	
Partida	03.02.02	(010304010102-0201003-01) SUB-BASE DE HORMIGON e=0.15 m					
Rendimiento	m2/DIA	800.0000	EQ. 800.0000		Costo unitario directo por : m2	14.58	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	23.94	0.24	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	17.08	0.68	
						0.92	
	Materiales						
0207040001	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE	m3		0.1850	48.00	8.88	
						8.88	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.92	0.03	
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	185.00	1.85	
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	130.00	1.30	
						4.78	

Partida	03.02.03	(010105010103-0201003-01) CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO h=21cm F'C=280kg/cm2					
Rendimiento	m2/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		81.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	23.94	3.19	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	18.89	1.26	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	17.08	2.28	
						6.73	
	Materiales						
02190100010018	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 kg/cm2 CON Cl	m3		0.2100	345.00	72.45	
						72.45	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.73	0.20	
03010400010002	BOMBA ESTACIONARIA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0667	16.00	1.07	
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.0667	10.00	0.67	
						1.94	
Partida	03.02.04	(010106010607-0201003-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA					
Rendimiento	m2/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2		45.48	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	23.94	13.68	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	18.89	10.79	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.1429	17.08	19.52	
						43.99	
	Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0100	5.50	0.06	
0231000001	MADERA AGUANO	p2		0.0250	4.50	0.11	
						0.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	43.99	1.32	
						1.32	
Partida	03.02.05	(010105040102-0201003-01) DOWELS EN JUNTA DE CONTRACCION 1"					
Rendimiento	und/DIA	65.0000	EQ. 65.0000	Costo unitario directo por : und		18.09	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1231	23.94	2.95	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1231	17.08	2.10	
						5.05	
	Materiales						
0201020008	GRASA	kg		0.0150	14.30	0.21	
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.0500	5.50	0.28	
0204020004	SOPORTE DE 1/4"	var		0.0600	9.00	0.54	
0246160001	GANCHO DE 1/4"	und		2.0000	1.50	3.00	
0255080015	SOLDADURA	kg		0.0100	16.00	0.16	
0262090003	DOWELS 1"X0.41	und		1.0000	7.00	7.00	
						11.19	
	Equipos						
0301120005	MAQUINA PARA SOLDAR	hm	1.0000	0.1231	15.00	1.85	
						1.85	
Partida	03.02.06	(010101010502-0201003-01) CORTE EN JUNTAS DE CONTRACCION					
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m		13.96	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	23.94	3.83	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	17.08	2.73	
						6.56	
	Equipos						
0301000004	CORTADORA DE PAVIMENTO	hm	1.0000	0.1600	45.00	7.20	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.56	0.20	
						7.40	

Partida	03.02.07	(010304020701-0201003-01) SELLO DE JUNTA DE CONTRACCION 3mm							
Rendimiento	m/DIA	180.0000	EQ.	180.0000	Costo unitario directo por : m		9.59		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0222	23.94	0.53			
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0222	18.89	0.42			
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0444	17.08	0.76			
						1.71			
	Materiales								
02401500020002	SELLANTE ELASTICO DE POLIURETANO	gal		0.0290	270.00	7.83			
						7.83			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.71	0.05			
						0.05			
Partida	03.02.08	(010102010505-0201003-01) SELLO DE JUNTA DE CONSTRUCCION 15mm							
Rendimiento	m/DIA	48.0000	EQ.	48.0000	Costo unitario directo por : m		14.43		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0833	23.94	1.99			
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0833	18.89	1.57			
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1667	17.08	2.85			
						6.41			
	Materiales								
02401500020002	SELLANTE ELASTICO DE POLIURETANO	gal		0.0290	270.00	7.83			
						7.83			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.41	0.19			
						0.19			
Partida	03.02.09	(010105030107-0201003-01) CURADO DE LOSAS							
Rendimiento	m2/DIA	903.0000	EQ.	903.0000	Costo unitario directo por : m2		1.77		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0089	17.08	0.15			
						0.15			
	Materiales								
0222030001	ANTISOL NORMALIZADO	kg		0.0360	45.00	1.62			
						1.62			
Partida	04.01.01	(010104010004-0201003-01) EXCAVACION MANUAL							
Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : m3		40.21		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	17.08	39.04			
						39.04			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	39.04	1.17			
						1.17			
Partida	04.01.02	(010601080501-0201003-01) ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO							
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m3		8.95		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
	Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	17.08	0.91			
						0.91			
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.91	0.03			
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0267	190.00	5.07			
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0267	110.00	2.94			
						8.04			

Partida	04.02.01	(010104020105-0201003-01) RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL DE PRESTAMO AFIRMADO e=10cm					
Rendimiento	m2/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		14.47	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.94	1.60	
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.3333	17.08	5.69	
						7.29	
	Materiales						
0207010005	AFIRMADO	m3		0.1250	50.00	6.25	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0400	1.50	0.06	
						6.31	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.29	0.22	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.0667	9.75	0.65	
						0.87	
Partida	04.02.02	(010124020103-0201003-01) CONCRETO PARA VEREDAS Y MARTILLOS INC. UÑAS Y BRUÑADO Fc=175kg/cm2					
Rendimiento	m2/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2		317.67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	23.94	15.32	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	18.89	12.09	
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	17.08	43.72	
						71.13	
	Materiales						
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0800	15.00	1.20	
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.4500	40.00	18.00	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.7000	45.00	31.50	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2200	1.50	0.33	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.6500	23.50	179.78	
0290130021	AGUA	und		0.0185	2.00	0.04	
						230.85	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	71.13	2.13	
03010600020007	REGLA DE MADERA PINO 2" X 6" X 10'	und		0.1800	4.20	0.76	
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.3200	10.00	3.20	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	1.0000	0.3200	30.00	9.60	
						15.69	
Partida	04.02.03	(010712000303-0201003-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y MARTILLOS					
Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2		48.38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	23.94	12.77	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	18.89	10.07	
						22.84	
	Materiales						
0201040001	PETROLEO DIESEL	gal		0.0500	16.00	0.80	
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2600	5.50	1.43	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1600	5.50	0.88	
0231000001	MADERA AGUANO	p2		4.8300	4.50	21.74	
						24.85	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.84	0.69	
						0.69	
Partida	04.02.04	(010106100301-0201003-01) CORTE EN JUNTA DE CONTRACCION					
Rendimiento	m/DIA	48.0000	EQ. 48.0000	Costo unitario directo por : m		14.68	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1667	23.94	3.99	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1667	17.08	2.85	
						6.84	
	Equipos						
03010000020001	CORTADORA DE PAVIMENTO	hm	1.0000	0.1667	45.00	7.50	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.84	0.34	
						7.84	

Partida	04.02.05	(010308010201-0201003-01) SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCION							
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m		8.56		
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.1600	23.94	3.83		
0101010005	PEON	hh		1.0000	0.1600	17.08	2.73		
							6.56		
	Materiales								
02010500010002	ASFALTO RC-250	gal			0.0500	28.00	1.40		
02070200010001	ARENA FINA	m3			0.0100	40.00	0.40		
							1.80		
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	6.56	0.20		
							0.20		
Partida	04.02.06	(010105030101-0201003-01) CURADO DE VEREDAS, MARTILLOS Y RAMPAS							
Rendimiento	m2/DIA	150.0000	EQ.	150.0000	Costo unitario directo por : m2		3.96		
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	0.0533	23.94	1.28		
0101010005	PEON	hh		2.0000	0.1067	17.08	1.82		
							3.10		
	Materiales								
0201010003	ANTISOL	gal			0.0150	50.00	0.75		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.0150	1.50	0.02		
							0.77		
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	3.10	0.09		
							0.09		
Partida	05.01.01	(010104010004-0201003-01) EXCAVACION MANUAL							
Rendimiento	m3/DIA	3.5000	EQ.	3.5000	Costo unitario directo por : m3		40.21		
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh		1.0000	2.2857	17.08	39.04		
							39.04		
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	39.04	1.17		
							1.17		
Partida	05.01.02	(010601080501-0201003-01) ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO							
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m3		8.95		
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh		2.0000	0.0533	17.08	0.91		
							0.91		
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.91	0.03		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm		1.0000	0.0267	190.00	5.07		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm		1.0000	0.0267	110.00	2.94		
							8.04		

Partida	05.02.01	(010313050201-0201003-01) CONCRETO Fc=175kg/cm2 PARA SARDINELES						
Rendimiento	m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000		Costo unitario directo por : m3	333.33		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	23.94	15.32		
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.1600	18.89	3.02		
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	17.08	43.72		
						62.06		
	Materiales							
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0050	15.00	0.08		
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5800	85.00	49.30		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5400	45.00	24.30		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.5400	1.50	0.81		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.8000	23.50	183.30		
0290130021	AGUA	und		0.0185	2.00	0.04		
						257.83		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.06	1.86		
03010600020006	REGLA DE ALUMINIO 2" X 4" X 10"	und		0.1800	4.20	0.76		
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO 4HP 1.35"	hm	0.5000	0.1600	7.64	1.22		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18 HP)	hm	1.0000	0.3200	30.00	9.60		
						13.44		
Partida	05.02.02	(010106010610-0201003-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL						
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2	60.14		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.94	19.15		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.89	15.11		
						34.26		
	Materiales							
0201040001	PETROLEO DIESEL	gal		0.0500	16.00	0.80		
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2600	5.50	1.43		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1600	5.50	0.88		
0231000001	MADERA AGUANO	p2		4.8300	4.50	21.74		
						24.85		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	34.26	1.03		
						1.03		
Partida	05.02.03	(010308010201-0201003-01) SELLADO DE JUNTA ASFÁLTICA						
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ. 50.0000		Costo unitario directo por : m	8.56		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	23.94	3.83		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	17.08	2.73		
						6.56		
	Materiales							
02010500010002	ASFALTO RC-250	gal		0.0500	28.00	1.40		
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0100	40.00	0.40		
						1.80		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.56	0.20		
						0.20		
Partida	05.02.04	(010709060101-0201003-01) CURADO DE SARDINEL						
Rendimiento	m2/DIA	125.0000	EQ. 125.0000		Costo unitario directo por : m2	2.39		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0320	23.94	0.77		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0640	17.08	1.09		
						1.86		
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0100	1.50	0.02		
0222030001	ANTISOL NORMALIZADO	kg		0.0100	45.00	0.45		
						0.47		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.86	0.06		
						0.06		

Partida	06.01.01	(010303010105-0201003-01) CORTE DE TERRENO MANUAL h=0.10m SIN APISON						
Rendimiento	m3/DIA	100.0000	EQ. 100.0000		Costo unitario directo por : m3	10.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	18.89	1.51		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.4800	17.08	8.20		
						9.71		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.71	0.29		
						0.29		
Partida	06.01.02	(010303110101-0201003-01) ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	280.0000	EQ. 280.0000		Costo unitario directo por : m3	9.59		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0571	17.08	0.98		
						0.98		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.98	0.03		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 y d3	hm	1.0000	0.0286	190.00	5.43		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0286	110.00	3.15		
						8.61		
Partida	06.01.03	(010102030104-0201003-01) PREPARACIÓN DE SUPERFICIE						
Rendimiento	m3/DIA	35.0000	EQ. 35.0000		Costo unitario directo por : m3	36.49		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.5000	0.3429	17.08	5.86		
						5.86		
	Materiales							
02070500010002	TIERRA DE CHACRA	m3		1.0500	29.00	30.45		
						30.45		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.86	0.18		
						0.18		
Partida	06.01.04	(010102010504-0201003-01) SEMBRADO DE GRASS NATURAL						
Rendimiento	m2/DIA	95.0000	EQ. 95.0000		Costo unitario directo por : m2	10.62		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1684	17.08	2.88		
						2.88		
	Materiales							
0216020010	GRASS NATURAL	m2		1.0200	7.50	7.65		
						7.65		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.88	0.09		
						0.09		
Partida	07.01	(010114011302-0201003-01) PINTADO DE SIMBOLOS						
Rendimiento	m2/DIA	65.0000	EQ. 65.0000		Costo unitario directo por : m2	28.38		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1231	23.94	2.95		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1231	18.89	2.33		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2462	17.08	4.21		
						9.49		
	Materiales							
0240020015	PINTURA BASE DUCO	gal		0.0500	80.00	4.00		
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.2000	31.00	6.20		
0240080017	DISOLVENTE XILOL	gal		0.1800	45.00	8.10		
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO	und		0.0500	6.20	0.31		
						18.61		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.49	0.28		
						0.28		

Partida	07.02	(010114011003-0201003-01) PINTADO DE LINEAS						
Rendimiento	m/DIA	225.0000	EQ. 225.0000		Costo unitario directo por : m		7.20	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.0356	23.94	0.85
0101010004	OFICIAL		hh		1.0000	0.0356	18.89	0.67
0101010005	PEON		hh		2.0000	0.0711	17.08	1.21
								2.73
	Materiales							
0240020015	PINTURA BASE DUCO		gal			0.0090	80.00	0.72
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO		kg			0.1000	31.00	3.10
0240080017	DISOLVENTE XILOL		gal			0.0100	45.00	0.45
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO		und			0.0200	6.20	0.12
								4.39
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	2.73	0.08
								0.08
Partida	07.03	(010114011012-0201003-01) PINTADO DE SARDINELES						
Rendimiento	m2/DIA	185.0000	EQ. 185.0000		Costo unitario directo por : m2		22.04	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.0432	23.94	1.03
0101010004	OFICIAL		hh		1.0000	0.0432	18.89	0.82
0101010005	PEON		hh		2.0000	0.0865	17.08	1.48
								3.33
	Materiales							
0240020015	PINTURA BASE DUCO		gal			0.0500	80.00	4.00
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO		kg			0.2000	31.00	6.20
0240080017	DISOLVENTE XILOL		gal			0.1800	45.00	8.10
02901300050008	ESCOBILLA DE ACERO		und			0.0500	6.20	0.31
								18.61
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	3.33	0.10
								0.10