



EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**EVALUACION DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DE LA CALLE PROGRESO EN EL CENTRO POBLADO
LA QUEBRADA, DISTRITO DE SAN LUIS 2023**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
FRAY ROSNY MAURICIO MELCHOR
ORCID: 0000-0001-6657-841X**

ASESOR

**MTR. ENRIQUE ESPINOZA MOSCOSO
ORCID: 0000-0001-9535-6656**

LIMA – PERÚ, 2023

DEDICATORIA

A Dios; quien me brinda su bendición para continuar en este proceso de aprendizaje con la oportunidad de mejorar la calidad de vida de mi persona y de los demás.

A mis padres, Guillermo y Constantina por influenciar con su buen ejemplo de emprendedores, el apoyo económico brindado hacia mi persona y sus consejos de persistir por el sueño de ser un profesional en la vida.

A mis familiares, por su apoyo incondicional en los inicios de mi carrera profesional.

Fray Rosny Mauricio Melchor

AGRADECIMIENTO

A la UAP; que mediante su programa de titulación por la modalidad de suficiencia profesional brindaron la oportunidad de lograr superarme y cumplir las metas propuestas hacia mi persona de obtener el título profesional.

A mis docentes; que mediante su paciencia, conocimiento y experiencia compartieron con mi persona las sustancias más importantes de su conocimiento de manera clara y concisa, logrando así la formación profesional hacia mi persona.

A mi asesor; Ing. Enrique Espinoza Moscoso por brindarme las pautas necesarias para desarrollar el informe de suficiencia profesional hasta finalizar la misma.

A mis amigos; por el ánimo y apoyo brindado para poder cumplir con el presente informe de suficiencia profesional.

Fray Rosny Mauricio Melchor

RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional realiza el análisis y evaluación de los parámetros de diseño de la estructura del pavimento flexible, mediante la metodología AASHTO 93. De los parámetros de diseño considerados, se analizó el factor W18, las características del tráfico vehicular en relación con sus factores de carga (FEC) y la tasa crecimiento vehicular anual que presenta, obteniendo así ejes equivalentes W18 en función al periodo de diseño, para 10 años un factor W18 de 453 000.00; para 15 años un factor W18 de 736 000.00 y para 20 años un factor W18 de 1 060 000.00. Se analizó también la capacidad del suelo para soportar el peso (CBR), seleccionando un CBR para diseño de 15.60% y el CBR min de diseño 6%; la cual expresada en módulo resiliente influye en el cálculo del SN, para periodo de diseño en 10, 15 y 20 años con CBR de 6%, SN calculado es 2.66; 2.96 y 3.35; y para CBR de 15.60%, SN calculado es 2.11, 2.35 y 2.62, Siendo el SN quien determina los espesores de la estructura del pavimento.

Para la estructuración final del pavimento se determinó el SN requerido con los coeficientes estructurales, para un CBR de 15.6%, se obtuvo un SN requerido de 2.14 para 10 años, 2.38 para 15 años, 2.87 para 20 años; notándose así una gran diferencia con el SN calculado. De esta manera se concluye que, a menor periodo de diseño y una capacidad de soporte (CBR) de la subrasante menor, los espesores de la estructura del pavimento son menores; para un periodo de diseño mayor con CBR menor, los espesores son mayores y para un periodo de diseño de 20 años la carpeta asfáltica en caliente es de 8cm; Base Granular 20cm y Sub-Base Granular 10cm.

Palabras clave: Estudio de Trafico, Método AASHTO 93, infraestructura vial, pavimento flexible.

ABSTRACT

This professional sufficiency report analyzes and evaluates the design parameters of the flexible pavement structure, using the AASHTO 93 methodology. Of the design parameters considered, the W18 factor, the characteristics of vehicular traffic in relation to its load factors (FEC) and the annual vehicular growth rate were analyzed, thus obtaining W18 equivalent axles according to the design period, for 10 years a W18 factor of 453,000.00; for 15 years a W18 factor of 736,000.00 and for 20 years a W18 factor of 1,060,000.00. The bearing capacity of the soil (CBR) was also analyzed, selecting a CBR for design of 15.60% and the min design CBR 6%; which expressed in resilient modulus influences the calculation of the SN, for a design period of 10, 15 and 20 years with CBR of 6%, calculated SN is 2.66; 2.96 and 3.35; and for CBR of 15.60%, calculated SN is 2.11, 2.35 and 2.62, being the SN that determines the thicknesses of the pavement structure.

For the final pavement structure, the required SN was determined with the structural coefficients, for a CBR of 15.6%, the required SN was 2.14 for 10 years, 2.38 for 15 years, 2.87 for 20 years; thus showing a great difference with the calculated SN. Thus, it is concluded that the shorter the design period and the capacity of the soil to bear the weight (CBR) of the subgrade, the lower the thicknesses of the pavement structure; for a longer design period with lower CBR, the thicknesses are greater and for a design period of 20 years the hot asphalt layer is 8cm; Granular Base 20cm and Granular Sub-base 10cm.

Key words: Traffic Study, AASHTO 93 Method, road infrastructure, flexible pavement.

INTRODUCCION

Las calles principales del centro poblado de La Quebrada actualmente no están pavimentadas y el tráfico vehicular contribuye a la contaminación del aire al generar partículas que quedan suspendidas en el aire. Como resultado, las familias se ven directamente afectadas por altos niveles de deterioro ambiental, contaminación que causan enfermedades respiratorias en ellos. Por otro lado, dañan tanto la propiedad pública como la privada, dificultan la circulación de las personas.

Por lo cual; se dio la viabilidad al proyecto de pre inversión por parte de la Municipalidad Distrital de San Luis con fecha 29 de septiembre del 2022, el proyecto de “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el Centro Poblado la Quebrada del Distrito de San Luis, Provincia de Cañete Departamento de Lima”, la cual es de vital importancia ya que es una zona urbana, por lo cual se quiere mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal del centro poblado de La Quebrada.

El objetivo del informe de suficiencia profesional es estudiar los parámetros de diseño que intervienen en la estructuración del pavimento de la calle Progreso, de la localidad la quebrada, se detalla la calidad de la subrasante, el factor W18 y el SN con respecto a los coeficientes estructurales.

Por lo tanto, analizando los coeficientes estructurales en el cálculo del SN requerido para determinar los espesores de la estructura del pavimento, en periodos de diseño de 10, 15 y 20 años; se concluye que, a menor periodo de diseño y una capacidad de soporte subrasante menor, el grosor de la estructura del pavimento son inferiores y para un periodo de diseño mayor con un CBR menor, los espesores son mayores.

TABLA DE CONTENIDOS

CARATULA	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA.	
1.1 Antecedentes de la empresa	1
1.2 Perfil de la empresa	1
1.3 Actividades de la empresa	2
1.3.1 Misión	2
1.3.2 Visión	2
1.3.3 Proyectos Similares	2
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA	
2.1 Descripción de la Realidad Problemática	3
2.2 Formulación del Problema	4
2.2.1 Problema General	4
2.2.2 Problemas Específicos	4
2.3 Objetivos del Proyecto	4
2.3.1 Objetivo General	4
2.3.2 Objetivos Específicos	5
2.4 Justificación	5
2.5 Limitantes de la Investigación	5
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	
3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado	6
3.1.1 Requerimientos	7
3.1.2 Cálculos	9
3.1.3 Dimensionamiento	14
3.1.4 Equipos utilizados	16
3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto	17
3.1.6 Estructura	19
	vii

3.1.7 Elementos y funciones	21
3.1.8 Planificación del proyecto	22
3.1.9 Servicios y Aplicaciones	23
CAPITULO IV DISEÑO METODOLÓGICO	
4.1 Tipo y diseño de Investigación	64
4.2 Método de Investigación	64
4.3 Población y Muestra	64
4.4 Lugar de Estudio	65
4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información	66
4.6 Análisis y Procesamiento de datos	67
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	68
5.2 Recomendaciones	70
CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS y REFERENCIAS	
6.1 Glosario de Términos	72
6.2 Libros	73
CAPÍTULO VII: ÍNDICES	
7.1 Índices de Gráficos	74
7.2 Índice de Tablas	75
7.3 Índice de Fotos	78
7.4 Índice de Figuras	78
7.5 Índice de Cuadros	78
CAPÍTULO VIII: ANEXOS	
ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto	79
ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación	79

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

1.1. Antecedentes De La Empresa

Para el estudio, la Municipalidad Distrital de San Luis es tomada como la entidad (empresa), El Distrito de San Luis es uno de los veinticinco distritos que componen la Provincia de Cañete, la cual está ubicada en el Departamento de Lima del Perú; Fue establecido por Ley N° 17023 bajo la presidencia del presidente Fernando Belaúnde Terry, aunque se trataba del Congreso de la República, presidido en su momento por el Senador Armando Villanueva del Campo, quien la firmó el 23 de mayo de 1968.

El liderazgo municipal se asumió hasta la elección de un nuevo alcalde en 1969. El primer alcalde de San Luis fue el dentista Víctor Merino Chávez, quien se desempeñó desde el 15 de diciembre de 1969 hasta el 16 de febrero de 1973.

1.2. Perfil de la empresa

La Municipalidad distrital de San Luis es un órgano jurídico cuya finalidad es ser un distrito seguro, con calidad del servicio municipal, gestión transparente, fomentar el desarrollo integral y equilibrado, atraer la inversión sostenible en armonía con el medio ambiente; asimismo promover la investigación y ejecución de obras y proyectos de infraestructuras como: estructurales, viales, sanitarios, eléctricos, y otros intrínsecamente de su capacidad.

1.3. Actividades de la empresa

1.3.1. Misión.

Procurar el desarrollo entero de los ciudadanos de la localidad de San Luis, ofreciendo servicios de calidad, con una gestión ética y transparente para un desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente

1.3.2. Visión.

Trabajar diariamente para mantener y mejorar la calidad de los servicios prestados con eficiencia y eficacia, a través de la gestión de recursos y la creación de obras e infraestructura, y el desarrollo humano para mejorar la calidad de vida.

1.3.3. Proyectos Similares

Dentro de los proyectos similares tenemos los mencionados en el siguiente Tabla:

Tabla 01

Identificación de proyectos de la entidad

Código	Nombre del proyecto	Monto de inversión
2322949	Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en la calle San Martín, calle Comercio y calle 1 y 2 de la Plaza de Armas y los Pasajes Peligro, Pasaje Suspiros y Pasaje Atahualpa, en el Distrito de San Luis, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.	S/. 1,809,114.81
2479391	Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles s/n Santa Rosa y Juan Velazco Alvarado del C.P.M. Santa Cruz del Distrito de San Luis, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.	S/. 648,369.29

Fuente: Sistema de seguimiento de inversiones SSI del MEF.

CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la Realidad Problemática

El área de estudio al presente se encuentra sin pavimentar las calles y las veredas se hallan a nivel de tierra, en ciertos tramos las veredas fueron erigidas por personas que habitan, cual fue sin ninguna dirección técnica apreciándose en la diferencia de niveles, anchura y alineamiento inadecuado.

La calle Progreso al presente es el más transitado de todo el centro poblado, la constante circulación vehicular produce polvareda, Como resultado, se liberan partículas suspendidas en el aire, el cual directamente afecta a los habitantes por eminentes índices de contaminación del medio ambiente que ha efecto produce malestares respiratorios. Además, perjudican la heredad pública, privada e impide el desplazamiento de las personas y la circulación de los vehículos.

Del acceso, la falta de mejora de las calles a nivel de pavimento conlleva a restricciones en el traslado de los pobladores, a efecto de ello, la población es obligado a recorrer a pie, con intención de llegar a vías principales y dirigirse a sus labores cotidianas en transportes públicos ligeros.

Es por ello que se dio la viabilidad al proyecto de pre inversión por parte del Distrito de San Luis, con fecha 29 septiembre del 2022, proponiendo el mejoramiento

de servicio de transitabilidad tanto vehicular como peatonal del centro poblado la Quebrada, el objetivo es para mejorar la calidad del personal dentro del área de influencia del proyecto.

2.2 Formulación del Problema

2.2.1 Problema General

1) ¿Cómo los parámetros de diseño influenciarán en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023?

2.2.2 Problemas Específicos

a) ¿Cómo la capacidad de soporte (CBR) del suelo de fundación influirá en el SN calculado en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023?

b) ¿De qué manera los componentes del factor W_{18} influirá en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023?

c) ¿De qué manera el SN requerido y los coeficientes estructurales influirán en las capas del pavimento flexible en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023?

2.3 Objetivos del Proyecto

2.3.1 Objetivo General

1) Analizar como los parámetros de diseño influenciarán en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023.

2.3.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar como la capacidad de soporte (CBR) del suelo de fundación influirá en el SN calculado en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023.
- b) Determinar de qué manera los componentes del factor W18 influirá en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023.
- c) Calcular de qué manera el SN requerido y los coeficientes estructurales influirán en las capas del pavimento flexible en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023.

2.4 Justificación

La justificación de este proyecto es para el mejoramiento de la infraestructura de vía y permita brindar el mejor servicio a las poblaciones del área intervenida, así como propiciar el desarrollo socio económico y turístico de la zona, mejorando las condiciones de transitabilidad en el Centro Poblado La Quebrada, dentro de un marco de eficiencia económica y preservación del medio ambiente, además se garantizará la accesibilidad de vehículos debido a la disminución de los Costó de Operación Vehicular, reducción del tiempo de recorrido y favorecer el costo de oportunidad de los centros poblados.

2.5 Limitantes de la Investigación

No se tuvo limitaciones

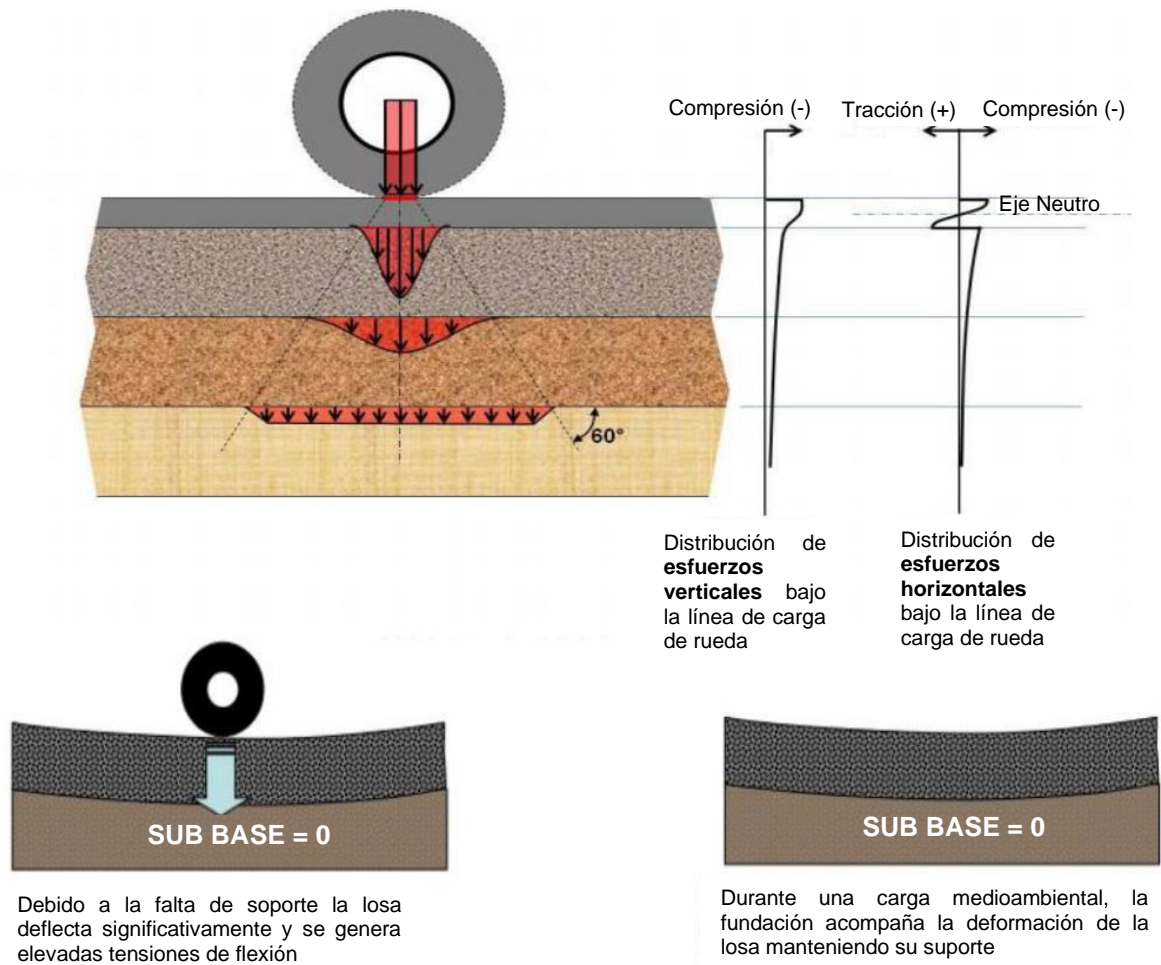
CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

En el presente informe de suficiencia profesional se analizará los parámetros de diseño de la estructura del pavimento flexible, para lo cual se estudiará los factores de carga aplicados a la estructura del pavimento durante el tiempo de diseño expresados en ejes equivalente acumulados (W18), las propiedades de la subrasante con intención de determinar la rigidez de la misma y calcular el Número Estructural (SN) requerido que determinara la distribución de espesores de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso, del centro poblado la Quebrada.

Gráfico 01
Estructura del pavimento flexible



Fuente: Universidad San Pedro.

3.1.1 Requerimientos

Tabla 02

Normativa aplicada para el desarrollo del trabajo de suficiencia profesional.

Normativa aplicada
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Diseño Geométrico (DG-2018, aprobado con la RD N° 03-2018-MTC/14 ◆ Especificaciones Técnicas Generales para construcción EG-2013 ◆ Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos, Aprobado con RD N° 10-2014-MTC/14. ◆ Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos. ◆ Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). ◆ Manual de Diseño de Obras Civiles.

Fuente: MTC

Tabla 03*Normativa aplicada en la evaluación del Suelo de Fundación.*

Normativa aplicada
◆ Ensayo de CBR Norma NTP 339.145 – ASTM 1883.
◆ Análisis granulométrico Norma NTP 339.128 – ASTM D 422.
◆ Humedad Natural Norma NTP 339.127 – ASTM D 6913
◆ Límite Líquido Norma NTP 339.140 – ASTM D 423.
◆ Límite Plástico Norma NTP 339.140 – ASTM D 424.
◆ Peso específico Norma NTP 339.131 – ASTM D 854.

Fuente: NTP – ASTM.**Tabla 04***Normativa aplicada en el análisis del Factor W_{18} y el Numero Estructural.*

Normativa aplicada	Descripción
◆ AASTHO – 93	Factor W_{18}
◆ AASTHO – 93	Diseño de pavimento flexible.
◆ AASTHO – 93	Coefficientes Estructurales del pavimento.
◆ AASTHO – 93	Parámetros de drenaje

Fuente: AASTHO**Tabla 05***Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular*

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	100	100
25 mm (1")	100	75-95	100	100
9,5 mm (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: ASTM D 1241.**Tabla 06***Requerimientos Granulométricos para base granular*

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	100	100
25 mm (1")	100	75-95	100	100
9,5 mm (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: ASTM D 1241.

Tabla 07*Requerimientos Granulométricos para agregado grueso.*

Ensayo	Norma	Norma	Norma	Altitud	
	MTC	ASTM	AASHTO	< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

Fuente: MTC.

3.1.2 Cálculos

Coeficientes que intervienen en el cálculo del factor W_{18} (Cantidad predicha de duplicaciones del eje de carga equivalente de 8.2Tn para un periodo estudiado.

Tabla 08*Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
1 calzada	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
(para IMDa total de la calzada)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
2 calzadas con separador central	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, basado en datos de AASHTO'93.

Tabla 09
Factor Crecimiento Acumulado (Fca)

Período de análisis (Años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.1
3	3	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5	5.2	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6	6.31	6.47	6.63	6.8	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7	7.43	7.66	7.9	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8	8.58	8.89	9.21	9.55	9.9	10.3	10.6	11.4
9	9	9.75	10.2	10.6	11	11.5	12	12.5	13.6
10	10	11	11.5	12	12.6	13.2	13.8	14.5	15.9
11	11	12.2	12.8	13.5	14.2	15	15.8	16.7	18.5
12	12	13.4	14.2	15	15.9	16.9	17.9	19	21.4
13	13	14.7	15.6	16.6	17.7	18.9	20.1	21.5	24.5
14	14	16	17.1	18.3	19.2	21	22.6	24.2	28
15	15	17.3	18.6	20	21.6	23.3	25.1	27.2	31.8
16	16	18.6	20.2	21.8	23.7	25.7	27.9	30.3	36
17	17	20	21.8	23.7	25.8	28.2	30.8	33.8	40.6
18	18	21.4	23.4	25.7	28.1	30.9	34	37.5	45.6
19	19	22.8	25.1	27.7	30.5	33.8	37.4	41.5	51.2
20	20	24.3	26.9	29.8	33.1	36.8	41	45.8	57.3

Fuente: Tabla D-20 A.A.S.H.T.O Guía para diseño de pavimentos 1993.

Tabla 10
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EES1 = [P / 6.6] ^{4.0}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EES2 = [P / 8.2] ^{4.0}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EETA1 = [P / 14.8] ^{4.0}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EETA2 = [P / 15.1] ^{4.0}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EETR1 = [P / 20.7] ^{3.9}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EETR2 = [P / 21.8] ^{3.9}


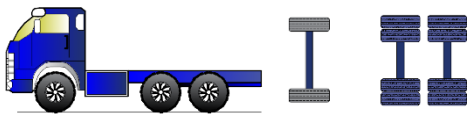
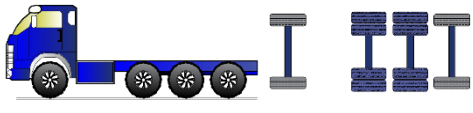
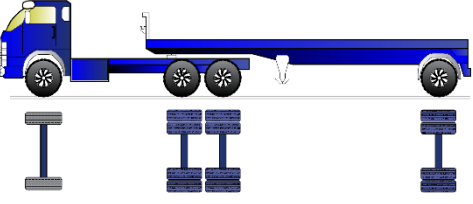
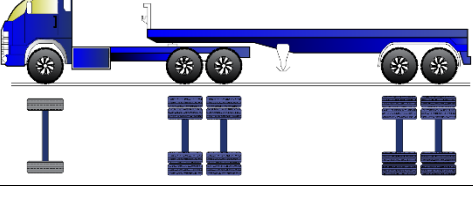
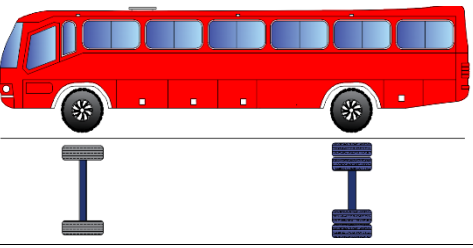
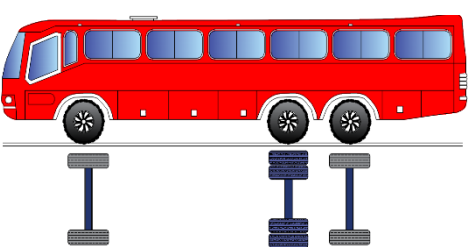
P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

3.1.3 Dimensionamiento

Tabla 11

Pesos y Medidas máx. admisibles, factor destructivo por carga. del Decreto Supremo N° 058-2003-MTC.

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Conf. Vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Max. (m)	Peso Máximo (t)				Peso bruto max (t)	Factor Destructivo por Carga	
			Eje Delante	Ejes Posteriores					
				1°	2°	3°			4°
C 2		12.3	7	11			18	4.5	
C 3		13.2	7	18			25	3.28	
C 4		13.2	7	23			30	2.77	
T-3S1		20.5	7	18	11	...	36	6.52	
T-3S2		20.5	7	18	18	...	43	5.3	
B 2		13.2	7	11			18	4.5	
B 3		14	7	16			23	2.63	

Fuente: MTC – Decreto Supremo N.º 058-2003-MTC.

◆ **Estudio de Tráfico Vehicular**

Los conteos volumétricos se realizan para determinar los volúmenes de tráfico que soportan la vía en cuestión, así como su composición vehicular y variación diaria. Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (IMD), se utilizó la siguiente formula:

$$IMD = IMDS * FC m \dots\dots\dots[Ecuación 1]$$

$$IMDS = [(\Sigma VI + VS + Vd)/7] \text{ (Estaciones de 7 días) } \dots\dots\dots [Ecuación 2]$$

Donde:

IMDS = Volumen clasificado promedio de la semana.

VL = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

Vnl = Volumen clasificado días no laborables día sábado (Vs), domingo (Vd).

FC m = Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.

◆ **Determinación del factor W18**

La metodología AASHTO-93 pretende transformar a ejes simples equivalentes a 8.2tn los cuales circulan ejerciendo diferentes pesos sobre el pavimento para el tiempo en que fue diseñado, el W18 son ejes equivalentes sencillos acumulados que transitan en el carril diseñado.

$$W18 = \Sigma EEi x Fca x 365 \dots\dots\dots[Ecuación 3]$$

$$EEi = IMDi x Fd x Fc x Fvp x Fp \dots\dots\dots[Ecuación 4]$$

Donde:

EEi= Tráfico acumulado en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 Tn en el carril de diseño.

Fca= Factor de Crecimiento Acumulado.

IMDi= Índice Medio Diario Anual.

Fd= Factor direccional. Normalmente 50%.

F_c= Factor de Carril.

F_{vp}= Factor vehículo pesado (FEC) o Factor Camión.

F_p= Factor de presión de inflado.

◆ **Ensayos de laboratorio**

Con las muestras de suelo obtenidas se efectuará los ensayos pertinentes, se lleva a cabo en el laboratorio de Mecánica de Suelos siguiendo las normas ASTM, se realizan los siguientes ensayos Standard de Clasificación.

Tabla 12

Normativa aplicada para ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.

Ensayos	Normativa
Análisis Granulométrico	Norma N.T.P 339.128 – Norma ASTM D 422
Humedad Natural	Norma N.T.P 339.127 – Norma ASTM D 6913
Límites de Consistencia	
Limite Liquido	Norma N.T.P 339.140 – Norma ASTM D 423
Limite Plástico	Norma N.T.P 339.140 – Norma ASTM D 424
Peso Especifico	Norma N.T.P 339.131 – Norma ASTM D 854
Ensayo CBR	Norma ASTM D 1883

Fuente: NTP - ASTM

◆ **Cálculo del. Número. Estructural**

Es un valor numérico que determina la resistencia estructural del pavimento, está en función de soporte del suelo, factor W_{18} acumulado, dependiendo el tiempo de diseño utilizado. A partir de los coeficientes estructurales se convierten en espesores reales de la carpeta asfáltica, base y subbase. Ecuación de diseño de Pavimento Flexible AASHTO 93.

$$\text{Log}W_{18} = Z_R * S_0 + 9,36 * \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}M_r - 8.07. [\text{Ecuación 5}]$$

Donde:

W_{18} = Tráfico equivalente acumulado, ESAL's.

Z_R = Factor desviación normal para un nivel de confiabilidad R.

S_0 = Desviación estándar.

ΔPSI = Diferencia entre índices de servicio inicial y final deseado.

M_R = Módulo de resiliencia efectivo de la subrasante.

SN = Número Estructural.

3.1.3 Dimensionamiento

Tabla 13

Características generales de la Calle Progreso.

DATOS	UND	EXISTENTE
Inicio		0.00
Fin		0+385
Distancia	km	0.38
Descripción		Calle Principal
IMDA ₂₀₂₂		180
Clasificación Según Función		Trocha Carrozable
Clasificación por Demanda		Trocha Carrozable (IMDA menor a 200 veh/día)
Clasificación por Orografía		Terreno Plano Tipo 1
Velocidad de Diseño	Km/h	30
Ancho Derecho Vía	m	00
Ancho Calzada	m	Variable de 3 a 5.50
Berma	m	0
Numero carriles	Und	2 carriles
Bombeo	%	2.00
Radio mínimo	m	10.00
Pendiente máximo	%	1.00
Talud corta (H:V)	Acuerdo al estudio geotecnia	

Fuente: Datos extraídos del Expediente técnico.

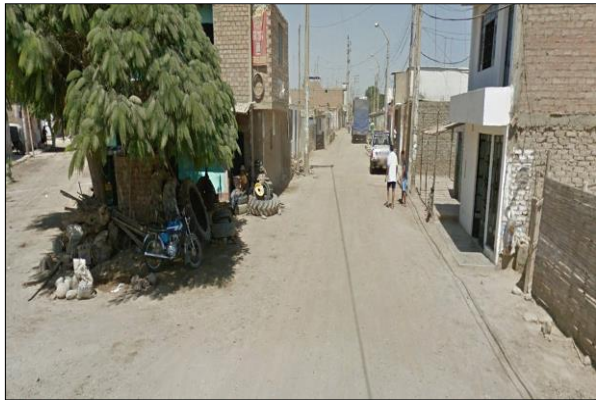
Foto 01

Progresiva de la calle progreso



Calle Progreso

Progresiva: 0 + 020



Calle Progreso

Progresiva: 0 + 150



Calle Progreso

Progresiva: 0 + 220

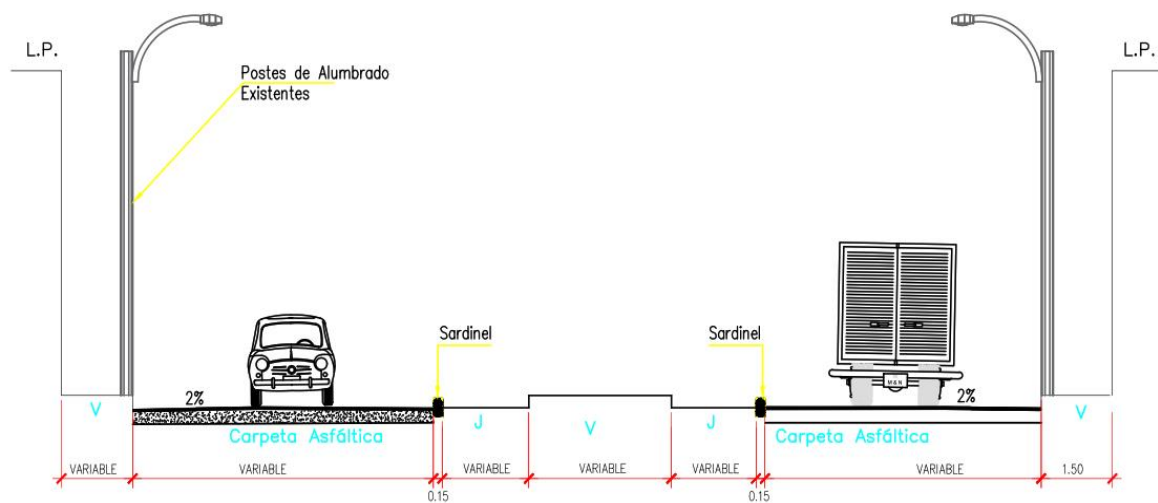


Calle Progreso

Progresiva: 0 + 280

Gráfico 02

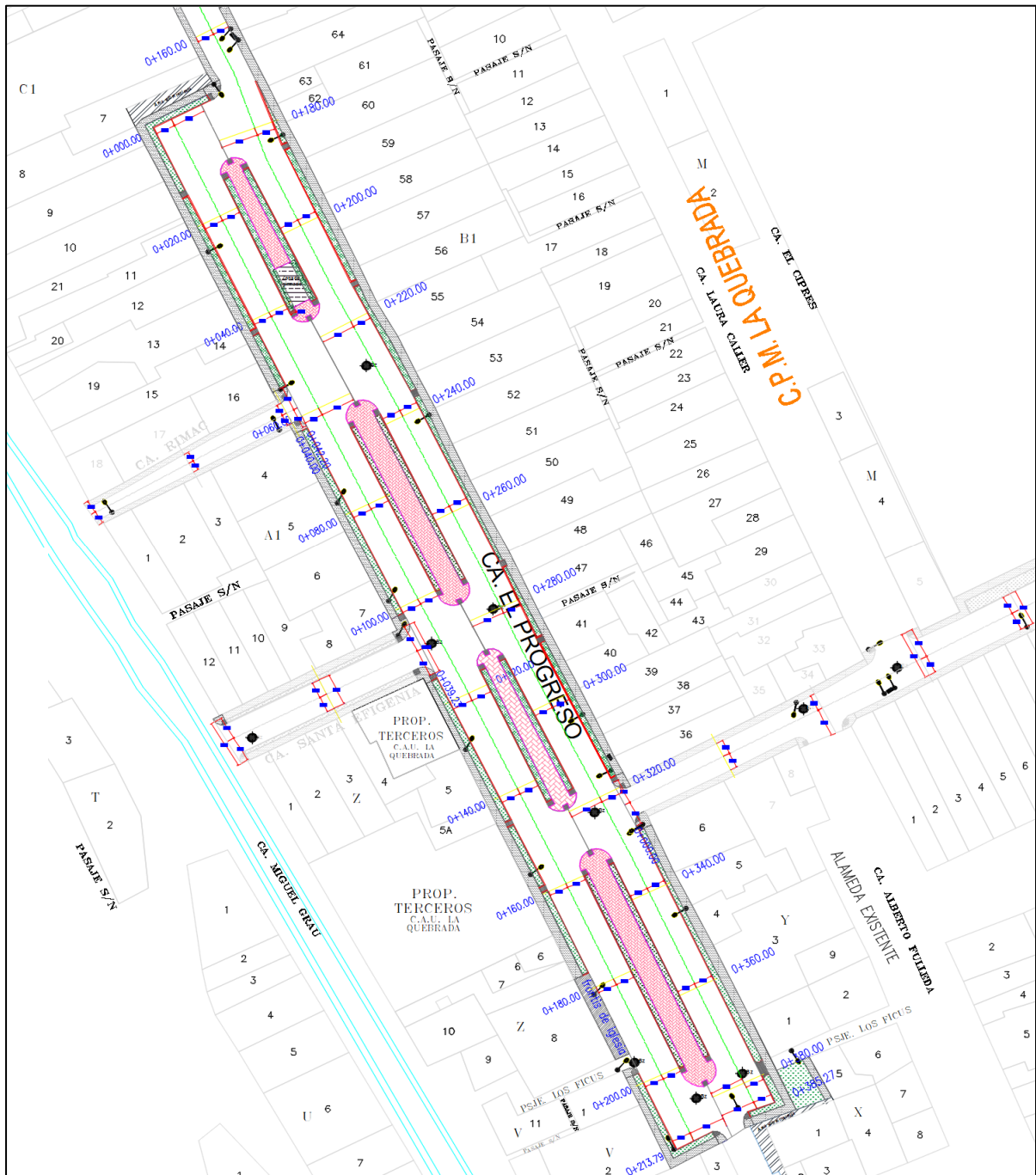
Características de la sección de vía de la calle Progreso PG 0+180 a PG 0+385.



Fuente: Datos extraídos del Expediente técnico del plano de Corte en Vías.

Nota: La calle progreso es el acceso principal al Centro Poblado la Quebrada, el primer tramo desde la Autopista, es de 180m el cual es de una calzada y con dos direcciones, de la PG 0+180 a PG 0+385 es considerado como una alameda, por lo tanto, cuenta con dos calzadas cada uno con una sola dirección.

Gráfico 03
Ubicación de la calle Progreso en planta (Alameda).



Fuente: Expediente técnico

3.1.4 Equipos utilizados

En el presente ítem se menciona los documentos analizados, también los equipos utilizaos para el procesamiento de la información en el desarrollo del informe de suficiencia profesional las cuales se mencionan en el cuadro siguiente:

Tabla 14.

Suministro usado en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento.

Equipo Utilizado	Descripción Técnica
Estudio de mecánica de suelos EMS	El presente estudio se desarrolló con la finalidad de determinar las características físicas – mecánicas del suelo de fundación de la calle Progreso, con el fin de clasificar el suelo encontrado que influye en los espesores de estructura del pavimento Base y Subbase.
Estudio de tráfico vehicular	Para cuantificar los vehículos, se estudió la demanda vehicular y su clasificación, que se movilizan en la calle Progreso, centro poblado de la Quebrada, distrito de San Luis, Provincia de cañete, departamento de Lima, con una longitud de 385 metros, así como el destino de los pobladores y las cargas.
Estudio topográfico	El objetivo del levantamiento topográfico es determina en planimetría y altimetría de la zona de estudio necesario para la representación indiscutible de una determinada área, con el fin de obtener información de base para los estudios de obras de ingeniería, elaborar planos de los elementos estructurales hallados en campo.
Diseño de pavimentos	El presente estudio tiene como finalidad determinar la estructuración de espesores del pavimento, Detallar y exponer las actividades que se realicen durante la etapa de exploración de campo para la determinación de las características de la vía; analizar la presencia de suelos inadecuados para el suelo de fundación para el pavimento que se proyecta; analizar la condición estructural del suelo de fundación evaluado desde el punto de vista del CBR.
Unidades de procesamiento de datos Computadora personal Cámara digital Periféricos	Como equipos indispensables para la revisión y procesamiento de la información desarrollada se utilizó una computadora personal donde se analizaron cada uno de los estudios realizados en el proyecto vial y también en la redacción del presente informe de suficiencia profesional.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto

◆ Estudio de Tráfico

La demanda de tráfico es un factor esencial que el ingeniero debe comprender con relativa y suficiente precisión para planificar y diseñar con éxito la estructura del pavimento y la calzada, la información del tráfico se precisa también como capacidad de los tramos viales y límites de volúmenes de tráfico, ya que al crecer la demanda vehicular afectará a la estructura vial durante todo el período del análisis vial

adoptado, consiste en tomar el conteo vehicular lo más precisa posible y calcular el IMDA del tramo a estudiarse.

El método usado para el presente informe requiere la transformación a ejes simples equivalentes a 8.2 tn, diferentes pesos de ejes circularán sobre el pavimento a lo largo del periodo de diseño, el W18 es la cantidad de ejes equivalentes, sencillos, acumulados de 8.2 tn, que transitan en el carril de diseño.

◆ **Método AASHTO**

El método de diseño AASHTO, es conocido originalmente como AASHO, próspero en los Estados Unidos en el año 1960, durante dos años se realizaron ensayos a escala real en el estado de Illinois, con objeto de obtener tablas, gráficos y ecuaciones que simbolicen las relaciones deterioro vs sollicitación de las distintas muestras ensayadas, El método AASHTO comenzó a utilizar conceptos mecánicos para ajustar algunos parámetros a condiciones que diferían de las que prevalecían en el estudio inicial.

El procedimiento AASHTO-1993 diseña la estructuración de pavimentos flexibles, Todo comienza con la identificación de un " número estructural (SN)" para el pavimento, que se refiere a la resistencia estructural de un pavimento requerida para una combinación de soporte del suelo (Mr), tránsito total (W18), servicio terminal y condiciones ambientales.

◆ **Suelo de Fundación (Sub rasante)**

Para clasificar como material apto se considerarán a suelos con $CBR \geq 6\%$. En casos menores se consideran (sub rasante Insuficiente o sub rasante inadecuada), para tal caso se realizará una estabilización de suelos para subrasante, de las alternativas de mejorar el suelo se analizará a lo más conveniente de acuerdo con tipo de suelo, preferir la más provechosa tanto técnica como económica.

◆ Pavimento flexible

El término " pavimento flexible " se refiere al pavimento que se compone de una capa o alfombra asfáltica, lo que significa que el pavimento se compone de una mezcla de agregado grueso o fino (machacada, grava y asfalto) y material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, así como productos de hulla. Esta mezcla es compacta, pero extremadamente flexible, lo que le permite absorber grandes golpes y soportar una carga pesada en la carretera. Para construcción de pavimentos flexibles considerar que se realiza en varias capas de material granular, Las cargas se entregan a cada una de las capas desde arriba.

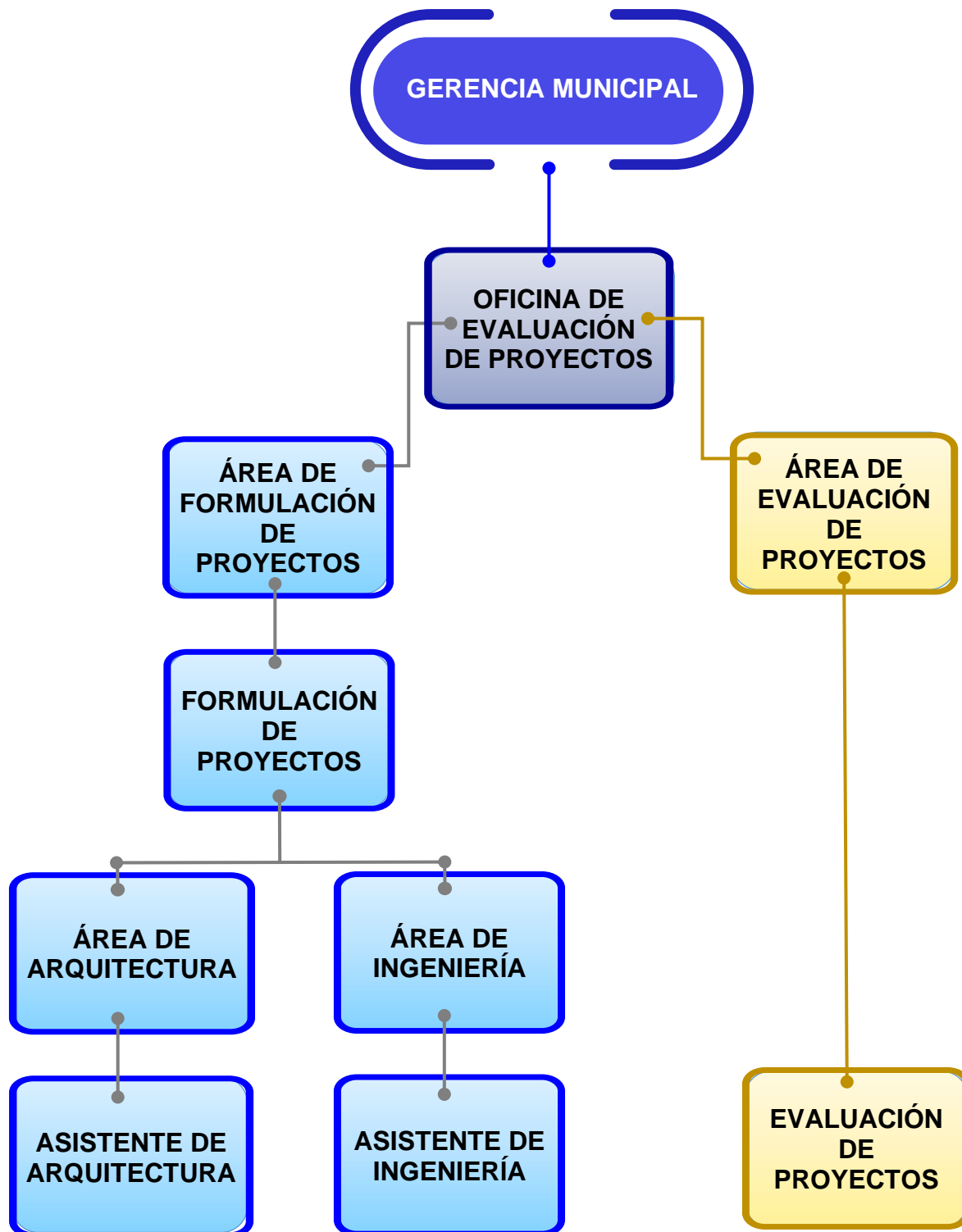
Las secciones de un pavimento flexible que forman un piso se disponen en orden decreciente de capacidad de carga. La capa superior tiene la mayor capacidad para transportar carga de todas las demás opciones. Por lo tanto, La capa base puede soportar la menor cantidad de peso, la durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años, y suele tener una vida útil de 20 años. Este tipo de suelo se compone de una carpeta asfáltica, una base y una subbase.

3.1.6 Estructura

En el distrito de San Luis se cuenta con un organigrama institucional, conformado por diferentes niveles de responsabilidad siendo el consejo municipal el de mayor jerarquía, continuando alcaldía, sucesivamente la gerencia municipal, el área en la cual se realizaron el proyecto fue en la oficina de formulación y evaluación de proyectos, acorde a ello se realizó el organigrama siguiente:

Gráfico 04

Organigrama del área de formulación y evaluación de proyectos de la entidad.



Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Elementos y funciones

◆ Gerencia municipal

Su función es elegir y desarrollar los proyectos que se estudiarán de acuerdo al Plan Operativo Institucional POI, sin dejar de lado al Plan Multianual de inversiones PMI, siendo los de urgencia los que se anteponen por ser de mayor necesidad.

◆ Oficina de formulación. y evaluación. de proyectos

Su función como director de esta oficina es supervisar las ordenes de la gerencia municipal, observando y orientando a las áreas de formulación y evaluación con la finalidad de hacer cumplir lo ordenado.

◆ Área de formulación de proyectos

Su función es trabajar de acuerdo al plan de trabajo del periodo en cual se está laborando, elaborando expedientes técnicos, estudios de pre – inversión, estudio técnico económico entre otros.

◆ Formuladores de proyectos

Los formuladores tienen la función de evaluar y redactar los presupuestos de inversión, fichas técnicas, estados financieros, estudios de pre – inversión.

◆ Área de arquitectura

Su función es elaborar los estudios de diseño preliminar y las propuestas arquitectónicas de los proyectos que son encargados por los formuladores.

◆ Asistente de arquitectura

Su función es apoyar técnicamente al área de arquitectura.

◆ Área de ingeniería

Su función es elaborar los estudios de pre inversión y los diseños preliminares de arquitectura y de ingeniería como los estudios de suelos, estructura, pavimentos, saneamiento, hidrológico, diseños entre otros.

◆ **Asistente de ingeniería**

Su función es dar apoyo y soporte en la elaboración de los estudios de pre-inversión y los diseños preliminares de arquitectura y de ingeniería que requiera el área de ingeniería.

◆ **Área de evaluación de proyectos**

Su función es la de ver los errores y falencias de los proyectos que elaboraron el área de formulación proyectos, con la finalidad de minimizar costos y presupuestos, como también informan la viabilidad del proyecto.

◆ **Evaluación de proyectos**

Los evaluadores cumplen la función de dar apoyo técnico al área de evaluación de proyectos en la verificación, evaluación, observación de los proyectos del área de formulación.

3.1.8 Planificación del proyecto

Para desarrollar o planificar las actividades de trabajo de suficiencia profesional (TSP), se elaboró un cronograma de implementación y recolección de información, determinando la clasificación por fase durante el periodo que duro el módulo.

Tabla 15
Cronograma de actividades.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	SEMANA 01	SEMANA 02
DOCUMENTACIÓN / PLANTEAMIENTO	[Barra de actividad que cubre el inicio de la semana 01]	
I Revisión del expediente técnico. Formulación del título de TSP. Redacción del problema y objetivo generales.	[Barra de actividad que cubre el inicio de la semana 01]	
ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL INFORME DE TSP.	[Barra de actividad que cubre la mayor parte de la semana 01]	
II Revisión del estudio de tráfico vehicular. Verificación del estudio de mecánica de suelos (CBR). Análisis de cálculo del SN y capas del pavimento flexible.	[Barra de actividad que cubre la mayor parte de la semana 01]	
MARCO METODOLÓGICO	[Barra de actividad que cubre la mayor parte de la semana 01]	
III Metodología de Investigación. Matriz de consistencia de TSP.	[Barra de actividad que cubre la mayor parte de la semana 01]	
IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. Redacción final de TSP.	[Barra de actividad que cubre el inicio de la semana 02]	

3.1.9. Servicios y Aplicaciones

a) Evaluar las características del suelo de fundación

En este ítem se conocerá las características físicas – mecánicas de la subrasante, para conocer la capacidad de soporte del suelo (CBR), que expresado en modulo resiliente influye en el cálculo del SN.

♦ Relación de Soporte de California (CBR) Calicata N° 01.

Tabla 16

Calicata N° 01, Calle Progreso PG 0+000 a PG 0+100.

CONTROL DE COMPACTACIÓN: C.B.R							
Mediciones	Und.	Molde - 12 golpes por capa		Molde - 26 golpes por capa		Molde - 56 golpes por capa	
		No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Peso muestra + molde	g.	13,536.08	13,972.52	13,696.83	13,927.22	13,929.13	14,008.38
Peso molde	g.	7,990.00	7,990.00	7,996.00	7,996.00	8,012.00	8,012.00
Peso muestra húmedo	g.	5,546.08	5,982.52	5,700.83	5,931.22	5,917.13	5,996.38
Volumen del molde	cm ³	2,151.09	2,151.09	2,151.09	2,151.09	2,151.09	2,151.09
Densidad húmeda	g./cm ³	2.58	2.78	2.65	2.76	2.75	2.79
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum.+recip.	g.	310.73	497.82	366.82	548.41	305.74	494.48
Peso muestra seca+recip.	g.	285.48	425.88	338.42	482.64	285.24	442.02
Peso recipiente	g.	97.07	113.92	119.94	120.10	129.92	117.20
Peso parte del agua	g.	25.2	71.9	28.4	65.8	20.5	52.5
Peso muestra seca	g.	188.4	312.0	218.5	362.5	155.3	324.8
Contenido de humedad	%	13.4	23.1	13.0	18.1	13.2	16.2
Densidad seca	g./cm ³	2.27	2.26	2.35	2.33	2.43	2.40

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17
Compresión C.B.R Calicata N° 01.

COMPRESIÓN CBR											
CONTROL DE LAS PRESIONES			MOLDE 12			MOLDE 26			MOLDE 56		
			Fuerza	Presiones (Kgf/cm²)		Fuerza	Presiones (Kgf/cm²)		Fuerza	Presiones (Kgf/cm²)	
1 plg	25.40 mm	Tiempo (min)	Kgf	Original	Corregido	Kgf	Original	Corregido	Kgf	Original	Corregido
0.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.64	0.5	37.1	1.8	1.5	78.0	3.8	4.8	171.5	8.4	11.6
0.050	1.27	1.0	74.3	3.6	3.0	155.9	7.6	9.5	343.0	16.8	23.0
0.075	1.91	1.5	111.4	5.5	4.5	233.9	11.4	14.1	514.6	25.2	34.2
0.100	2.54	2.0	148.5	7.3	5.9	311.9	15.3	18.6	686.1	33.6	45.1
0.125	3.18	2.5	167.1	8.2	7.2	401.5	19.7	22.9	917.6	44.9	55.9
0.150	3.81	3.0	185.6	9.1	8.5	491.2	24.0	27.1	1,149.2	56.3	66.4
0.175	4.45	3.5	204.2	10.0	9.8	580.8	28.4	31.3	1,380.7	67.6	76.6
0.200	5.08	4.0	222.8	10.9	11.0	670.5	32.8	35.3	1,612.3	78.9	86.7
0.225	5.72	4.5	256.2	12.5	12.1	785.4	38.4	39.2	1,911.7	93.6	96.5
0.250	6.35	5.0	289.6	14.2	13.2	900.4	44.1	42.9	2,211.1	108.2	106.0
0.300	7.62	6.0	323.0	15.8	15.3	1,015.3	49.7	50.1	2,510.5	122.9	124.5
0.350	8.89	7.0	356.4	17.4	17.1	1,130.2	55.3	56.9	2,809.9	137.6	142.1
0.400	10.16	8.0	389.8	19.1	18.8	1,245.2	61.0	63.2	3,109.4	152.2	158.8
0.450	11.43	9.0	423.2	20.7	20.2	1,360.1	66.6	69.0	3,408.8	166.9	174.5
0.500	12.70	10.0	456.6	22.4	21.5	1,475.1	72.2	74.3	3,708.2	181.5	189.4

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 05

Resultado de esfuerzo - deformación de las muestras.

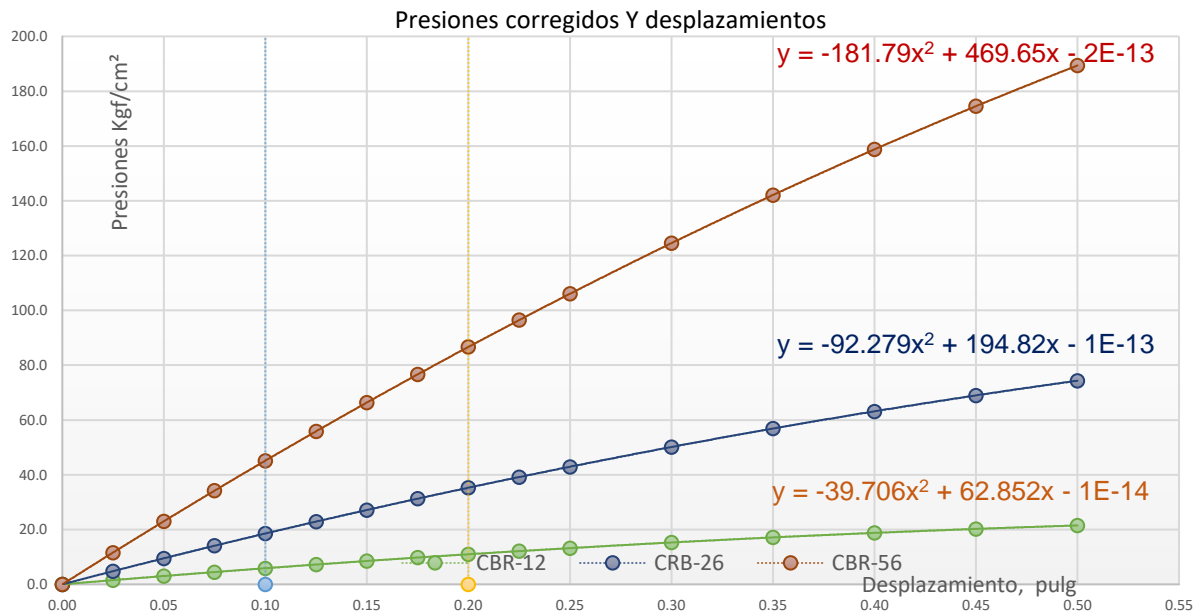


Tabla 18

Resultado de compresión CBR corregidos calicata N° 01.

PRESIONES CONTROLADAS			MOLDE-10		MOLDE-25		MOLDE-56	
			Presiones		Presiones		Presiones	
1 pulgadas:	25.40 mm	Tiempo (min)	Corregido kgf/cm²	CBR %	Corregido kgf/cm²	CBR %	Corregido kgf/cm²	CBR %
0.10	2.54	2.00	5.90	8.40	18.60	26.40	45.10	64.10
0.20	5.08	4.00	11.00	10.40	35.30	33.40	86.70	82.10

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 06

Resultado del CBR Calicata N° 01.

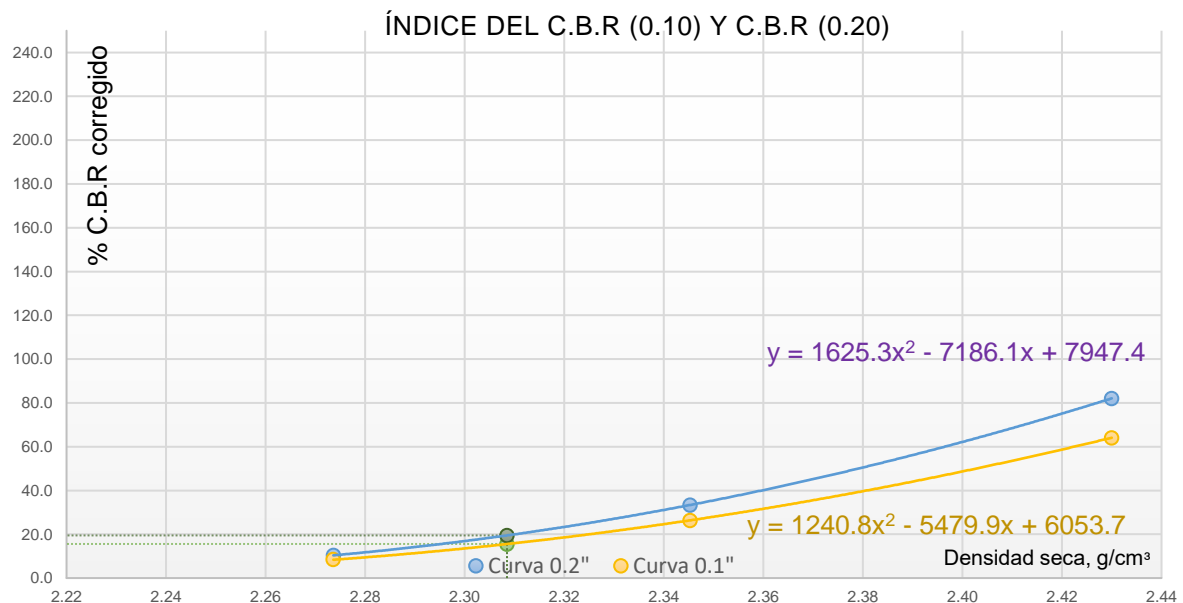


Tabla 19

Resultado a 0.10" de resistencia a penetración Calicata N° 01.

Resultado a 0.10 de resistencia a penetración	
A 100 % de la MDS	
Densidad:	2.43 gr/cm ³
CBR:	64.1 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	2.31 gr/cm ³
CBR:	15.6 %

➤ **Relación de Soporte de California (CBR) Calicata N° 02.**

Tabla 20

Control de Compactación CBR Calicata N° 02.

CONTROL DE COMPACTACIÓN: CBR							
Mediciones	Und.	Molde-12 golpes por capa		Molde-26 golpes por capa		Molde-56 golpes por capa	
		No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado	No Saturado	Saturado
Condiciones de Prueba							
Peso muestra + molde	g.	13,496.5	13,877.6	13,693.2	13,945.7	13,947.7	13,991.8
Peso molde	g.	8,022.0	8,022.0	8,029.0	8,029.0	8,039.0	8,039.0
Peso muestra húmedo	g.	5,474.5	5,855.6	5,664.3	5,916.7	5,908.7	5,952.8
Volumen del molde	cm ³	2,151.1	2,151.1	2,151.1	2,151.1	2,151.1	2,151.1
Densidad húmeda	gr/c m ³	2.55	2.72	2.63	2.75	2.75	2.77
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum.+recip.	gr	328.69	513.96	355.67	548.75	390.55	575.86
Peso muestra seca+recip.	gr	300.67	434.72	320.71	468.74	354.29	502.75
Peso recipiente	gr	125.55	108.65	98.01	105.73	126.26	113.23
Peso parte del agua	gr	28.0	79.2	35.0	80.0	36.3	73.1
Peso muestra seca	gr	175.1	326.1	222.7	363.0	228.0	389.5
Contenido de humedad	%	16.0	24.3	15.7	22.0	15.9	18.8
Densidad seca	g./cm ³	2.19	2.19	2.28	2.25	2.37	2.33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21
Compresión C.B.R Calicata N° 02.

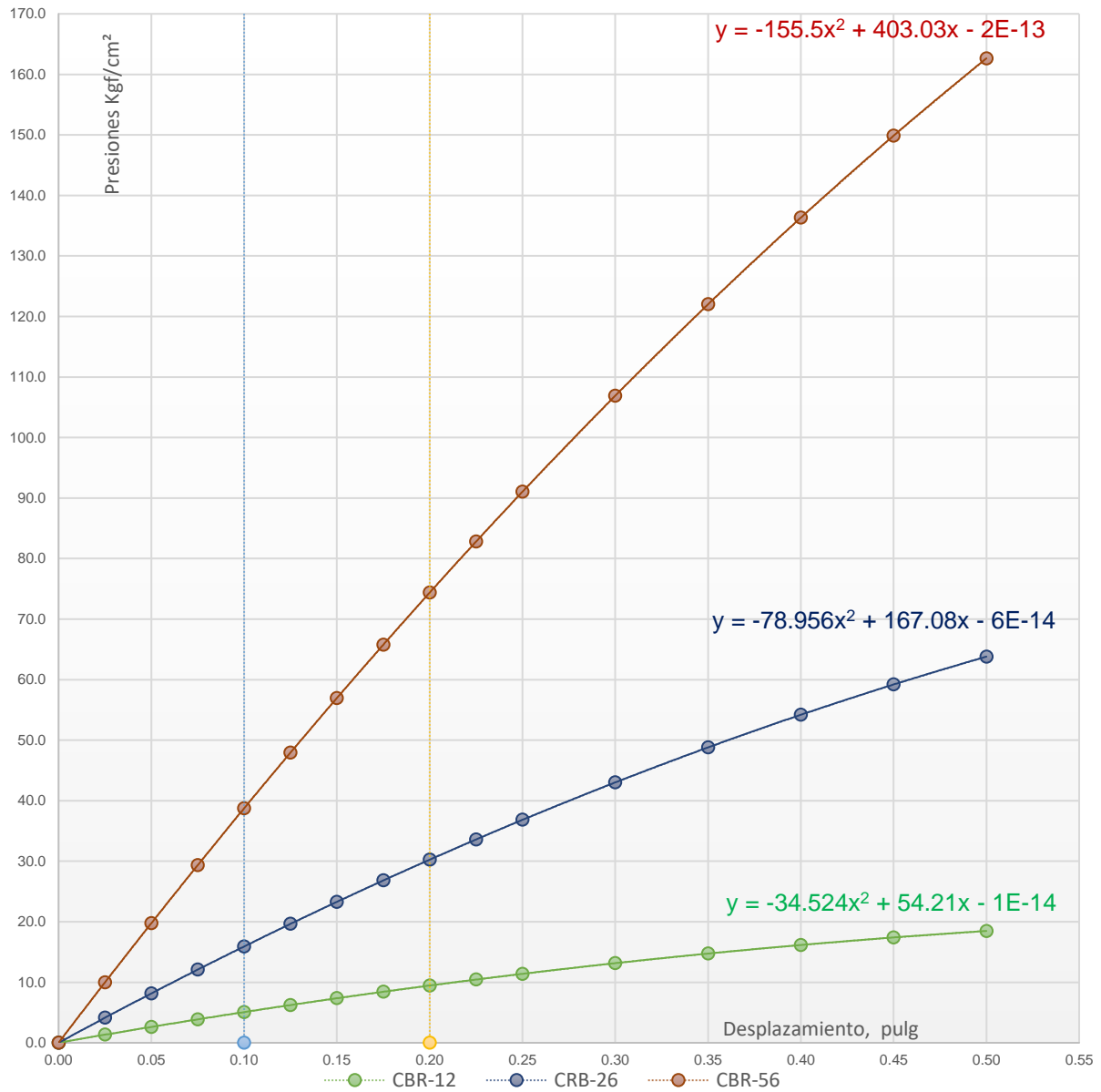
COMPRESIÓN CBR											
CONTROL DE PRESIONES			MOLDE-12			MOLDE-26			MOLDE-56		
			Fza.	Presiones (Kgf/cm ²)		Fza.	Presiones (Kgf/cm ²)		Fza.	Presiones (Kgf/cm ²)	
1plg	25.4 mm	T min	Kgf	Original	Corre-gido	Kgf	Original	Corre-gido	Kgf	Original	Corre-gido
0.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.64	0.5	31.9	1.6	1.3	66.9	3.3	4.1	147.3	7.2	10.0
0.050	1.27	1.0	63.8	3.1	2.6	133.9	6.6	8.2	294.5	14.4	19.8
0.075	1.91	1.5	95.6	4.7	3.9	200.8	9.8	12.1	441.8	21.6	29.4
0.100	2.54	2.0	127.5	6.2	5.1	267.8	13.1	15.9	589.1	28.8	38.7
0.125	3.18	2.5	143.4	7.0	6.2	344.7	16.9	19.7	787.9	38.6	47.9
0.150	3.81	3.0	159.4	7.8	7.4	421.7	20.6	23.3	986.7	48.3	57.0
0.175	4.45	3.5	175.3	8.6	8.4	498.7	24.4	26.8	1,185.5	58.0	65.8
0.200	5.08	4.0	191.3	9.4	9.5	575.7	28.2	30.3	1,384.3	67.8	74.4
0.225	5.72	4.5	219.9	10.8	10.4	674.3	33.0	33.6	1,641.3	80.3	82.8
0.250	6.35	5.0	248.6	12.2	11.4	773.0	37.8	36.8	1,898.4	92.9	91.0
0.300	7.62	6.0	277.3	13.6	13.2	871.7	42.7	43.0	2,155.5	105.5	106.9
0.350	8.89	7.0	306.0	15.0	14.7	970.4	47.5	48.8	2,412.6	118.1	122.0
0.400	10.16	8.0	334.7	16.4	16.2	1,069.1	52.3	54.2	2,669.7	130.7	136.3
0.450	11.43	9.0	363.4	17.8	17.4	1,167.8	57.2	59.2	2,926.7	143.3	149.9
0.500	12.70	10.0	392.1	19.2	18.5	1,266.5	62.0	63.8	3,183.8	155.9	162.6

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 07

Resultado de esfuerzo - deformación de las muestras Calicata N° 02.

Presiones corregidas Y desplazamientos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22

Resultado de compresión CBR corregidos Calicata N° 02.

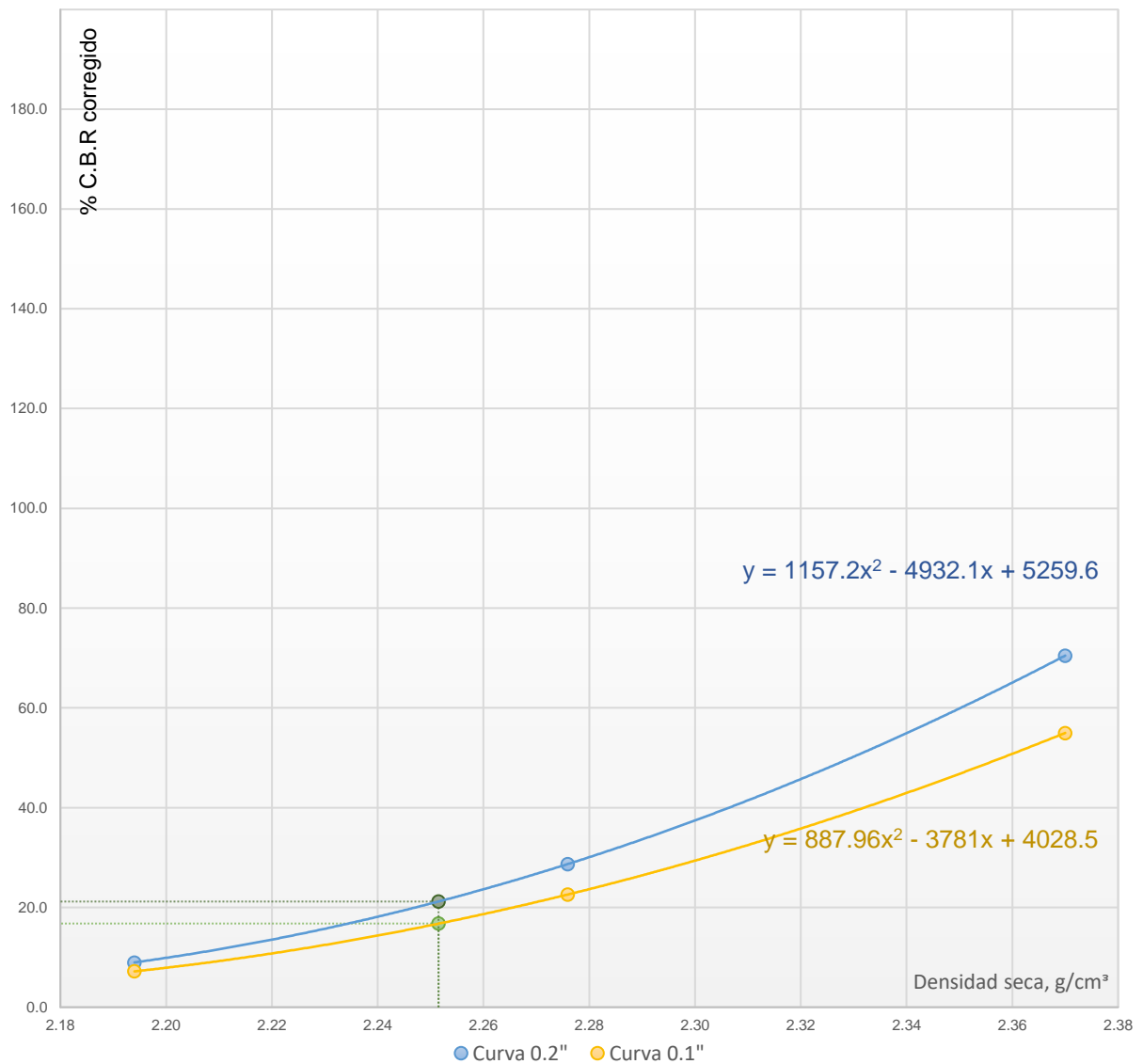
PRESIONES CONTROLADAS			MOLDE 10		MOLDE 25		MOLDE 56	
			PRESIONES		PRESIONES		PRESIONES	
1 pulga:	25.40 mm	Tiempo (min)	Corregido kgf/cm²	CBR %	Corregido kgf/cm²	CBR %	Corregido kgf/cm²	CBR %
0.10	2.54	2.00	5.10	7.20	15.90	22.60	38.70	55.00
0.20	5.08	4.00	9.50	9.00	30.30	28.70	74.40	70.50

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 08

Resultado del CBR Calicata N° 02

Índice del C.B.R (0.10) Y C.B.R (0.20)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23

Resultado a 0.10" de resistencia a penetración Calicata N° 02.

Resultado a 0.10 de resistencia a penetración	
A 100 % de la MDS	
Densidad:	2.37 gr/cm³
CBR:	55.00 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	2.25 gr/cm³
CBR:	16.8 %

◆ **Relación de Soporte de California (CBR) Calicata N° 03.**

Tabla 24

Control de Compactación CBR Calicata N° 03.

Mediciones Condiciones de Prueba	Und	Molde 12 golpes por capa		Molde 26 golpes por capa		Molde 56 golpes por capa	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso muestra + molde	gr	13,542.7	13,975.6	13,790.7	14,046.4	13,988.7	14,088.2
Peso molde	gr	8,021.0	8,021.0	8,031.0	8,031.0	8,042.0	8,042.0
Peso muestra húmedo	gr	5,521.7	5,954.6	5,759.7	6,015.4	5,946.7	6,046.2
Volumen del molde	cm ³	2,151.1	2,151.1	2,151.1	2,151.1	2,151.1	2,151.1
Densidad húmeda	g./cm ³	2.57	2.77	2.68	2.8	2.76	2.81
Ensayo para humedad	Und.	Central	Central	Central	Central	Central	Central
Peso muestra hum. +recip.	g.	338.46	526.66	384.86	578.77	304.85	489.61
Peso muestra seca+recip.	g.	312.22	450.76	353.01	506.25	280.6	440.02
Peso recipiente	g.	116.44	121.19	111.75	120.5	98.31	123.57
Peso parte del agua	g.	26.2	75.9	31.8	72.5	24.2	49.6
Peso muestra seca.	g.	195.8	329.6	241.3	385.7	182.3	316.5
Contenido de humedad	%	13.4	23	13.2	18.8	13.3	15.7
Densidad seca	g./cm ³	2.26	2.25	2.37	2.35	2.44	2.43

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25
Compresión C.B.R Calicata N° 03.

CONTROL DE LAS PRESIONES			COMPRESIÓN CBR								
			MOLDE 12			MOLDE 26			MOLDE 56		
1 plg	25.40 mm	Tiempo (min)	Fuerza Kgf	Presiones (Kgf/cm ²)		Fuerza Kgf	Presiones (Kgf/cm ²)		Fuerza Kgf	Presiones (Kgf/cm ²)	
				Original	Corregido		Original	Corregido		Original	Corregido
0.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.64	0.5	45.1	2.2	1.9	94.8	4.6	5.8	208.5	10.2	14.1
0.050	1.27	1.0	90.3	4.4	3.7	189.5	9.3	11.6	417.0	20.4	28.0
0.075	1.91	1.5	135.4	6.6	5.5	284.3	13.9	17.1	625.4	30.6	41.6
0.100	2.54	2.0	180.5	8.8	7.2	379.1	18.6	22.6	833.9	40.8	54.9
0.125	3.18	2.5	203.1	9.9	8.8	488.0	23.9	27.8	1,115.4	54.6	67.9
0.150	3.81	3.0	225.6	11.0	10.4	597.0	29.2	33.0	1,396.8	68.4	80.7
0.175	4.45	3.5	248.2	12.1	11.9	706.0	34.6	38.0	1,678.2	82.2	93.1
0.200	5.08	4.0	270.8	13.3	13.3	815.0	39.9	42.9	1,959.7	95.9	105.3
0.225	5.72	4.5	311.4	15.2	14.7	954.7	46.7	47.6	2,323.6	113.7	117.3
0.250	6.35	5.0	352.0	17.2	16.1	1,094.4	53.6	52.2	2,687.6	131.6	128.9
0.300	7.62	6.0	392.6	19.2	18.6	1,234.1	60.4	60.9	3,051.5	149.4	151.4
0.350	8.89	7.0	433.2	21.2	20.8	1,373.8	67.2	69.1	3,415.5	167.2	172.7
0.400	10.16	8.0	473.8	23.2	22.9	1,513.5	74.1	76.7	3,779.4	185.0	193.0
0.450	11.43	9.0	514.4	25.2	24.6	1,653.2	80.9	83.8	4,143.3	202.8	212.1
0.500	12.70	10.0	555.0	27.2	26.2	1,792.9	87.8	90.3	4,507.3	220.6	230.2

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 09
Resultado de esfuerzo - deformación de las muestras Calicata N° 03.

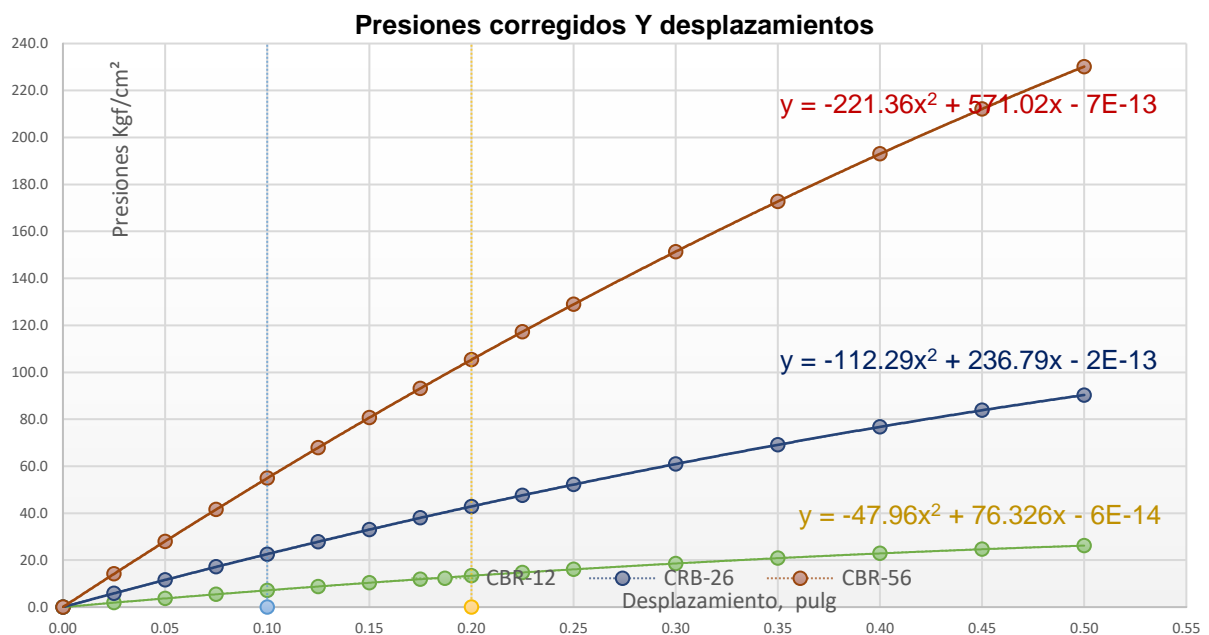
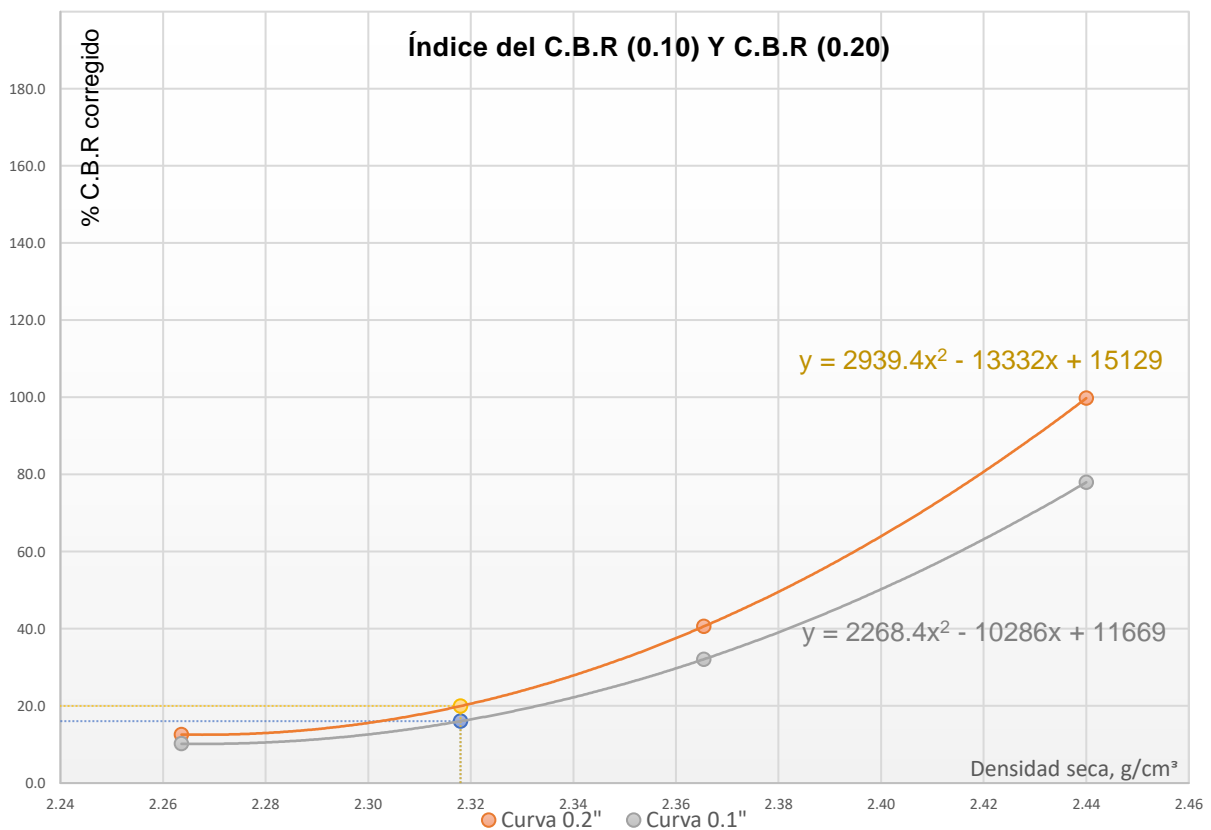


Tabla 26
Resultado de compresión CBR corregidos Calicata N° 03.

1 pulgadas:	PRESIONES CONTROLADAS		MOLDE 10 PRESIONES		MOLDE 25 PRESIONES		MOLDE 56 PRESIONES	
	25.40 mm	Tiempo (min)	Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %	Corregido kgf/cm ²	CBR %
0.10	2.54	2.00	7.20	10.20	22.60	32.10	54.90	78.00
0.20	5.08	4.00	13.30	12.60	42.90	40.60	105.30	99.80

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10
Gráfico del resultado CBR corregidos Calicata N° 03.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27
Resultado a 0.10" de resistencia a penetración Calicata N° 03.

Resultado a 0.10 de resistencia a penetración	
A 100 % de la D.M.S	
Densidad:	2.44 gr/cm ³
CBR:	78.0 %
Al 95 % de la máxima densidad	
Densidad:	2.32 gr/cm ³
CBR:	16.1%

Tabla 28

CBR de diseño para la Calle Progreso para Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible.

Calicata	Progresiva Inicial	Progresiva Final	CBR %	CBR % Para Diseño
C-1	PG 0+000	PG 0+150	15.60	
C-2	PG 0+150	PG 0+300	16.80	15.60
C-3	PG 0+300	PG 0+385	16.10	

Fuente: Elaboración propia.

◆ Estimación del módulo resiliente para la Subrasante

El módulo elástico es una medida de la capacidad de un material para almacenar o absorber energía sin experimentar una deformación irreversible, el cual se determinará con la siguiente ecuación.

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64} \dots\dots\dots [Ecuación 6]$$

Tabla 29

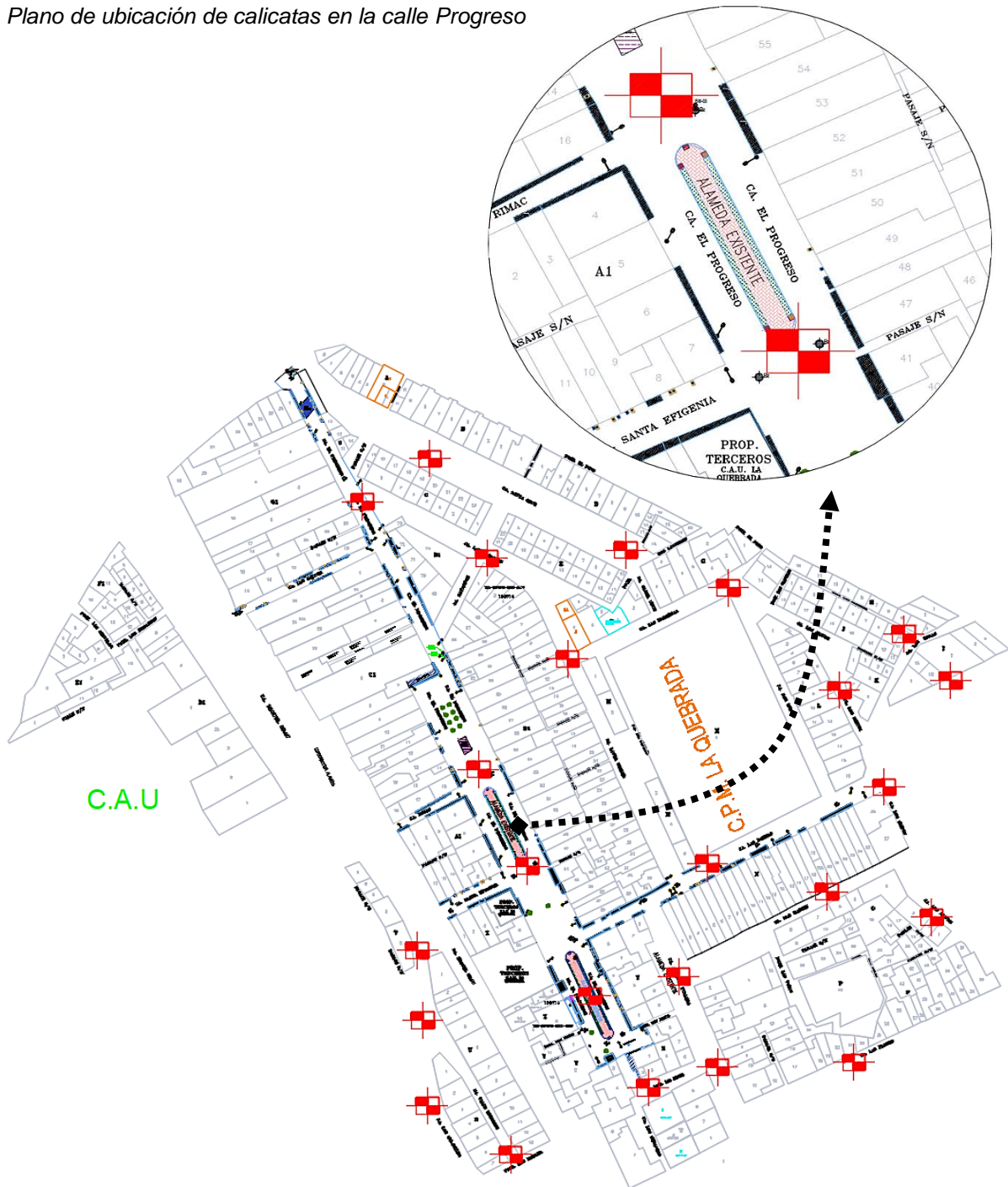
Determinación del Módulo Resiliente para Subrasante.

CBR %	Desarrollo	Mr Subrasante
15.60	$Mr(psi) = 2555 \times 15.60^{0.64}$	14824.86
16.80	$Mr(psi) = 2555 \times 16.80^{0.64}$	15544.93
16.10	$Mr(psi) = 2555 \times 16.10^{0.64}$	15127.23

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El Módulo Resiliente (Mr) es una variable que está en función a la Capacidad de Soporte (CBR) del suelo, el cual influye directamente en el Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible para este estudio se tomara el CBR con menos valor 15.60%.

Figura 01
Plano de ubicación de calicatas en la calle Progreso



Fuente: Expediente Técnico.

b) Determinar la influencia del factor W18 y sus Componentes.

Para la transformación a ejes simples equivalentes se hará uso del método AASHTO

◆ **Conteo Vehicular**

Tabla 30

Registro de conteo vehicular estación E-001, Calle Progreso – Centro Poblado la Quebrada, lunes 12 de abril de 2021.












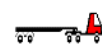
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO	BUS			CAMION			Total	Porc. %
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	3S1/3S2		
														
0-1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1.68%
1-2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.56%
2-3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	3.35%
3-4	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	7	3.91%
4-5	1	2	0	1	0	0	0	0	2	0	2	0	8	4.47%
5-6	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	2.79%
6-7	4	0	0	0	1	0	1	0	3	1	0	0	10	5.59%
7-8	6	1	3	0	0	1	0	0	0	0	1	2	14	7.82%
8-9	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	9	5.03%
9-10	0	0	0	2	4	0	0	0	2	0	0	0	8	4.47%
10-11	2	3	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	9	5.03%
11-12	1	0	1	3	1	0	0	0	0	2	0	0	8	4.47%
12-13	2	2	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	9	5.03%
13-14	4	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8	4.47%
14-15	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	1	1	6	3.35%
15-16	0	1	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0	6	3.35%
16-17	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	2.79%
17-18	0	0	0	0	1	2	0	0	3	0	0	0	6	3.35%
18-19	2	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	1	11	6.15%
19-20	3	4	3	2	3	0	0	0	2	1	0	0	18	10.06%
20-21	1	1	2	0	1	1	1	0	1	0	0	2	10	5.59%
21-22	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	1	0	5	2.79%
22-23	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.23%
23-24	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1.68%
Totales	44	18	19	13	26	6	4	3	19	11	9	7	179	100%
%	24.6%	10.1%	10.6%	7.3%	14.5%	3.4%	2.2%	1.7%	10.6%	6.1%	5.0%	3.9%	100.0%	

Tabla 31

Registro de conteo vehicular estación E-001, Calle Progreso – Centro Poblado la Quebrada, martes 13 de abril de 2021.













HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO 3 E	BUS			CAMION			Total	Porc. %
			PICK UP	PANEL	2 E		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	3S1/3S2		
														
0-1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1.60%
1-2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.53%
2-3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2.66%
3-4	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	8	4.26%
4-5	1	2	1	1	2	0	0	0	2	0	2	0	11	5.85%
5-6	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	2.66%
6-7	4	0	0	0	3	2	0	0	1	1	0	0	11	5.85%
7-8	3	1	2	0	2	1	0	0	0	0	1	1	11	5.85%
8-9	3	0	0	1	2	1	0	0	0	2	0	0	9	4.79%
9-10	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	4	2.13%
10-11	2	2	0	0	3	0	1	0	0	0	2	0	10	5.32%
11-12	1	0	1	2	2	0	0	0	2	1	0	0	9	4.79%
12-13	2	2	2	0	4	1	0	1	0	0	0	0	12	6.38%
13-14	4	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	9	4.79%
14-15	2	0	0	1	3	2	1	0	0	0	1	1	11	5.85%
15-16	1	1	1	0	2	3	0	0	2	1	0	0	11	5.85%
16-17	2	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	6	3.19%
17-18	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	4	2.13%
18-19	2	0	1	0	2	2	0	0	2	1	0	1	11	5.85%
19-20	3	2	2	2	3	0	0	0	2	1	0	0	15	7.98%
20-21	1	1	2	0	1	1	0	0	1	0	0	2	9	4.79%
21-22	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	1	0	5	2.66%
22-23	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.13%
23-24	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.13%
Totales	44	15	21	13	35	16	2	3	17	8	7	7	188	
%	23.4%	8.0%	11.2%	6.9%	18.6%	8.5%	1.1%	1.6%	9.0%	4.3%	3.7%	3.7%	100.0%	100%

Tabla 32

Registro de conteo vehicular estación E-001, Calle Progreso – Centro Poblado la Quebrada, miércoles 14 de abril de 2021.













HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO 3 E	BUS			CAMION			Total	Porc. %
			PICK UP	PANEL	2 E		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	3S1/3S2		
														
0-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.61%
1-2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1.82%
2-3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1.82%
3-4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2.42%
4-5	0	2	2	1	2	0	0	2	1	0	2	0	12	7.27%
5-6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1.21%
6-7	3	0	0	0	3	2	2	0	0	1	0	0	11	6.67%
7-8	1	1	2	0	2	1	0	0	0	0	1	0	8	4.85%
8-9	2	0	0	1	2	1	0	1	0	2	1	0	10	6.06%
9-10	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4	2.42%
10-11	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	8	4.85%
11-12	2	0	0	1	2	1	0	0	1	1	0	0	8	4.85%
12-13	0	2	2	0	4	1	0	2	0	0	0	0	11	6.67%
13-14	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	6	3.64%
14-15	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	1	1	9	5.45%
15-16	0	3	1	0	2	0	0	2	2	1	0	0	11	6.67%
16-17	2	0	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	7	4.24%
17-18	1	0	0	3	1	1	0	0	1	0	0	0	7	4.24%
18-19	3	0	1	0	2	2	0	0	2	1	2	1	14	8.48%
19-20	2	1	2	1	3	0	1	1	2	0	0	0	13	7.88%
20-21	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5	3.03%
21-22	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	4	2.42%
22-23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.21%
23-24	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.21%
Totales	24	15	20	11	35	12	4	9	12	7	11	5	165	100%
%	14.5%	9.1%	12.1%	6.7%	21.2%	7.3%	2.4%	5.5%	7.3%	4.2%	6.7%	3.0%	100.0%	100%

Tabla 33

Registro de conteo vehicular estación E-001, Calle Progreso – Centro Poblado la Quebrada, jueves 15 de abril de 2021.













HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO 3 E	BUS			CAMION			Total	Porc. %
			PICK UP	PANEL	2 E		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	3S1/3S2		
														
0-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.67%
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
2-3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.34%
3-4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2.01%
4-5	1	0	2	1	2	0	1	1	0	0	1	0	9	6.04%
5-6	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2.01%
6-7	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	8	5.37%
7-8	1	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	7	4.70%
8-9	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	7	4.70%
9-10	2	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	6	4.03%
10-11	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	7	4.70%
11-12	4	0	0	1	2	1	0	3	1	1	0	0	13	8.72%
12-13	1	2	2	0	3	1	0	0	0	0	0	3	12	8.05%
13-14	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	6	4.03%
14-15	4	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	1	9	6.04%
15-16	2	1	1	0	2	0	0	2	1	2	0	0	11	7.38%
16-17	1	0	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	6	4.03%
17-18	0	0	0	3	1	1	0	0	1	0	0	0	6	4.03%
18-19	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0	1	1	7	4.70%
19-20	3	1	2	1	1	0	0	1	2	0	0	2	13	8.72%
20-21	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	3.36%
21-22	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2.68%
22-23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.34%
23-24	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.34%
Totales	35	9	20	11	24	8	3	9	9	5	5	11	149	100%
%	23.5%	6.0%	13.4%	7.4%	16.1%	5.4%	2.0%	6.0%	6.0%	3.4%	3.4%	7.4%	100.0%	

Tabla 34

Registro de conteo vehicular estación E-001, Calle Progreso – Centro Poblado la Quebrada, viernes 16 de abril de 2021













HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO 3 E	BUS			CAMION				Total	Porc. %
			PICK UP	PANEL	2 E		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	3S1/3S2			
															
0-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.60%
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
2-3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.19%
3-4	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	2	8	4.76%
4-5	1	0	2	1	3	0	0	1	0	0	1	0	0	9	5.36%
5-6	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	5	2.98%
6-7	2	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	1	7	4.17%
7-8	1	1	2	0	4	2	0	0	2	0	0	0	0	12	7.14%
8-9	1	0	0	1	2	2	0	1	0	2	1	0	0	10	5.95%
9-10	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	8	4.76%
10-11	3	2	0	0	3	0	1	0	0	0	2	1	1	12	7.14%
11-12	4	0	0	1	2	2	0	3	0	2	0	0	0	14	8.33%
12-13	1	2	2	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	10	5.95%
13-14	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6	3.57%
14-15	4	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	2	2	11	6.55%
15-16	2	1	1	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	10	5.95%
16-17	1	0	2	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	7	4.17%
17-18	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.38%
18-19	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	8	4.76%
19-20	3	1	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	10	5.95%
20-21	3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	3.57%
21-22	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	2.38%
22-23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.19%
23-24	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.19%
Totales	35	9	20	11	35	11	4	9	10	10	5	9	168	100 %	
%	20.8%	5.4%	11.9%	6.5%	20.8%	6.5%	2.4%	5.4%	6.0%	6.0%	3.0%	5.4%	100.0%	100 %	

Tabla 35

Registro de conteo vehicular estación E-001, Calle Progreso – Centro Poblado la Quebrada, sábado 17 de abril de 2021













HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO 3 E	BUS		CAMION				Total	Porc. %
			PICK UP	PANEL	2 E		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	3S1/3S2		
														
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
3-4	1	2	1	0	3	0	2	0	0	0	0	1	10	5.71%
4-5	2	0	2	0	2	0	0	0	2	3	2	0	13	7.43%
5-6	0	1	0	0	4	0	0	0	1	2	0	2	10	5.71%
6-7	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1	1	6	3.43%
7-8	1	1	1	0	2	2	0	0	1	0	0	1	9	5.14%
8-9	0	0	2	1	1	2	0	1	0	1	2	3	13	7.43%
9-10	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2.29%
10-11	3	3	0	0	3	0	1	0	0	0	2	1	13	7.43%
11-12	2	0	0	1	1	2	0	2	0	2	0	0	10	5.71%
12-13	0	2	1	0	3	0	0	0	2	0	1	1	10	5.71%
13-14	0	3	1	0	2	0	2	1	0	0	0	0	9	5.14%
14-15	1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	6	3.43%
15-16	2	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	7	4.00%
16-17	1	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	3	8	4.57%
17-18	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	2	1	8	4.57%
18-19	1	2	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1	10	5.71%
19-20	3	1	1	1	2	0	0	2	0	2	0	0	12	6.86%
20-21	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	7	4.00%
21-22	1	1	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	6	3.43%
22-23	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.29%
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Totales	25	20	11	9	35	11	6	6	10	13	12	17	175	100%
%	14.3%	11.4%	6.3%	5.1%	20.0%	6.3%	3.4%	3.4%	5.7%	7.4%	6.9%	9.7%	100.0%	

Tabla 36

Registro de conteo vehicular estación E-001, Calle Progreso – Centro Poblado la Quebrada, domingo 18 de abril de 2021.


























HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO 3 E	BUS		CAMION				Total	Porc. %
			PICK UP	PANEL	2 E		2 E	3 E	2.E	3 E	4 E	3S1/3S2		
														
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
1-2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.13%
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
3-4	0	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	6	3.39%
4-5	3	0	2	0	1	0	0	0	0	3	2	1	12	6.78%
5-6	0	0	0	0	2	2	0	1	1	2	1	0	9	5.08%
6-7	5	0	3	0	1	1	1	0	0	0	1	0	12	6.78%
7-8	1	2	2	0	0	1	0	1	1	0	0	1	9	5.08%
8-9	0	0	0	1	2	1	0	1	0	1	2	1	9	5.08%
9-10	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	5	2.82%
10-11	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2	3	8	4.52%
11-12	3	0	2	1	2	0	0	2	2	2	0	0	14	7.91%
12-13	2	3	1	0	2	1	0	0	1	0	1	1	12	6.78%
13-14	1	2	0	0	3	1	2	1	0	0	0	0	10	5.65%
14-15	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	6	3.39%
15-16	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	7	3.95%
16-17	1	0	2	0	1	2	0	0	1	1	0	3	11	6.21%
17-18	1	0	3	0	4	0	0	0	0	0	1	1	10	5.65%
18-19	2	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	8	4.52%
19-20	0	1	0	1	3	0	0	1	0	2	0	0	8	4.52%
20-21	3	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	1	9	5.08%
21-22	2	1	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	9	5.08%
22-23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.56%
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Totales	31	13	22	6	29	12	6	8	8	13	13	16	177	100%
%	17.5%	7.3%	12.4%	3.4%	16.4%	6.8%	3.4%	4.5%	4.5%	7.3%	7.3%	9.0%	100.0%	

Tabla 37

Resumen de conteo vehicular por 7 días.

DÍAS	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER		Total
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	3S1/3S2 	
Lunes, 12 de abril de 2021	44	18	19	13	26	6	3	11	19	11	9	0	7	186
Martes, 13 de abril de 2021	44	15	21	13	35	16	2	3	17	8	7	0	7	188
Miércoles, 14 de abril de 2021	24	15	20	11	35	12	4	9	12	7	11	0	5	165
Jueves, 15 de Abril de 2021	35	9	20	11	24	8	3	9	9	5	5	0	11	149
Viernes, 16 de abril de 2021	35	9	20	11	35	11	4	9	10	10	5	0	9	168
Sábado, 17 de abril de 2021	25	20	11	9	35	11	6	6	10	13	12	0	17	175
Domingo, 18 de abril de 2021	31	13	22	6	29	12	6	8	8	13	13	0	16	177
Totales	238	99	133	74	219	76	28	55	85	67	62	0	72	1208

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los vehículos se dividen en dos, vehículos ligeros y vehículos pesados, en esta ocasión se considera vehículos ligeros desde Autos hasta los Microbuses, a partir de esa categoría, los vehículos se consideran como vehículos pesados, los cuales son los que mayor carga transmiten a la estructura del pavimento

◆ **Conteo vehicular, (Resultados)**

Obteniendo datos de campo en la estación E+001 en la progresiva PG 0+000 de la calle Progreso, se procesa la información mediante la digitalización para obtener resultados de los volúmenes de tráfico por día y tipo de vehículo, los resultados se muestran a continuación en tablas, donde se aprecia los conteos de tráfico diario, variación de tráfico por hora y el promedio semanal.

Tabla 38

Resultado del conteo vehicular en la estación E+001.

Tipo de vehículo	Día	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do	Total, semanal	IMD
Vehículo Ligeros	Autos	44	44	24	35	35	25	31	238	34
	Station Wagon	18	15	15	9	9	20	13	99	14
	Camioneta Pick Up	19	21	20	20	20	11	22	133	19
	Camioneta Panel	13	13	11	11	11	9	6	74	11
	Camioneta Rural	26	35	35	24	35	35	29	219	31
	Micro Bus	6	16	12	8	11	11	12	76	11
vehículo Pesado	Ómnibus 2E	3	2	4	3	4	6	6	28	4
	Ómnibus 3E	11	3	9	9	9	6	8	55	8
	Camión 2E	19	17	12	9	10	10	8	85	12
	Camión 3E	11	8	7	5	10	13	13	67	10
	Camión 4E	9	7	11	5	5	12	13	62	9
	Semi tráiler T3S1	7	7	5	11	9	17	16	72	10
	Total, IMD		186	188	165	149	168	175	177	1208

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11

Resultado de IMD de vehículos ligeros y pesados

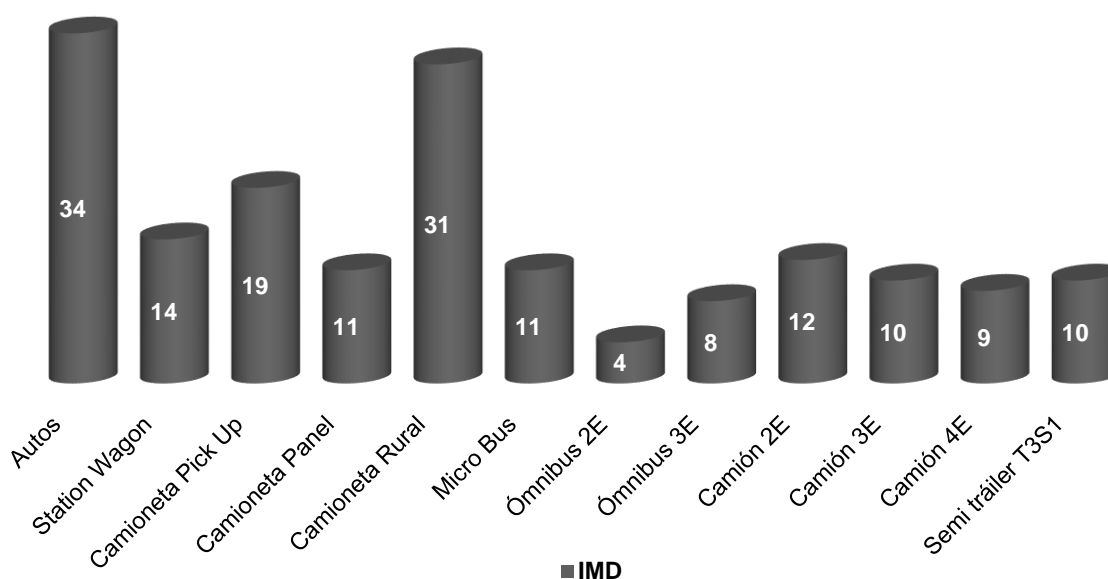
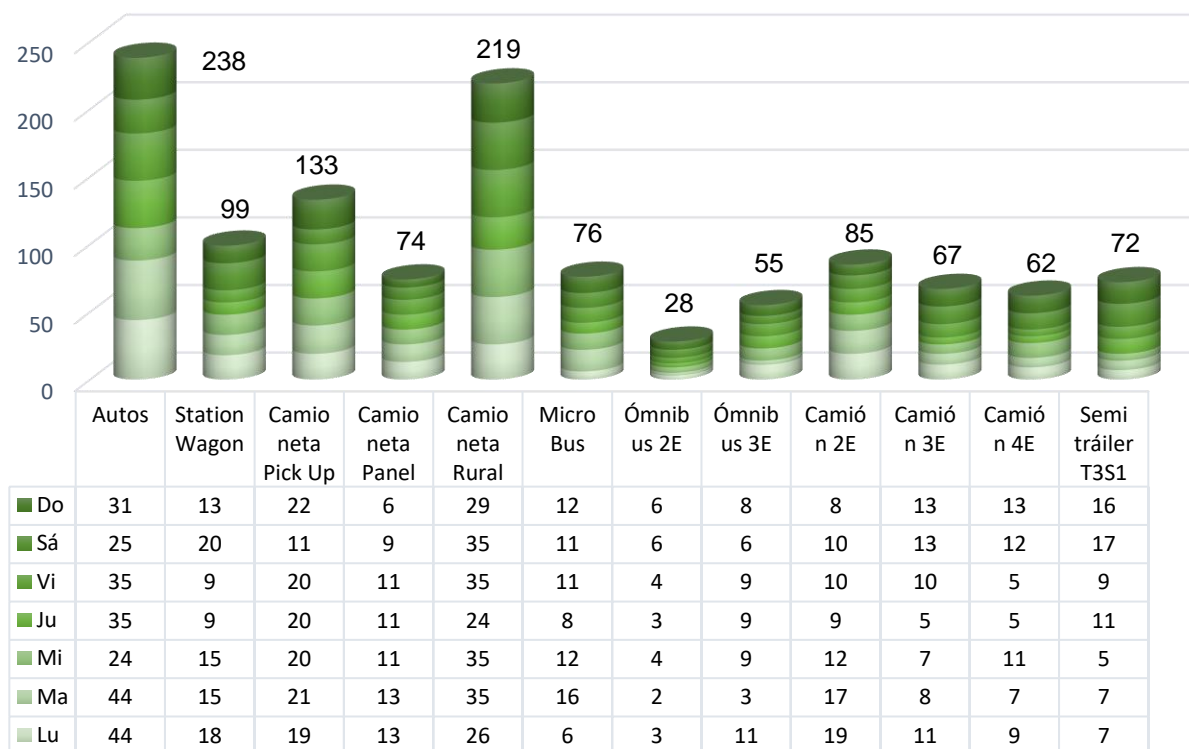


Gráfico 12

Variación de conteo volumétrico de vehículos durante la semana

**Tabla 39**

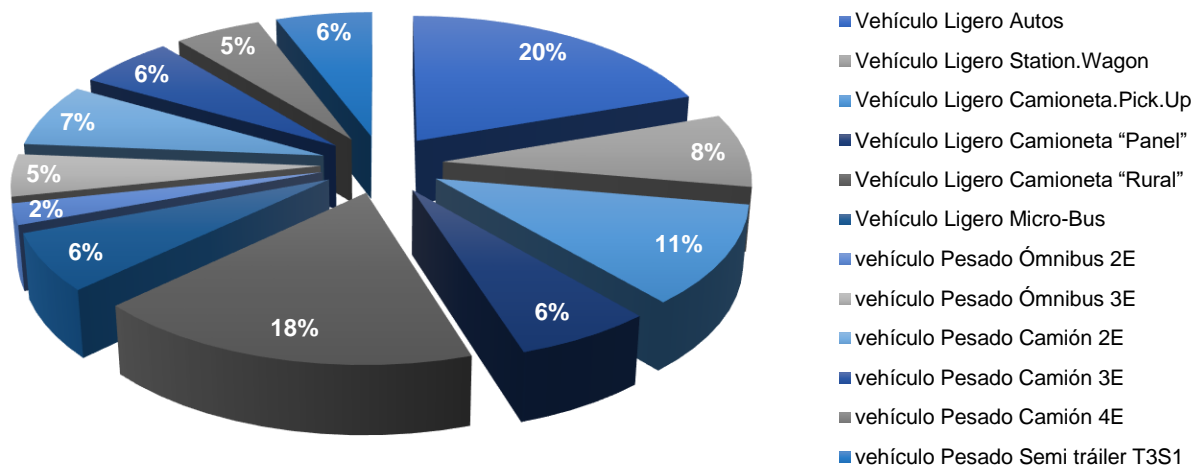
Resultado IMD.

Tipo de vehículo		Total	IMD
Vehículo Ligero	Autos	34	19.70%
	Station Wagon	14	8.20%
	Camioneta Pick Up	19	11.01%
	Camioneta Panel	11	6.13%
	Camioneta Rural	31	18.13%
	Micro-Bus	11	6.29%
	Ómnibus 2E	4	2.32%
vehículo Pesado	Ómnibus 3E	8	4.55%
	Camión 2E	12	7.04%
	Camión 3E	10	5.55%
	Camión 4E	9	5.13%
	Semi tráiler T3S1	10	5.96%
Total, IMD		173	100.00%

Fuente: Elaboración propia.**Nota:** De acuerdo con la tabla N°25 se muestra el volumen Vehicular de tránsito ligero y pesados que transitan por la calle Progreso a diario.

Gráfico 13

Porcentaje por tipo de vehículos en la calle Progreso



◆ **Factor de Diseño F.d y F.c**

Surgen de las características de vía a diseñar, como cantidad de direcciones o sentidos y el número de carriles que existirá para la calzada de vía.

Tabla 40

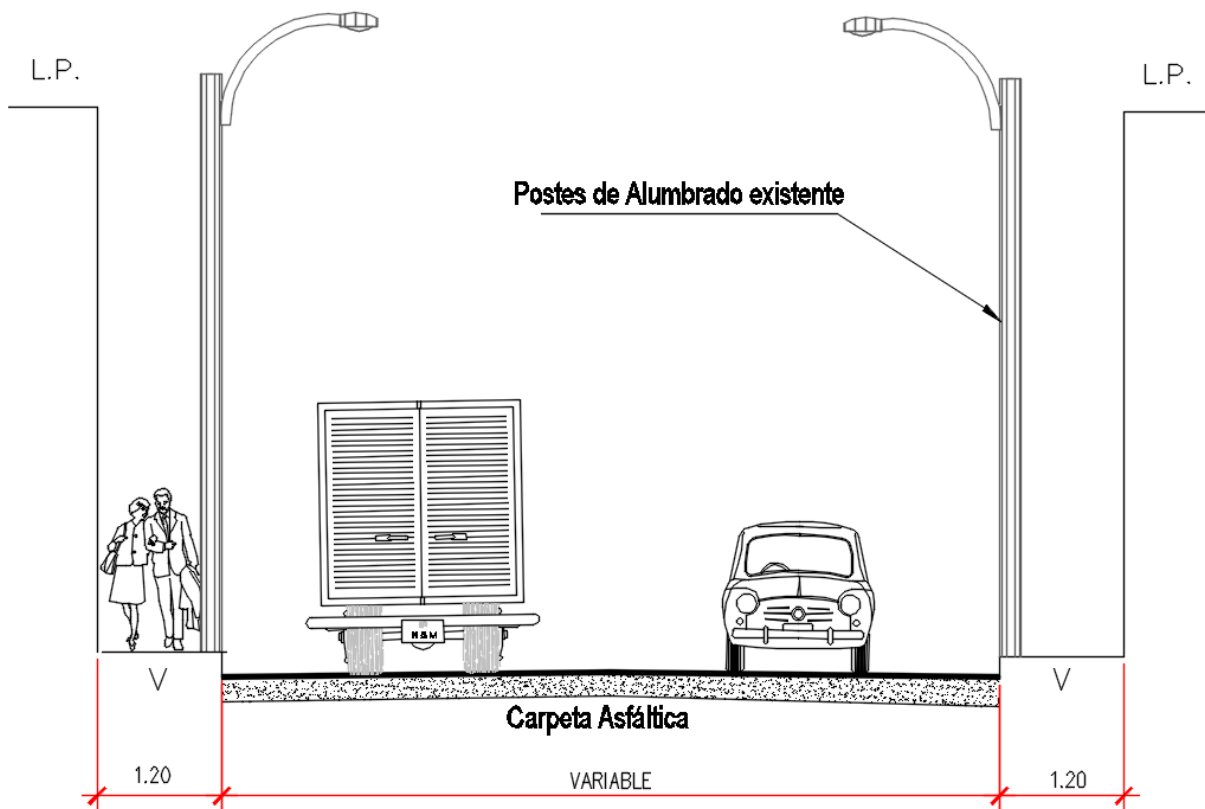
Factores de Distribución F.d y F.c para Establecer el Tránsito en el Carril de Diseño.

Número de Calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por orientación	Factor Direccional (F.d.)	Factor Carril (F.c.)	Factor Ponderado F.d x F.c para carril de diseño
Una calzada	1 orientación	1	1.00	1.00	1.00
	1 orientación	2	1.00	0.80	0.80
	1 orientación	3	1.00	0.60	0.60
	1 orientación	4	1.00	0.50	0.50
	2 orientaciones	1	0.50	1.00	0.50
	2 orientaciones	2	0.50	0.80	0.40
dos calzadas con separador céntrico	2 orientaciones	1	0.50	1.00	0.50
	2 orientaciones	2	0.50	0.80	0.40
	2 orientaciones	3	0.50	0.60	0.30
	2 orientaciones	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Guía para diseño de pavimentos AASHTO-93.

Gráfico 14

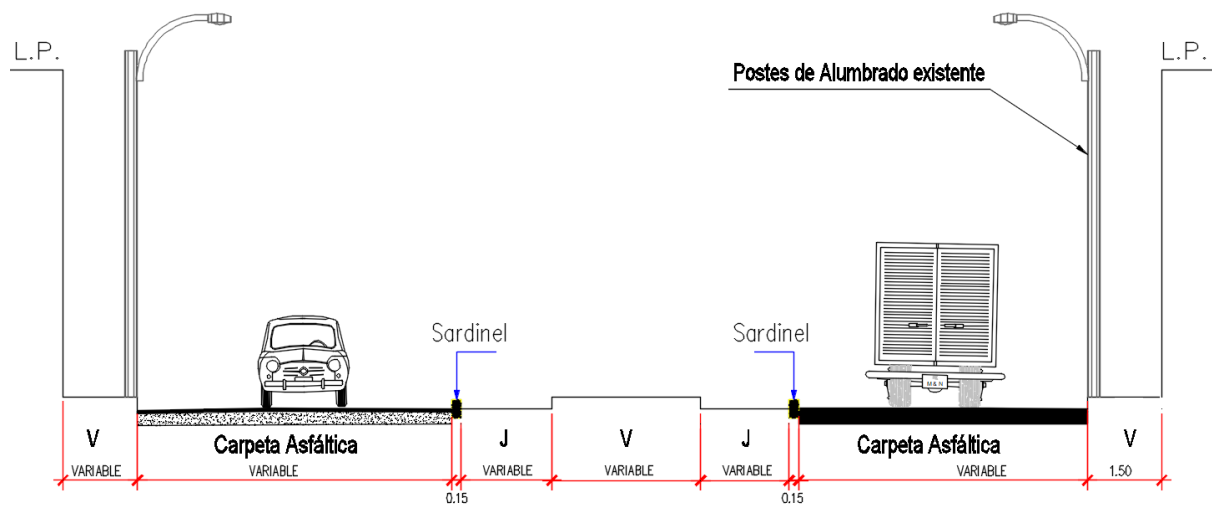
Características de la sección de vía de la calle Progreso PG 0+000 a PG 0+180.



Fuente: Expediente Técnico.

Gráfico 15

Características de la sección de vía de la calle Progreso PG 0+180 a PG 0+385.



Fuente: Expediente Técnico

Nota: Para la siguiente característica de vía se tiene un $F_d = 0.50$ y $F_c = 1.00$, para ambos casos el factor direccional y factor de carril son el mismo.

◆ Factor camión por tipo de vehículo (FEC)

Para vehículos livianos se considerará el valor de FEC de 0.005 por ser una vía urbana, se aprecia en las tablas el cálculo FEC para vehículos pesados.

Tabla 41
Cargas por Eje, Determinación de Ejes Equivalentes (EE)

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

P = peso por eje en toneladas

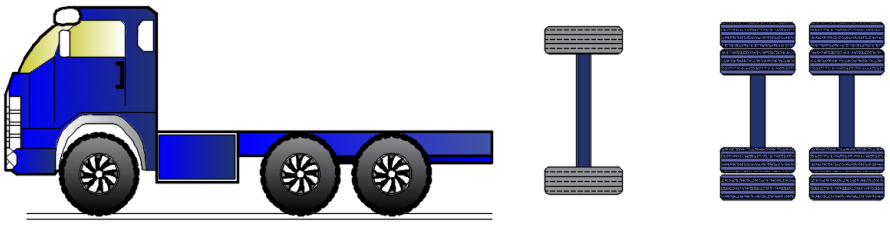
Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93.

Cuadro 01
Determinación de F.E.C - vehículo C-2.

Descripción del Vehículo C-2					Longitudes Máximas
					12.3 m
Configuración de Vehículos					
Ejes	E1	E2	E3	E4	
Carga según censo de carga (ton)	7	11			
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple			
Tipo de Rueda	Con Rueda Simple	Con Rueda Doble			
Peso	7	11			Total, Factor Camión C2
Factor E.E.	1.265	3.24			4.50

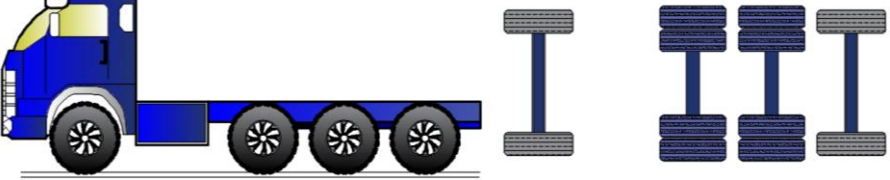
Cuadro 02

Determinación de F.E.C – vehículo C-3

Configuración de Vehículos C-3					Longitudes Máximas
					13.2 m
Configuración de Vehículos					
Ejes	E1	E2	E3	E4	
Carga según censo de carga (ton)	7	18			
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple			
Tipo de Rueda	Con Rueda Simple	Con Rueda Doble			
Peso	7	18			Total, Factor Camión C3
Factor E.E.	1.27	2.02			3.28

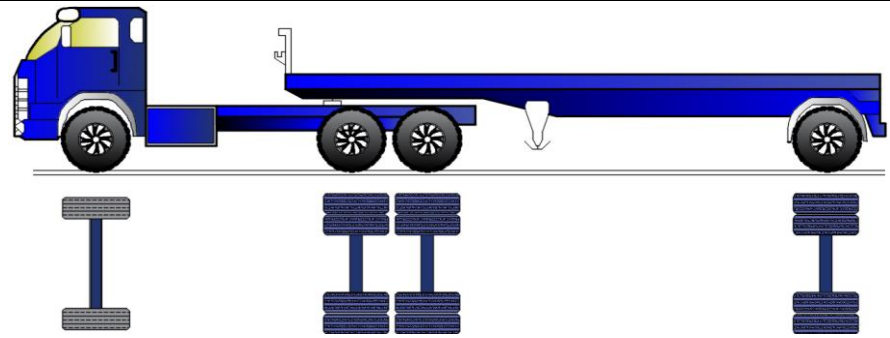
Cuadro 03

Determinación de F.E.C – vehículo C-4

Configuración de Vehículos C-4					Longitudes Máximas
					13.2 m
Configuración de Vehículos					
Ejes	E1	E2	E3	E4	
Carga según censo de carga (ton)	7	23			
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple			
Tipo de Rueda	Con Rueda Simple	Con Rueda Doble			
Peso	7	23			Total, Factor Camión C4
Factor E.E.	1.27	1.51			2.77

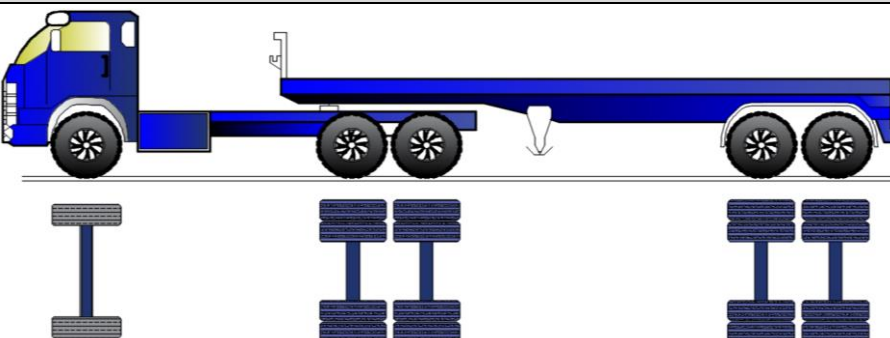
Cuadro 04

Determinación de F.E.C – vehículo T-3S1.

Configuración de Vehículos T3S1					Longitudes Máximas
					20.50 m
Configuración de Vehículos					
Ejes	E1	E2	E3	E4	
Carga según censo de carga (ton)	7	18	11		
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple			
Tipo de Rueda	Con Rueda Simple	Con Rueda Doble			
Peso	7	18	11		Factor Camión T3S1
Factor E.E.	1.27	2.02	3.24		6.52

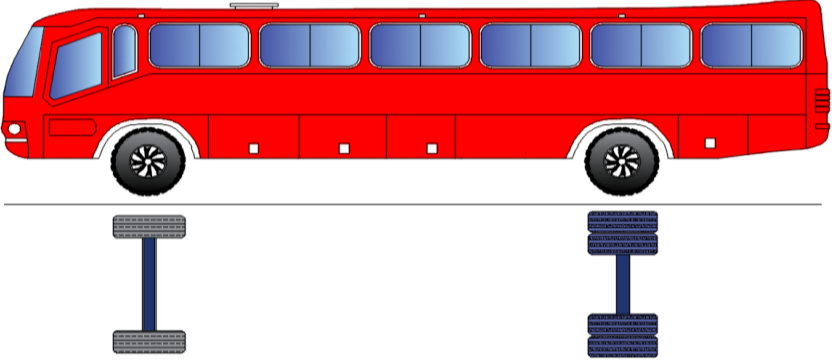
Cuadro 05

Determinación de F.E.C – vehículo T-3S2

Configuración de Vehículos T3S2					Longitudes Máximas
					20.50 m
Configuración de Vehículos					
Ejes	E1	E2	E3	E4	
Carga según censo de carga (ton)	7	18	18		
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple			
Tipo de Rueda	Con Rueda Simple	Con Rueda Doble			
Peso	7	18	18		Factor Camión T3S2
Factor E.E.	1.27	2.02	2.02		5.30

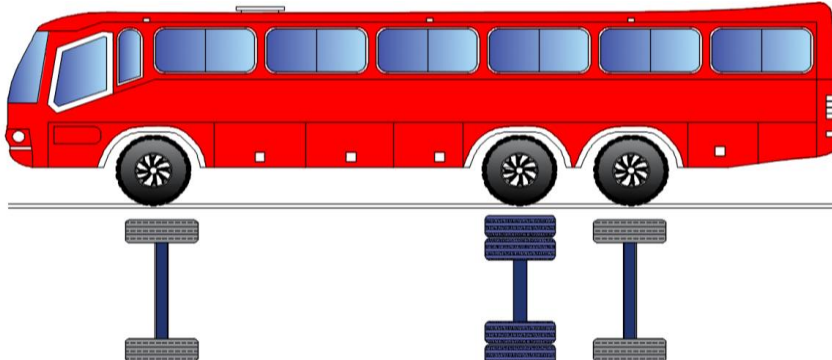
Cuadro 06

Determinación de F.E.C - vehículo B-2.

Configuración de Vehículos B2					Longitudes Máximas
					18 m
Configuración de Vehículos					
Ejes	E1	E2	E3	E4	
Carga según censo de carga (ton)	7	11			
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple			
Tipo de Rueda	Con Rueda Simple	Con Rueda Doble			
Peso	7	11			Factor Camión B2
Factor E.E.	1.27	3.24			4.5


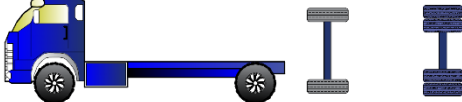
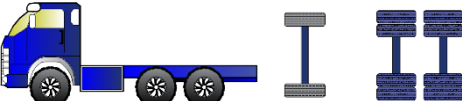
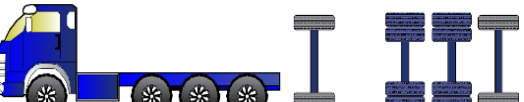
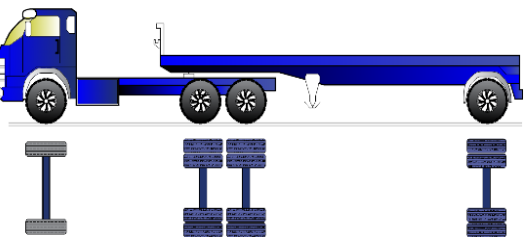
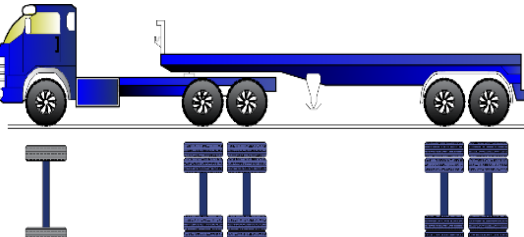
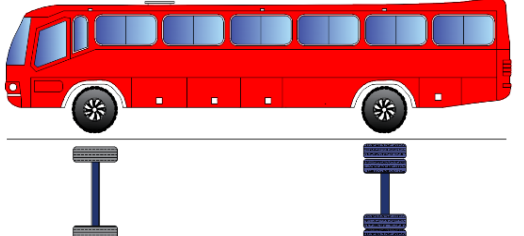
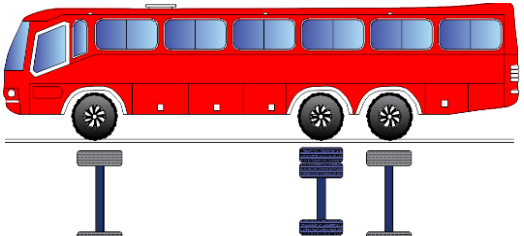
Cuadro 07

Determinación de F.E.C - vehículo B 3-1

Configuración de Vehículos B3-1					Longitudes Máximas
					23 m
Configuración de Vehículos					
Ejes	E1	E2	E3	E4	
Carga según censo de carga (ton)	7	16			
Tipo de eje	Eje Simple	Eje Simple			
Tipo de Rueda	Con Rueda Simple	Con Rueda Doble			
Peso	7	16			Factor Camión B3-1
Factor E.E.	1.27	1.37			2.63

Cuadro 08

Peso, mediatas máximas permitidas y Factor destructivo por cargas

Configuración de vehículos	Descripción grafica de los vehículos	Long. Max. (m)	Carga Máxima (t)				Peso Bruto max. (t)	Factor destructivo por carga	
			Eje Delante	Conjunto de ejes posteriores					
				1	2	3			4
								0.005	
C2		12.30	7	11			18	4.504	
C3		13.20	7	18			25	3.285	
C4		13.20	7	23			30	2.774	
T3S1		20.50	7	11	11		29	7.742	
T3S2		20.50	7	11	18		36	6.523	
B2		13.20	7	11			18	4.50	
B3-1		14.00	7	16			23	2.63	

Nota: Se tomará valor para el vehículo liviano de 0.05 como factor destructivo por carga

◆ Factor de presión inflada

Es el efecto adicional de deterioro que producen las presiones de los neumáticos en la superficie del pavimento, se optara $F_p=1.00$ para todos los vehículos para el diseño.

Tabla 42

Factor de Presión inflado (F_p).

Espesores de Capa superficial (mm)	Presión por Contacto de la Rueda en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado de rueda] (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Fuente: Manual de Vías, 2014.

Cálculo del Tráfico Acumulado por Día, en función al factor de vehículo pesado en el carril de diseño, usando la ecuación 4

$$E \text{ E día carril} = IMD_i * F.d * F.c * Fvp * F.p$$

Tabla 43

Trafico acumulado por día en la calle Progreso de la PG 0+000 a PG 0+385.

Tipo de Vehículo	IMD	F _D	F _C	F _{VP}	FP	EEI _{día carril}
Vehículo Liviano Mediante D.S.0.58 MTC	120.00	0.50	1.00	0.005	1.00	0.30
B2	4.00	0.50	1.00	4.50	1.00	9.01
B3-1	8.00	0.50	1.00	2.63	1.00	10.53
C2	12.00	0.50	1.00	4.50	1.00	27.02
C3	10.00	0.50	1.00	3.28	1.00	16.42
C4	9.00	0.50	1.00	2.77	1.00	12.48
3S1/3S2	10.00	0.50	1.00	6.52	1.00	32.61
TOTAL	173.00					108.37

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El cálculo de tráfico acumulado por día $EEI_{\text{día-carril}}$ es de 108.37 en todo el tramo de la calle a mejorarse, tanto para la progresiva PG 0+000 a PG 0+180 que cuenta con una sola calzada de diseño, como para la progresiva PG 0+180 a PG 0+385 que cuenta con 2 calzadas.

◆ **Componente de Crecimiento Acumulativo**

La siguiente sección proporciona un criterio para optar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para un tiempo de diseño, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento anual (r) y la etapa de estudio en años.

Tabla 44
Tasa anual de crecimiento vehicular por departamentos.

Departamentos	Tasa de Crecimiento Anual Vehicular
Anchas	3.3%
Lima	3.0%
Ayacucho	6.30%

Fuente: Informe técnico de flujo vehicular INEI.

Nota: El municipio de San Luis forma parte de la Jurisdicción de Lima por lo que r = 3%.

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \dots\dots\dots [\text{Ecuación 7}]$$

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento Vehicular.

n = Periodo de Diseño.

Tabla 45
Cálculo del Factor de Crecimiento Acumulado.

Periodo de Diseño	Desarrollo	Fca
10 años	$Fca = \frac{(1 + 3\%)^{10} - 1}{3\%}$	11.46
15 años	$Fca = \frac{(1 + 3\%)^{15} - 1}{3\%}$	18.60
20 años	$Fca = \frac{(1 + 3\%)^{20} - 1}{3\%}$	26.87

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos para Determinar el Factor W18

Conociendo los componentes necesarios del Factor W18, se procede a realizar el cálculo con la ecuación [Ecuación 3].

$$W_{18} = \sum EE_i \times Fca \times 365$$

Tabla 46

Cálculo del factor de diseño W18 para un periodo de diseño de 10 años.

Tipo de Vehículo	EEI día-carril	Fca para 10 años	Días	W18
V.L	0.30	11.46	365	1.26E+03
B2	9.01	11.46	365	3.77E+04
B3-1	10.53	11.46	365	4.40E+04
C2	27.02	11.46	365	1.13E+05
C3	16.42	11.46	365	6.87E+04
C4	12.48	11.46	365	5.22E+04
3S1/3S2	32.61	11.46	365	1.36E+05
Total				4.53E+05

Tabla 47

W₁₈ para un tiempo de diseño de 15 años.

Tipo de Vehículo	EEI día-carril	Fca para 15 años	Días	W18
V.L	0.30	18.60	365	2.04E+03
B2	9.01	18.60	365	6.11E+04
B3-1	10.53	18.60	365	7.15E+04
C2	27.02	18.60	365	1.83E+05
C3	16.42	18.60	365	1.11E+05
C4	12.48	18.60	365	8.47E+04
3S1/3S2	32.61	18.60	365	2.21E+05
Total				7.36E+05

Fuente: Manual de Vías, 2014.

Tabla 48

W₁₈ para un tiempo de diseño de 20 años.

Tipo de Vehículo	EEI día-carril	Fca para 20 años	Días	W18
V.L	3.00E-01	26.87	365	2.94E+03
B2	9.01E+00	26.87	365	8.83E+04
B3-1	1.05E+01	26.87	365	1.03E+05
C2	2.70E+01	26.87	365	2.65E+05
C3	1.64E+01	26.87	365	1.61E+05
C4	1.25E+01	26.87	365	1.22E+05
3S1/3S2	3.26E+01	26.87	365	3.20E+05
Total				1.06E+06

Nota: Se concluye que el W18 varía su valor en función al tiempo en años pronosticado para su uso y de la demanda de tráfico de vehículos pesados.

c) Calcular el SN Requerido y los Coeficiente Estructurales

Los datos obtenidos hasta el momento se procesan en la ecuación de diseño AASHTO'93, para hallar el espesor efectivo de cada una de las capas que constituye el pavimento, se requiere conocer el material y con ellos los coeficientes estructurales.

Numero Estructural SN Calculado.

A continuación, se identificarán las variables necesarias para determinar el Número estructural calculado, para tal estudio se utilizará mediante el método AASHTO 93 con la [Ecuación 5].

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

Donde:

- W_{18} = Tráfico equivalente o ESAL's.
- Z_R = Factor desviación normal para un nivel de confiabilidad R.
- S_0 = Desviación estándar.
- ΔPSI = Diferencia entre índices de servicio inicial y final deseado.
- M_R = Módulo de resiliencia efectivo de la subrasante.
- SN = Número Estructural.

Tabla 49

Nivel de Confiabilidad para un solo periodo de Diseño (10 o 20 años) de acuerdo al Tráfico.

Tipo de Vías	Tráfico	Factor W18	Nivel De Confiabilidad (R)
Vías con Baja transitabilidad vehicular	TP0	75,000	65.00%
	TP1	150,001	70.00%
	TP2	300,001	75.00%
	TP3	500,001	80.00%
	TP4	750 001	80.00%
	TP5	1,000,001	85.00%
	TP6	1,500,001	85.00%
	TP7	3,000,001	85.00%
	TP8	5,000,001	90.00%
	TP9	7,500,001	90.00%
Demas Vías	TP10	10'000,001	90.00%
	TP11	12'500,001	90.00%
	TP12	15'000,001	95.00%
	TP13	20'000,001	95.00%
	TP14	25'000,001	95.00%
	TP15	>30 000 000	95.00%

Fuente: Manuel de Carreteras año 2014

Tabla 50

Desviación Estándar Normal (Z_r) Para diseños de 10 o 20 años.

Tipo de Vías	Tráfico	Factor W18	Desviación Estándar Normal Z_r
Vías con Baja transitabilidad vehicular	TP0	75 000	-0.385
	TP1	150 001	-0.524
	TP2	300 001	-0.674
	TP3	500 001	-0.842
	TP4	750 001	-0.842
	TP5	1 000 001	-1.036
	TP6	1 500 001	-1.036
	TP7	3 000 001	-1.036
	TP8	5 000 001	-1.282
	TP9	7 500 001	-1.282
Demas Vías	TP10	10 000 001	-1.282
	TP11	12 500 001	-1.282
	TP12	15 000 001	-1.645
	TP13	20 000 001	-1.645
	TP14	25 000 001	-1.645
	TP15	>30 000 000	-1.645

Fuente: Manuel de Carreteras año 2014

Tabla 51

Desviación estándar combinado (S_o).

Casos	S_o
Para pavimentos flexibles sobre capas	0.40 – 0.50
Construcciones Nuevas (recomendado)	0.45

Fuente: Manuel de Carreteras año 2014

Tabla 52

De acuerdo con el tráfico, selección de diferencial de serviciabilidad.

Tipo de Vías	Tráfico	Factor W18	Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)
Vías con Baja transitabilidad vehicular	TP0	75 000	1.80
	TP1	150 001	1.80
	TP2	300 001	1.80*
	TP3	500 001	1.80*
	TP4	750 001	1.80
	TP5	1 000 001	1.50*
	TP6	1 500 001	1.50
	TP7	3 000 001	1.50
	TP8	5 000 001	1.50
	TP9	7 500 001	1.50
Demas Vías	TP10	10 000 001	1.50
	TP11	12 500 001	1.50
	TP12	15 000 001	1.20
	TP13	20 000 001	1.20
	TP14	25 000 001	1.20
	TP15	>30 000 000	1.20

Fuente: Manual de Carreteras año 2014

◆ Cálculo del Número estructural SN

Tabla 53

Numero Estructural calculado, para 10, 15 y 20 años; CBR de la subrasante hallado de la calle Progreso CBR = 15.60%

Ítem	Variables de Diseño	Periodo de Diseño en años 10	Periodo de Diseño en años 15	Periodo de Diseño en años 20
01	Ejes equivalentes (W_{18})	453,000.00	736,000.00	1,060,000.00
02	Factor de Confiabilidad (R)	75%	80%	85%
03	Desviación Estándar Normal (Z_r)	-0.674	-0.842	-1.036
04	Error Estándar Combinado (S_o)	0.45	0.45	0.45
05	CBR de la Subrasante (%)	15.60	15.60	15.60
06	Módulo Resiliente Subrasante (M_r) psi	14825	14825	14825
07	Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)	1.80	1.80	1.50
08	Numero Estructural (SN)	2.11	2.35	2.62

Fuente: Manual de Carreteras año 2014

Tabla 54

Número Estructural calculado, para 10, 15 y 20 años; CBR de la subrasante mínimo para diseño, CBR = 6.00%

Ítem	Variables de Diseño	Periodo de Diseño en años 10	Periodo de Diseño en años 15	Periodo de Diseño en años 20
01	Ejes equivalentes (W_{18})	453,000.00	736,000.00	1,060,000.00
02	Factor de Confiabilidad (R)	75%	80%	85%
03	Desviación Estándar Normal (Zr)	-0.674	-0.842	-1.036
04	Error Estándar Combinado (S_o)	0.45	0.45	0.45
05	CBR de la Subrasante (%)	6.00	6.00	6.00
06	Módulo Resiliente Subrasante (M_r) psi	8043	8043	8043
07	Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)	1.80	1.80	1.50
08	Numero Estructural (SN)	2.66	2.96	3.35

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Por motivo de Análisis, en la Tabla N° 60 se asumirá un CBR de subrasante de 6%, el cual nos ayudará a identificar como influye el CBR de la Subrasante en el SN calculado.

Tabla 55

Análisis de Resultados del Número Estructural Calculado.

Periodo de Diseño Años	CBR 6% SN Calculado	CBR 15.6 % SN Calculado
10 años	2.66	2.11
15 años	2.96	2.35
20 años	3.35	2.62

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: De la tabla 55, su puede concluir lo siguiente, el CBR de la subrasante, se encuentra correlacionado mediante el módulo resiliente (M_r) se define como la rigidez del suelo donde se apoya la estructura la vía, este afecta al cálculo del Número Estructural que determina el espesor de la estructura del Pavimento Flexible.

Mediante la ecuación siete determinaremos los espesores de capa de acuerdo a los coeficientes estructurales, SN requerido.

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3 \dots \dots \dots [Ecuación 8]$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficiente Estructural de Capas: rodadura, Base y Sub-base.

d_1, d_2, d_3 = Espesor en cm, capas de rodadura, Base y Subbase.

m_2, m_3 = Coeficiente de Drenaje del lugar.

Tabla 56
Valor de Coeficiente Estructural de la capa asfáltica.

Componente de la Capa Superficial	Valor de Coeficiente Estructural a_1 (cm)	Observación
Carpeta Asfáltica en Caliente, a 20 °C (68 °F)	0.170	Recomendación de capa asfáltica para cualquier tipo de Tráfico.
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Recomendación de capa asfálticas para $\leq 1\ 000\ 000$ EE
Micro pavimento 25mm	0.130	Recomendación de capa asfáltica para $\leq 1\ 000\ 000$ EE

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

Tabla 57
Coeficiente Estructural recomendado para Base.

Componente de la Base	Valor de Coeficiente Estructural a_2 (cm)	Observación
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la M.D.S	“0.052”	Se recomienda una Base para Tráfico $\leq 10\ 000\ 000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la M.D.S	0.054	Se recomienda una Base para Tráfico $> 10\ 000\ 000$ EE

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

Tabla 58
Valor recomendado para Coeficiente Estructural de la Subbase.

Componente de la Sub Base	Valor de Coeficiente Estructural a_3 (cm)	Observación
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la M.D.S	0.047	Capa de Subbase recomendada para CBR mín. 40%, para Todos los niveles Tráfico

Fuente: AASHTO'93.

Tabla 59

Valores recomendados de Espesores Míminos de Capa Superficial y Base Granular.

Tipo de Camino	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Capa Superficial	Base Granular
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micro pavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío:	150 mm
	TP2	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micro pavimento: 25mm, Carpeta Asfáltica en Frío:	150 mm
	TP3	500,001	750,000	Micro pavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	TP4	750 001	1,000,000	Micro pavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	TP5	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	TP6	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP7	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP8	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	TP9	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	TP10	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
Resto de Caminos	TP11	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	TP12	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	TP13	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	TP14	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

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

Tabla 60Valores recomendados para Coeficiente de Drenaje m_i .

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	< Que 1%	1% - 5%	5% - 25%	> Que 25%
Excelente	1.40–1.35	1.35-1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35–1.25	1.25–1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25–1.15	1.15–1.05	1.00 – 0.80	0.80
Insuficiente	1.15–1.05	1.05–0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Insuficiente	1.05–0.95	0.95–0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: AASHTO'93.

Tabla 61

Resultado del Número Estructural SN requerido en periodo de diseño de 10, 15 y 20 años.

Datos	Periodo de Diseño 10 años		Periodo de Diseño 15 años		Periodo de Diseño 20 años	
Coeficiente Estructural						
Micropavimento 25mm	0.130		0.130		-	
Carpeta Asfáltica en Caliente, a 20 °C (68 °F)	-		-		0.170	
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	0.052		0.052		0.052	
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	0.047		0.047		0.047	
Mínimos espesores en función a ejes equivalentes						
Carpeta Asfáltica en Caliente	2.50 cm		2.5 cm		8.00 cm	
Base Granular	15.00 cm		15.00 cm		20.00 cm	
Subbase Granular	¿?		¿?		¿?	
Coeficiente de Drenaje						
Base Granular	1.00		1.00		1.00	
Subbase Granular	1.00		1.00		1.00	
Numero Estructural SN calculado	2.11		2.35		2.62	
ESTRUCTURA REAL DEL PAVIMENTO	Pulg	Cm	Pulg	Cm	Pulg	Cm
Espesor de la Carpeta Asfáltica	1"	2.54	1"	2.54	3.15	8.00
Espesor de la Base Granular	5.9"	15.00	5.9"	15.00	7.87	20.00
Espesor de la Subbase granular	8.66"	22.00	10.63"	27.00	3.93	10.00
Numero Estructural SN Requerido	2.14		2.38		2.87	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 16

Estructuración final del pavimento para la calle Progreso.

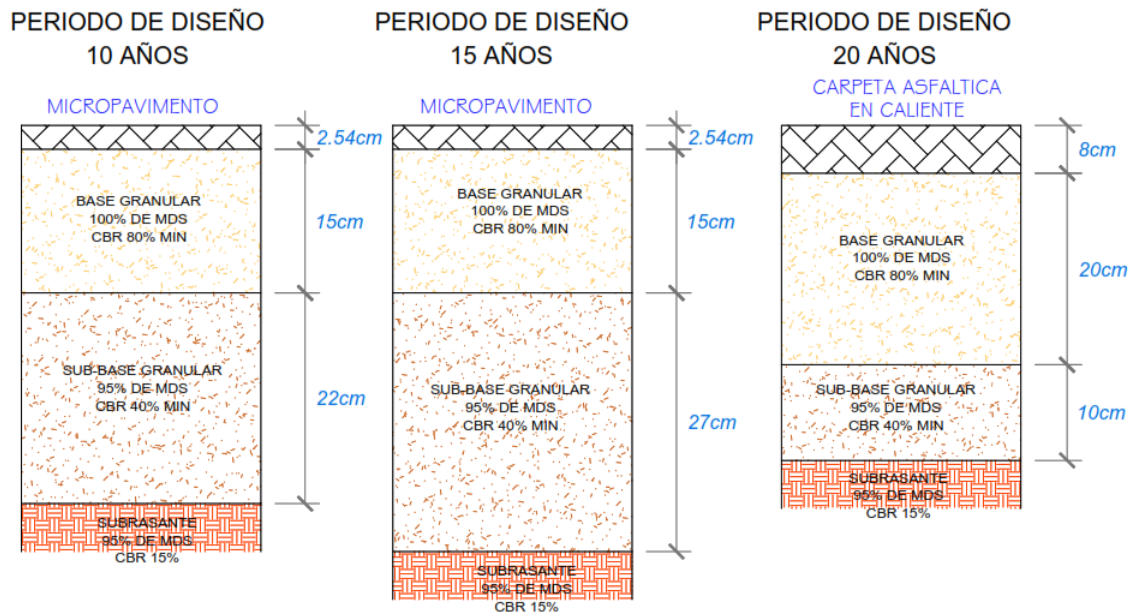
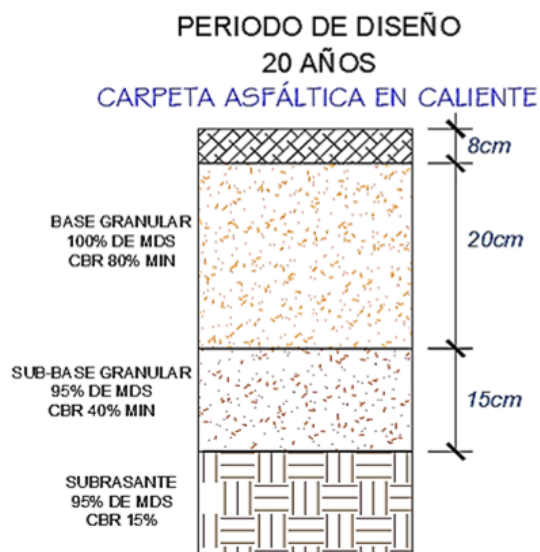


Gráfico 17

Estructuración Recomendado del Catálogo de Estructuras de Pavimento Flexible Con Carpeta Asfáltica en Caliente Período de Diseño 20 Años, para ejes equivalentes de Tp5 que están entre 1'000,001.00 – 1'500,000.00.



Fuente: Elaboración propia, en base al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014, figura N° 12.8.

Nota: Las estructuraciones presentadas serán seleccionadas de acuerdo al criterio profesional, viéndose que los parámetros de diseño nos ayudan a seleccionar las estructuraciones más factibles que cumplan con las características de tránsito.

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de Investigación

El presente informe de suficiencia profesional según su finalidad es básico, según su diseño es no experimental, según su enfoque es cualitativo y según su fuente de datos es documentales.

Según su alcance o nivel es descriptivo porque es cualitativo (describe a los parámetros de diseño de un pavimento flexible). El diseño de investigación es transeccionales o transversales ya que busca recolectar datos en un de tiempo único y correlacional porque busca evaluar cómo los parámetros de diseño influyen en la estructura de un pavimento flexible.

4.2 Método de Investigación

Según el método de Investigación es deductivo pues se usa el razonamiento para obtener conclusiones y expone la realidad en función de leyes o teorías generales.

4.3 Población y Muestra

La población para el presente trabajo de suficiencia profesional son las calles del centro poblado la Quebrada y la muestra que se analizará será la calle Progreso.

4.4 Lugar de Estudio

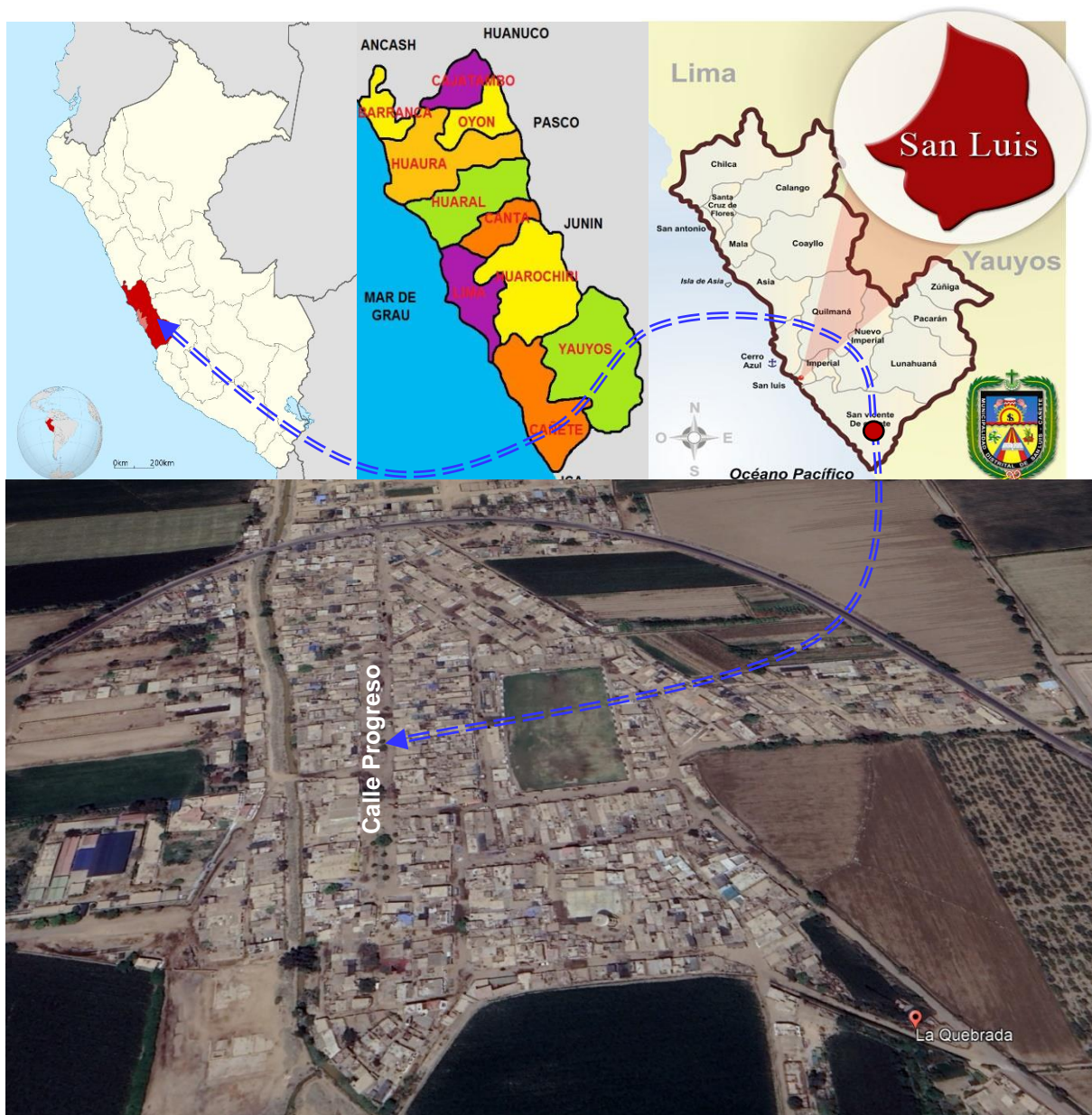
Ubicación

El presente trabajo de suficiencia profesional se ubica como se detalla a continuación:

Región : Lima
Departamento : Lima
Provincia : Cañete
Distrito : San Luis
Centro Poblado : La Quebrada

Gráfico 18

Ubicación de la calle Progreso.



4.5 Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información

a) Técnicas

Las técnicas usadas son la observación, el análisis documental y análisis de contenido.

b) Instrumentos

El análisis documental: formatos, computadora y sus unidades de almacenaje; análisis de contenido: cuadro de registro y clasificación de categorías; y la observación que es estructurada: lista de cotejo y escala de estimación.

4.6 Análisis y Procesamiento de datos

MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“Análisis de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle progreso en el centro poblado la Quebrada, distrito de San Luis 2022”

PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGÍA
<p>1. PROBLEMA GENERAL</p> <p>1) ¿Cómo los parámetros de diseño influenciaran en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023?</p>	<p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>1) Analizar como los parámetros de diseño influenciaran en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023.</p>	<p>Tipo de Investigación Básica, No experimental, cualitativo, documentales.</p> <p>Diseño de la investigación Correlacional – Transversal</p> <p>Ámbito de estudio - Centro Poblado la Quebrada.</p>
<p>2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cómo la capacidad de soporte (CBR) del suelo de fundación influirá en el SN calculado en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023?</p> <p>b) ¿De qué manera los componentes del factor W18 influirá en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023?</p> <p>c) ¿De qué manera el SN requerido y los coeficientes estructurales influirán en las capas del pavimento flexible en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023?</p>	<p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar como la capacidad de soporte (CBR) del suelo de fundación influirá en el SN calculado en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023.</p> <p>b) Determinar de qué manera los componentes del factor W18 influirá en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023.</p> <p>c) Calcular de qué manera el SN requerido y los coeficientes estructurales influirán en las capas del pavimento flexible en la evaluación de diseño de la estructura del pavimento flexible de la calle Progreso en el Centro poblado la Quebrada, Distrito de San Luis 2023.</p>	<p>Población Calles del Centro Poblado la Quebrada.</p> <p>Muestra - Calle el Progreso</p> <p>Técnicas de recolección de datos - Observación - Documental - Contenido</p> <p>Instrumentos Análisis documental; Formatos, Laptop y objetos de almacenaje de información USB, TB, otros. Análisis de contenido; cuadro de registro y clasificación de las categorías. Observación Estructurada; lista de cotejo, escala de estimación.</p>

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En el presente informe de trabajo de suficiencia profesional se tuvo las siguientes conclusiones:

Sobre el objetivo general

Se concluye que, los parámetros de diseño para un pavimento flexible influyen de manera proporcional de acuerdo a la capacidad de soporte del suelo (CBR), las características de tránsito vehicular expresados en ejes equivalente y a los coeficientes estructurales, para el presente informe de T.S.P se estructuró el pavimento flexible para el proyecto de mejoramiento de transitabilidad vehicular del Centro Poblado la Quebrada, obteniendo los siguientes resultados, para el periodo de diseño de 10 y 15 años la estructuración será, un Micropavimento de 2.54cm, Base Granular de 15cm, Subbase Granular de 22cm - 27cm, y para el periodo de diseño de 20 años una estructuración de una capa Asfáltica en Caliente $e=8\text{cm}$, Base Granular $e=20\text{cm}$, una Subbase $e=10\text{cm}$. Los resultados mostrados, dan a entender la diferencia entre cada estructura.

Sobre los objetivos específicos

a) La capacidad de soporte del suelo (CBR) se determinó mediante el ensayo de CBR, NTP 339.145-CBR, el estudio se realizó en 3 calicatas, obteniendo como resultado una Subrasante en la C-1 un CBR = 15.60%; C-2 un CBR = 16.80%; C-3 un CBR = 16.10%. Así mismo, para calcular el número estructural SN se tomó el valor mínimo CBR = 15.60%, con el cual se obtuvo un Número Estructural para diferentes periodos de diseño como, 10 años $SN=2.11$; 15 años $SN=2.35$; 20 años $SN=2.62$; ya que el CBR de la calle Progreso están en promedio de 15-16%, se asumió un caso

con una Subrasante de CBR = 6% para identificar las diferencias en el cálculo del SN, se obtuvo los siguientes resultados, para periodo de diseño de 10 años SN=2.66; 15 años SN=2.96; 20 años SN=3.35. Con lo cual, cotejando los resultados, se concluye que el CBR de la Subrasante influye en el cálculo del SN, de tal manera que, a mayor sea el CBR el SN disminuirá su dimensión, y a menor CBR el valor del SN disminuirá requiriendo además de un mejoramiento de la Subrasante.

b) Para determinar el factor W18 y sus componentes se realizó el análisis del tráfico obteniendo como resultado la siguiente clasificación vehicular, Autos 19.70%, Station Wagon 8.20%, Camioneta-Pick-Up 11.01%, Camioneta-Panel 6.13, Camioneta-Rural 18.13%, Micro-Bus 6.29%, Ómnibus 2E 2.32%, Ómnibus 3E 4.55%, Camión 2E 7.04%, Camión 3E 5.55%, Camión 4E 5.13%, Semi Tráiler T3S1 5.96%, los cuales fueron convertidos a factores de carga FEC de acuerdo a sus características por cada tipo de vehículo, obteniendo así, para Vehículos Liviano 0.005, Ómnibus 2E 4.50, Ómnibus 3E 2.63, Camión 2E 4.50%, Camión 3E 3.28, Camión 4E 2.77, Semi Tráiler T3S1 6.52.

De acuerdo a las características de la vía también se determinó el factor carril y direccional, ya que se tenía el tramo 1 con una sola calzada y dos direcciones, tramo 2 con dos calzadas y cada calzada con una sola dirección, por tanto, se tuvo un mismo valor para ambos casos, $F_d = 0.50$; $F_c = 1$.

Para obtener el factor w18 se realizó el análisis a diferentes periodos de diseño donde el Factor de Crecimiento Acumulado influye directamente en mayor proporción, a continuación, los resultados para periodos de diseño a 10, 15 y 20 años, Factor W18 = 453,000.00 EE; 736,000.00 EE; y 1,060,000.00 EE. los cuales influirán en el diseño de la estructura del pavimento.

c) El Numero Estructural SN requerido final para un tiempo de diseño de 10 años fue un SN calculado = 2.11; SN requerido = 2.14, con coeficientes estructurales de capas se asignados en base a los ejes equivalentes W_{18} , carpeta asfáltica (Micropavimento) 2.54 cm; Base Granular 15.00 cm; SubBase Granular 22.00 cm. Para periodo de diseño de 15 años SN calculado = 2.35; SN requerido = 2.38, Carpeta asfáltica (Micropavimento) 2.54 cm; Base Granular 15.00cm; Sub-Base Granular 27.00cm. Para periodo de diseño de 20 años SN calculado = 2.62; SN requerido = 2.87, Carpeta Asfáltica en Caliente a (68°F) 8.00 cm; Base Granular 20.00 cm; Sub-Base Granular 10.00 cm.

5.2 Recomendaciones

Sobre el objetivo general

Para diseñar la estructura de un pavimento cualquiera se recomienda la recopilación adecuada de toda la información necesaria en la medida más exacta posible, para así determinar de manera adecuada el SN y realizar una estructuración del pavimento efectiva, el cual cumplirá de manera satisfactoria el volumen de tránsito vehicular proyectado para el periodo en años en que fue diseñado.

Sobre los objetivos específicos

a) Para optar el CBR de diseño, se recomienda, tomar el menor CBR del tramo, en caso hubiese suelos con baja capacidad de soporte $CBR < 6\%$, el cual se considera una Subrasante insuficiente, se realice una estabilización de suelos, ya que el CBR de la subrasante determinara la rigidez del suelo de fundación expresado en el módulo resiliente (M_r), el cual influye directamente al determinar el Número estructural.

b) El factor W_{18} se encuentra directamente relacionado con el IMD, entonces, se recomienda que, para el estudio de tráfico vehicular, este se realice con un personal

experimentado para así obtener datos acerca del tipo de vehículo y su clasificación, ya que al transformarlo en factor camión (FEC) este influye en el cálculo del Factor W_{18} .

c) Tomar consideración las recomendaciones de espesores mínimos y coeficientes estructurales que se encuentran en función a ejes equivalentes W_{18} en el manual de carreteras y normas vigentes, para la correcta estructuración del pavimento, de esa manera brindar una seguridad de soporte de cargas de ejes equivalentes mayores.

CAPÍTULO VI

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y REFERENCIAS

6.1 Glosario de Términos

AASHTO'93: La Asociación Estadounidense de Funcionarios de Transporte y Carreteras Estatales es una organización que establece estándares, publica especificaciones y lleva a cabo pruebas de protocolos y pautas en los 50 estados.

Infraestructura vial: Es la vía y los soportes que conforman la estructura de la carpeta asfáltica o concreto hidráulico.

pavimento flexible: Esta constituido en niveles, empezando desde la carpeta asfáltica, la base y por último la subbase, el cual va apoyada en la subrasante o suelo compactado, normalmente la capa asfáltica está constituida por un material bituminoso.

Factor W18: Cantidad de vehículos transformados en ejes equivalente estimados para un determinado tiempo en que se piensa realizar un diseño o estudio.

CBR: Se define como un Ensayo con el objetivo de medir su capacidad de resistencia a fuerzas a compresión y cortantes, que expresada en modulo resiliente interfiere en el diseño del pavimento.

SN: Es el paquete completo del a estructura del pavimento, a partir de este factor aplicando los coeficientes estructurales se define los espesores efectivos de la carpeta asfáltica, base y subbase.

NTP: Las Normas Técnicas Peruanas son documentos que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios.

ASTM: Es una organización de normas internacionales destaca por desarrollar y publicar normas ensayados y aplicables a materiales, productos, sistemas y servicios.

6.2 Libros

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Servicios Gráficos Squadrito EIRL.

Montejo, A. (1998) Ingeniería de pavimentos para carreteras, *Universidad Católica de Colombia*, 2 (4). <http://worldcat.org/isbn/9589603629>.

Chavez, R.S. (2018). *Diseño el Pavimento Flexible ara La Av. Morales Duárez, de la Vía Expresa Línea Amarilla* [tesis de título profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional <https://hdl.handle.net/20.500.13084/2230>

Escobar, L. y Huincho, J. (2017). *Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento*. [tesis de título profesional, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>.

Expediente Técnico “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el Centro Poblado la Quebrada del Distrito de San Luis, Provincia De Cañete Departamento De Lima" Primera Etapa.

CAPÍTULO VII

ÍNDICES

7.1 Índices de Gráficos

Gráfico 01: Estructura del pavimento flexible	7
Gráfico 02: Características de la sección de vía	15
Gráfico 03: Calicatas en la Calle Progreso.....	16
Gráfico 04: Organigrama de la entidad	20
Gráfico 05: Esfuerzo deformación C-01	25
Gráfico 06: Resultado CBR C-01	25
Gráfico 07: Esfuerzo deformación C-02	28
Gráfico 08: Resultado CBR C-02	29
Gráfico 09: Esfuerzo deformación C-03	31
Gráfico 10: Resultado CBR C-03	32
Gráfico 11: Resultado IMD vehículos ligero y pesado.....	25
Gráfico 12: Variación de conteo volumétrico.....	44
Gráfico 13: Porcentaje por tipo de vehículo	45
Gráfico 14: Característica de la sección de vía 1	46
Gráfico 15: Característica de la sección de vía 2	47
Gráfico 16: Estructuración del pavimento flexible	63
Gráfico 17: Estructuración recomendado por el Manual de Carreteras	63
Gráfico 18: Ubicación y Localización.....	65

7.2 Índice de Tablas

Tabla 01: Proyectos similares de la entidad	02
Tabla 02: Normativa aplicado para el desarrollo del informe	07
Tabla 03: Normativa aplicada al EMS	08
Tabla 04: Normativa aplicada al analisis del W18	08
Tabla 05: Requerimientos Granulometricos para Subbase granular	08
Tabla 06: Requerimientos Granulometricos para Base granular	08
Tabla 07: Requerimientos Granulometricos para agregados grueso	09
Tabla 08: Distribución de Fd y Fc	09
Tabla 09: Factor de crecimiento acumulado	10
Tabla 10: Factores para determinar FEC	10
Tabla 11: Pesos y medidas admisibles factor destructivo	11
Tabla 12: Normativa para EMS	13
Tabla 13: Caracteristicas de la calle progreso	14
Tabla 14: Suministro usado en el diseño de pavimento	17
Tabla 15: Planificación del proyecto	22
Tabla 16: Datos para ensayo C-01	23
Tabla 17: Ensayo CBR C-01	24
Tabla 18: Resultado CBR C-01	25
Tabla 19: Resultado a 0.10" de penetración C-01	26

Tabla 20: Control de compresión C-02.....	26
Tabla 21: Ensayo CBR C-02	27
Tabla 22: Resultado CBR C-02.....	28
Tabla 23: Resultado a 0.10" de penetración C-02.....	29
Tabla 24: Control de compactación C-03.....	30
Tabla 25: Ensayo CBR C-03	31
Tabla 26: Resultado CBR C-03.....	32
Tabla 27: Resultado a 0.10" de penetración C-03.....	32
Tabla 28: Selección de CBR de diseño.....	33
Tabla 29: Determinación del Mr	33
Tabla 30: Conteo Vehicular Dia 01	35
Tabla 31: Conteo Vehicular Dia 02	36
Tabla 32: Conteo Vehicular Dia 03	37
Tabla 33: Conteo Vehicular Dia 04	38
Tabla 34: Conteo Vehicular Dia 05	39
Tabla 35: Conteo Vehicular Dia 06	40
Tabla 36: Conteo Vehicular Dia 01	41
Tabla 37: Resumen de Conteo Vehicular.....	42
Tabla 38: Resultado del conteo vehicular	43
Tabla 39: Resultado IMD.....	44
Tabla 40: Selección de Fd y Fc.....	45

Tabla 41: Calculo del Factor camión	48
Tabla 42: Factor de presión	53
Tabla 43: Trafico acumulado por día.....	53
Tabla 44: Tasa anual de crecimmiento vehicular	54
Tabla 45: Cáculo del factor de crecimiento acumulado.....	54
Tabla 46: Cáculo del factor W18 para 10 años	55
Tabla 47: Cáculo del factor W18 para 15 años	55
Tabla 48: Cáculo del factor W18 para 20 años	55
Tabla 49: Nivel de confiabilidad	57
Tabla 50: Desviación Estandar Normal Zr.....	57
Tabla 51: Desviación Estandar Combinado	57
Tabla 52: Indice de serviciabilidad	58
Tabla 53: SN para 10, 15 y 20 años (CBR 15.60%).....	58
Tabla 54: SN para 10, 15 y 20 años (CBR 6%).....	59
Tabla 55: Analisis de Resultados	59
Tabla 56: Coeficiente estructural para capa asfaltica.....	60
Tabla 57: Coeficiente estructural para Base	60
Tabla 58: Coeficiente estructural para Subbase	60
Tabla 59: Recomendación de espesores minimos.....	60
Tabla 60: Coeficiente de drenaje	62
Tabla 61: SN requerido en 10, 15 y 20 años	62

7.2 Índice de Fotos

Foto 01: Situación actual de la Calle Progreso	15
--	----

7.2 Índice de Figuras

Figura 01: Plano de ubicación de calicatas	34
--	----

7.2 Índice de cuadros

Cuadro 01: Determinación de F.E.C - vehículo C-2.	48
--	----

Cuadro 02: Determinación de F.E.C – vehículo C-3	49
--	----

Cuadro 03: Determinación de F.E.C – vehículo C-4	49
--	----

Cuadro 04: Determinación de F.E.C – vehículo T-3S1	50
--	----

Cuadro 05: Determinación de F.E.C – vehículo T-3S2	50
--	----

Cuadro 06: Determinación de F.E.C - vehículo B-2.	51
--	----

Cuadro 07: Determinación de F.E.C - vehículo B.3-1.	51
--	----

Cuadro 08: Factor destructivo por carga.	52
---	----

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
Gasto Externo				
Asesoramiento	Global	1	S/ 500	S/ 500
Gasto Interno				
Transporte	Global	2	S/ 50	S/ 100
Impresiones y/o copias	Global	1	S/ 100	S/ 100
Hospedaje	Mes	2	S/ 250	S/ 500
Utilices	Global	1	S/ 100	S/ 100
Equipos Tecnológico (ordenador)	Global	1	S/ 800	S/ 800
Costo Total				S/ 2,100

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto.