

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Análisis comparativo entre un pavimento rígido y flexible para el distrito
de José Leonardo Ortiz, 2021**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Angel Arturo Paucar Castro

ASESOR

Hector Augusto Gamarra Uceda

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

CHICLAYO, 2022

Índice

Resumen	3
Abstract	4
1. Planteamiento del Problema:	5
1.1. Situación Problemática.....	5
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.3. Justificación.....	5
2. Marco de Referencia del Problema:	6
2.1. Antecedentes del Problema	6
2.2. Bases Teórico-Científicas.....	7
2.2.1. Bases Legales	7
2.2.2. Pavimentación	8
2.3. Objetivo General	26
2.4. Objetivos Específicos	26
3. Diseño Metodológico:	26
3.1. Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis	26
3.2. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	26
3.2.1. Métodos.....	26
3.2.2. Técnicas.....	26
3.2.3. Instrumentos	26
4. Resultados	27
5. Conclusiones	28
6. Referencias Bibliográficas	29
7. Anexos	30

Resumen

El presente proyecto pretende dar a conocer un análisis comparativo entre un pavimento rígido y uno flexible en el distrito de José Leonardo Ortiz, basándose en el comportamiento que tienen cada uno de estos, sabiendo que ambas alternativas, son soluciones provechosas para la pavimentación, el análisis se centra en dos factores importantes; uno es el factor económico, en el cual está involucrado el costo de cada alternativa, junto con el de conservación y rehabilitación. Otro factor es el funcional, mediante el cual se verificará cuál de los dos pavimentos es el más apropiado. Para la selección del mejor pavimento se analizará las ventajas y desventajas y las características de ambos pavimentos, así como sus análisis de costo, siendo el principal método de trabajo, la recolección de datos.

Palabras clave: Pavimento rígido, Pavimento flexible

Abstract

This project aims to present a comparative analysis between a rigid and a flexible pavement in the district of José Leonardo Ortiz, based on the behavior of each of these, knowing that both alternatives are profitable solutions for paving, analysis it focuses on two important factors; one is the economic factor, in which the cost of each alternative is involved, along with that of conservation and rehabilitation. Another factor is the functional one, by means of which it will be verified which of the two pavements is the most appropriate. For the selection of the best pavement, the advantages and disadvantages and characteristics of both pavements will be analyzed, as well as their cost analysis, the main working method being data collection.

Keywords: Rigid Pavement, Flexible Pavement

1. Planteamiento del Problema:

1.1. Situación Problemática

El distrito de José Leonardo Ortiz cuenta con un alto déficit de pistas y veredas en cuanto a cantidad y calidad. Siendo esta carencia una dificultad para la población que vive por la zona ya que no permite que se movilicen debidamente.

En las épocas secas existe la presencia de polvo que atenta con salud de la población, causando enfermedades respiratorias y deterioro de los enseres. Y en épocas de lluvia, donde los vehículos que normalmente hacen uso de las vías no pueden utilizarlas debido al empozamiento del agua que se junta con la basura acumulada en las calles y esto genera malos olores, proliferación de mosquitos y enfermedades infectocontagiosas que perjudican la salud de los pobladores.

Con respecto al estado actual de las pocas vías que cuentan con pavimento, estas se encuentran destruidas, ya que fueron completamente deterioradas por el fenómeno del niño costero del año 2017, esto hace que los vehículos tengan que esquivar los huecos y aniegos que presentan las vías, lo que causa malestar a los conductores y deterioro de sus unidades móviles que se ven afectadas al transitar por dichas vías.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál será el mejor pavimento a usar en la pavimentación del distrito de José Leonardo Ortiz, distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

1.3. Justificación

Considerando que el distrito de José Leonardo Ortiz es una de las más importantes para la provincia de Chiclayo. El proyecto tiene como finalidad seleccionar el mejor pavimento ya sea rígido o flexible, por lo que se analizará las características de ambos pavimentos, así como sus análisis de costo, sus ventajas y desventajas, siendo el principal método de trabajo, la recolección de datos.

2. Marco de Referencia del Problema:

2.1. Antecedentes del Problema

Entre los diversos estudios y bibliografía relacionada con el tema de “Análisis Comparativo entre un Pavimento Rígido y Flexible para el Distrito de José Leonardo Ortiz, 2021” tenemos:

Internacional

Tesis Pregrado: Análisis Comparativo entre un Pavimento Rígido y un Pavimento Flexible para la Ruta S/R: Santa Elvira – El Arenal, en la Comuna de Valdivia, 2016.

Bruno Milton Burgos Vásquez, realizó esta tesis que pretende dar a conocer un análisis comparativo entre un pavimento rígido y uno flexible utilizado como alternativa en la pavimentación en la comuna de Valdivia, basándose en el comportamiento que tienen cada uno de estos y centrando su análisis en dos factores importantes; el factor económico y el factor el funcional. Dando como resultado que el pavimento rígido cuesta alrededor de un 40% más que la alternativa con pavimento asfáltico. [1]

Nacional

Tesis Pregrado: Análisis Comparativo entre Pavimento Rígido y Flexible en la vía Urbanización El Pinar - Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018.

Elizabeth Azaña Vélez, esta investigación se toma las teorías dadas por el MTC, en los respectivos manuales que se basan en el método AASHTO; así mismo analiza los tipos de pavimentos mediante el Valor Actual Neto. Obteniendo al finalizar su investigación que la mejor alternativa tanto económica como conveniente para un periodo de diseño de 20 años es el pavimento rígido. [2]

Local

Tesis Pregrado: Diseño del Pavimento Flexible y Veredas en el Pueblo Joven Villa Hermosa 5to Sector, Distrito José Leonardo Ortiz – Lambayeque 2018.

Max Gilbert Del Castillo Cueva, presenta esta tesis que tiene como objetivo diseñar una estructura del pavimento flexible en el Pueblo Joven Villa Hermosa 5to Sector, la cual pretende solucionar las inadecuadas condiciones de transitabilidad. Finalmente, como resultado se obtiene un diseño para una pavimentación flexible que permitirá solucionar las inadecuadas condiciones de transitabilidad en la zona de estudio. [3]

Tesis Pregrado: Diseño de Pavimento Rígido para Optimizar la Transitabilidad Vehicular y Peatonal del Sector I Urbanización Urrunaga, José Leonardo Ortiz, Chiclayo – Lambayeque 2019.

Marjhuret Shirley Durand Vidarte realizó esta tesis con el propósito de determinar el diseño de un pavimento rígido, de acuerdo a la normativa vigente del Perú y conociendo las bases teóricas de la Ingeniería de Pavimento - Transporte, siguiendo los lineamientos de diseño establecidos en la Norma Técnica C.E-010, y de esta manera garantizar la transitabilidad vehicular peatonal en la zona de estudio. Así mismo se analiza desde el punto de vista económico (Presupuesto). [4]

2.2. Bases Teórico-Científicas

2.2.1. Bases Legales

Teniendo en consideración la normativa nacional que establece en materia de diseño de pavimentos urbanos, se contempla las siguientes normativas o reglamentos vigentes:

- RNE. Norma CE.010

Esta norma establece los parámetros mínimos para diseñar, construir, restaurar, mantener y reemplazar pavimentos urbanos, con el fin de garantizar la durabilidad y buen comportamiento de estos pavimentos.

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

El presente manual se aplica cuando estamos frente al uso de vehículos pesados. Algunos estándares difieren de los pavimentos de la ciudad y requieren un refuerzo adicional.

2.2.2. Pavimentación

2.2.2.1. Diseño de Pavimentos

El diseño de pavimento se remonta a la construcción de los primeros caminos que, a partir de la aparición de los vehículos, estos caminos cobran un mayor impulso, siendo cada vez más sofisticados. Ahora refiriéndonos a la definición de diseño de pavimentos, “Es el proceso por el cual los componentes estructurales de un segmento de carretera o vía son determinados para que la vía tenga un comportamiento adecuado para el usuario. Para el diseño se toma en consideración la naturaleza del suelo de fundación, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico, y las condiciones de mantenimiento y construcción”. [2]

2.2.2.2. Método de Diseño de Pavimentos.

Con respecto al método para diseñar un pavimento se basa en la selección de una conjugación de espesores de capa y propiedades de materiales para soportar las tensiones y deformaciones ocasionadas por los diferentes requerimientos a los que está sometido el pavimento. Nuestro proyecto abarca vías urbanas con diferente flujo vehicular, por lo que la mejor opción de pavimentación es la del tipo flexible para la cual se utiliza el método Aashto 93, dentro del cual usaremos la sección enfocada a pavimentos flexibles. [2]

2.2.2.3. Tipos de Pavimentos

Principalmente se tienen los siguientes tipos de pavimento: Asfáltico, Rígido y Articulado; de los cual hablaremos de los dos primeros.

2.2.3. Pavimento Flexible

Estos pavimentos son los que presentan una composición general en base a las cargas que pasan sobre este, la estructura se compone por capas granulares (subbase y base) y por una capa superior que es la carpeta de rodadura que está hecha a base de materiales bituminosos. Para esta carpeta se podrá considerar el uso de mezcla asfáltica que puede colocarse en frío o en caliente. La base es el manto que está en la parte inferior de la carpeta de rodadura, está constituida por agregados o materiales granulares. La subbase es la capa que se localiza en la parte baja de la capa base y por último la subrasante que es el terreno natural el cual debe cumplir con un CBR mínimo para poder ser usada como subrasante, según el CBR se determina si es necesario que esta capa sea estabilizada o no. [2]

2.2.3.1. Composición de un Pavimento Flexible

- a) Sub Base: La función de la sub base, en un pavimento flexible, es netamente económica, buscando así obtener un espesor utilizando el material más barato posible.
- b) Base: Su función primordial es la de proporcionar un elemento resistente que transmita los esfuerzos producidos por el tránsito, hacia la sub base y sub rasante, en una intensidad adecuada
- c) Capa de Rodadura: Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. La capa de rodadura contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros).

2.2.3.2. Ejemplo de un Diseño de Pavimento Flexible por el Método Aashto 93

1. Requisitos del diseño

a. Periodo de diseño

Para el periodo de diseño se consideró 20 años.

b. Número de ejes equivalentes total (W18).

Para el número de ejes equivalentes se tomará como dato 9000000 EE.

c. CBR de la subrasante

El CBR de la subrasante será de 10%.

d. CBR de la subbase

Valor Relativo de Soporte, CBR en Subbase Granular (*) (MTC E132, NTP 339.145 1999)	
CBR en Subbase Granular	Minimo 40%
(*) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de 0.1" (2.5mm)	

Se tomará 40% para el CBR de la subbase granular.

e. Tipo de tráfico

*Cuadro 2.25:
Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn.,
en el carril de diseño para caminos pavimentados:
Pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos*

Tipos de tráfico pesado expresado en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1000,000 EE
T _{P5}	> 1000,000 EE ≤ 1 500,000 EE
T _{P6}	> 1 500,000 EE ≤ 3 000,000 EE
T _{P7}	> 3 000,000 EE ≤ 5 000,000 EE
T _{P8}	> 5 000,000 EE ≤ 7 500,000 EE
T _{P9}	> 7 500,000 EE ≤ 10 000,000 EE
T _{P10}	> 10 000,000 EE ≤ 12 500,000 EE
T _{P11}	> 12 500,000 EE ≤ 15 000,000 EE
T _{P12}	> 15 000,000 EE ≤ 20 000,000 EE
T _{P13}	> 20 000,000 EE ≤ 25 000,000 EE
T _{P14}	> 25 000,000 EE ≤ 30 000,000 EE
T _{P15}	> 30 000,000 EE

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

El tipo de tráfico para el diseño es Tp8.

f. Serviciabilidad inicial pi

Cuadro 14.4
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)
Diferencial de Serviciabilidad
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

El índice de serviciabilidad inicial es 4.30.

g. Serviciabilidad final pt

El índice de serviciabilidad inicial es 2.50.

h. Diferencia de serviciabilidad Δ PSI

La diferencia de serviciabilidad es de 1.80.

i. Factor de confiabilidad

Cuadro 14.5
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R)
y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años
según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645	

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93
 El factor de confiabilidad es de 90%.

j. Desviación estándar Zr

La desviación estándar es -1.282.

k. Overall Estándar Deviation So

Se tomará 0.45 que es lo recomendado.

1. Coeficiente de drenaje Cd

Cuadro 12.15
Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i
Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles

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

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

m2	1
m3	1

2. Método de diseño

a. Forma general del AASHTO

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

b. Obtención del coeficiente estructural “a1”

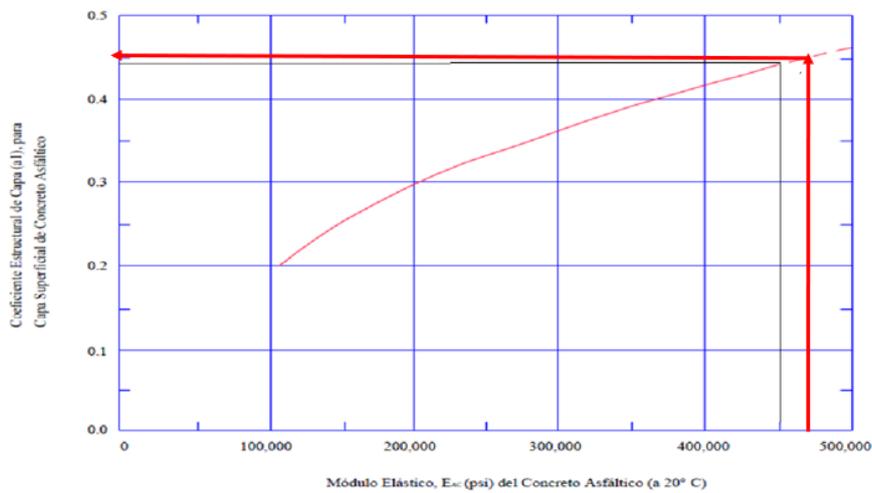


Fig. 2.5 Carta para la Estimación del Coeficiente Estructural de Capa de Concreto Asfáltico de Gradación Densa Basada en el Módulo Elástico (Resiliente) (3)

a1	0.46
----	------

c. Obtención del “SNt”

Confiabilidad	R %	90%
Desviación Estándar	So	0.450
Carga Equivalente (Tráfico)	ESAL	9000000.00
Módulo Resiliente	MR	15.00
Pérdida de Serviciabilidad	Δ PSI	1.5

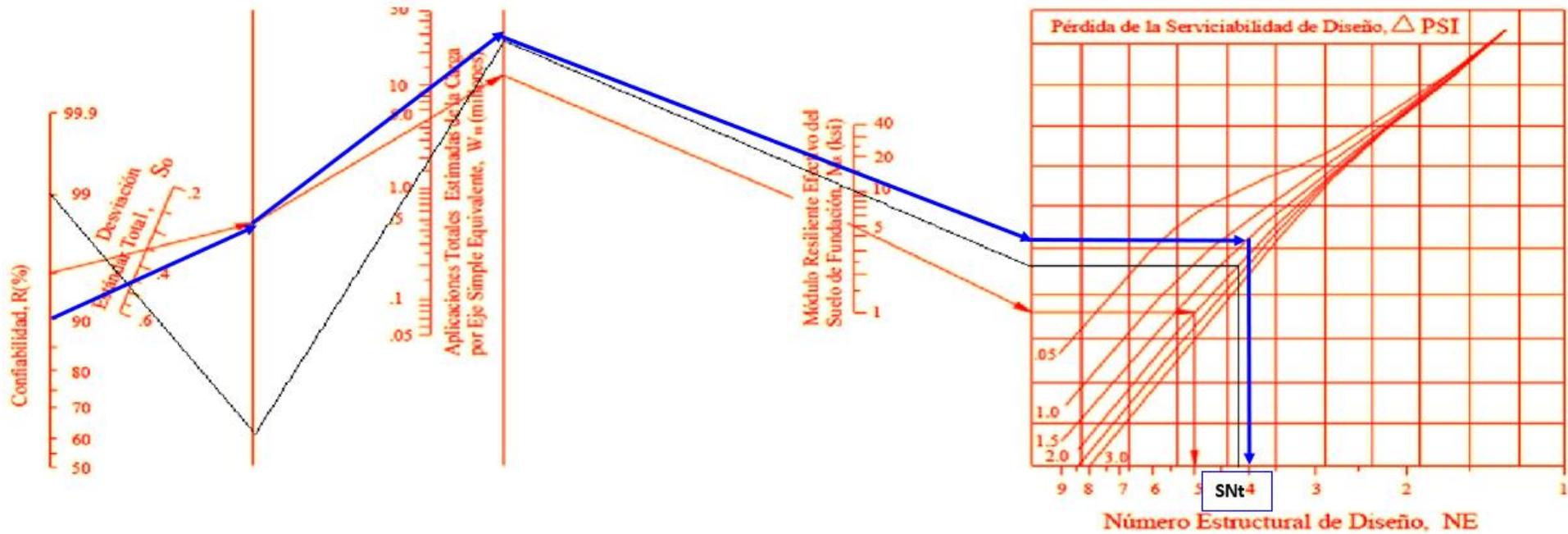
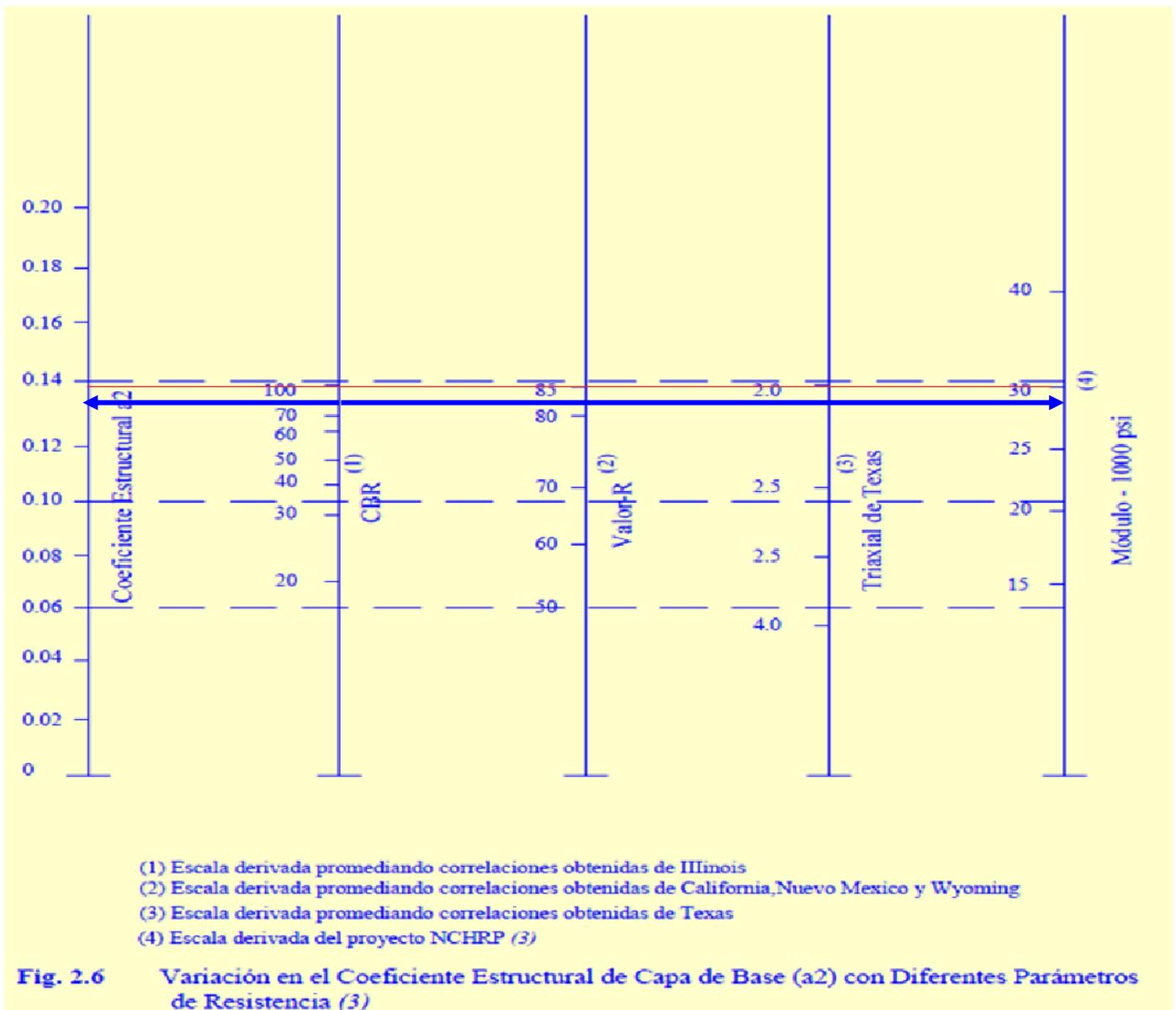


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

SNt	4
-----	---

d. Obtención del “a2”

CBR DE LA BASE	CBR BG%	80%
----------------	---------	-----



a2	0.135
Mr	28000

e. Obtención del “SN1”

Confiabilidad	R %	90%
Desviación Estándar	So	0.450
Carga Equivalente (Tráfico)	ESAL	9000000.00
Módulo Resiliente	MR (PSI)	28000.00
Pérdida de Serviciabilidad	Δ PSI	1.5

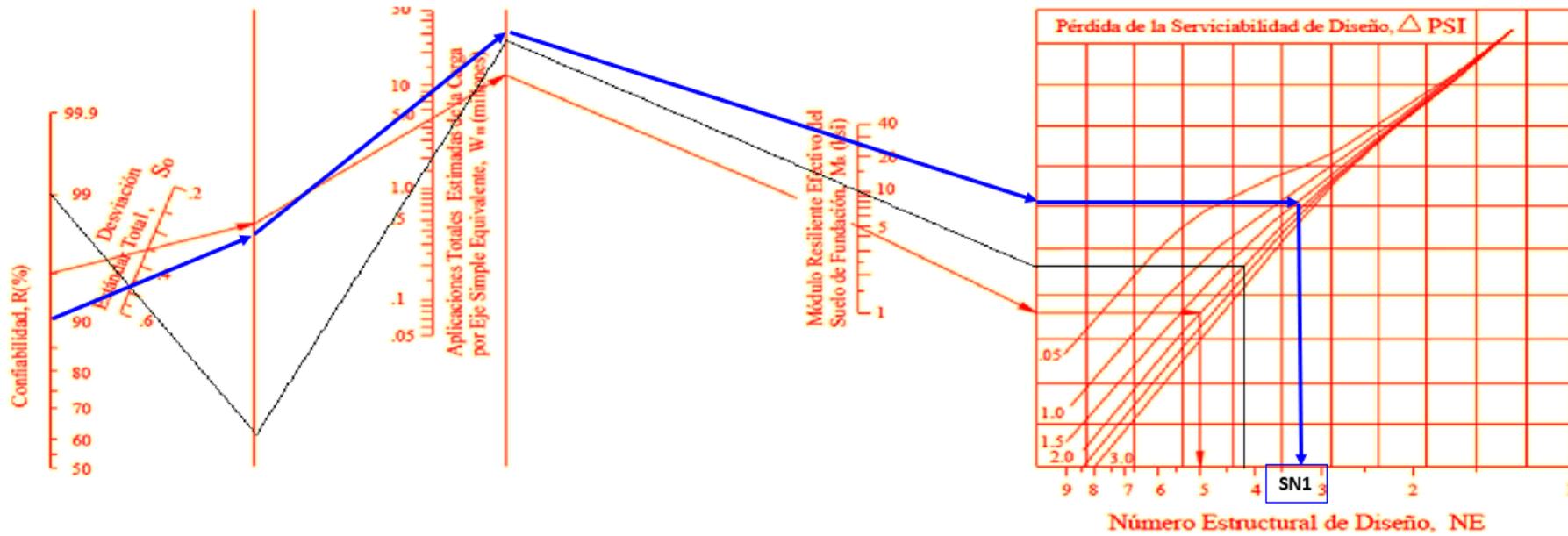


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

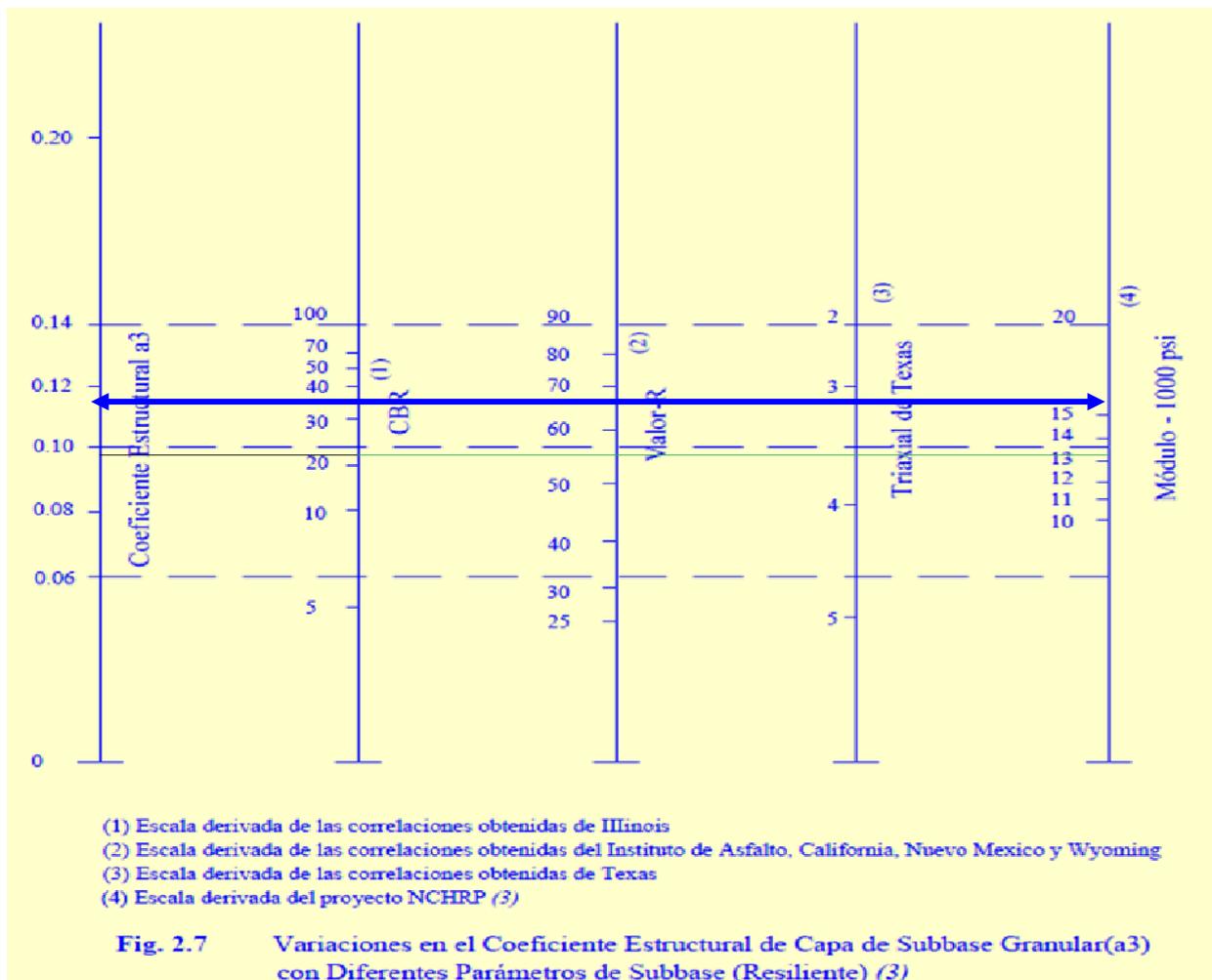
SN1	3.07
-----	------

f. Hacemos el cálculo de "d1" y corregimos el "SN1"

SN1= a1 x d1	
$d1 = \frac{SN1}{a1}$	
SN1	3.07
a1	0.46
d1	6.67391304
d1	7 pulg
SN1	3.22

g. obtención del "a3"

CBR DE LA SUBBASE	CBR SBG%	40%
--------------------------	-----------------	------------



a3	0.12
Mr	16500

h. Obtención del “SN2”

Confiabilidad	R %	90%
Desviación Estándar	So	0.450
Carga Equivalente (Tráfico)	ESAL	9000000.00
Módulo Resiliente	MR (PSI)	16500.00
Pérdida de Serviciabilidad	Δ PSI	1.5

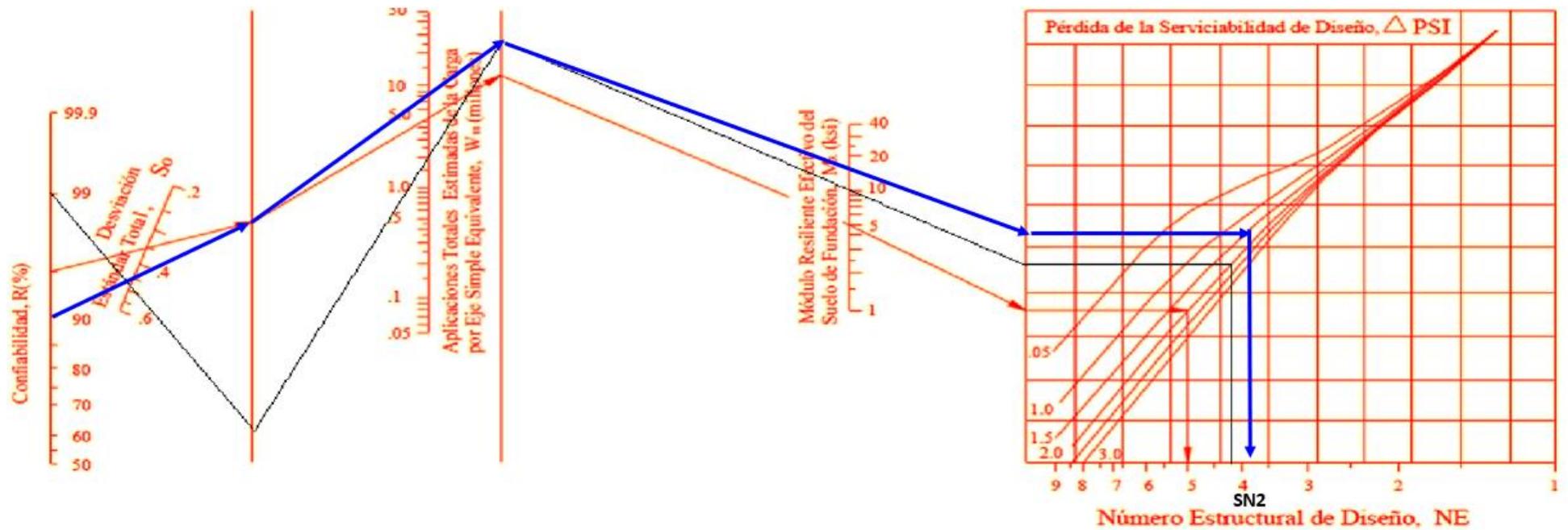


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

SN2	3.8
-----	-----

i. Hacemos el cálculo de "d2" y corregimos el "SN2"

$$SN2 = SN1 + a2 \times d2 \times m2$$

$$d2 = \frac{SN2 - SN1}{a2 \times m2}$$

SN1 c	3.22
SN2	3.8
a2	0.135
m2	1
d2	4.30
d2	5 pulg
SN2	3.895

j. Hacemos el cálculo de "d3", Reemplazando en la forma general

$$SNt = SN2 + a3 \times d3 \times m3$$

$$d3 = \frac{SNt - SN2}{a3 \times m3}$$

SN2 c	3.895
SNt	4
a3	0.12
m3	1
d3	0.87
d3	6 pulg

CUADRO RESUMEN

Número estructural	SNt	4
	SN1	3.22
	SN2	3.895
Coeficientes estructurales	a1	0.46
	a2	0.135
	a3	0.12
Coeficientes de Drenaje	m2	1
	m3	1
Espesores de las capas	d1	7 pulg
	d2	5 pulg
	d3	6 pulg

RESULTADO

C°A		7 "
BG	80.00%	5 "
SBG	40.00%	6 "
SR	10.00 %	

2.2.4. Pavimento Rígido

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir un poco más los esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. [2]

2.2.4.1. Capas de un Pavimento Rígido

- a) Subrasante: Es el suelo de cimentación del pavimento, pudiendo ser suelo natural, debidamente perfilado y compactado; o material de préstamo. Antes de ser empleado debe ser perfilado y compactado entre el 95 y 100% de la máxima densidad seca.
- b) Base: La base constituye entonces, la capa intermedia entre la subbase y la carpeta de rodadura en la cual se utiliza materiales granulares de excelente gradación.
- c) Carpeta de Rodadura: “Está conformada por mezcla de concreto hidráulico. Los métodos de diseño especifican diseños de mezcla con Módulo de rotura a la flexión (MR) superiores a 42 Kg/cm², o su equivalente a $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.”

2.2.4.2. Ejemplo de un Diseño de Pavimento Rígido por el Método Aashto 93

1. Requisitos del diseño

a. Periodo de diseño

Para el periodo de diseño se consideró 20 años.

b. Número de ejes equivalentes total (W18).

Para el número de ejes equivalentes se tomará como dato 9000000 EE.

c. CBR de la subrasante

El CBR de la subrasante será de 10%.

d. CBR de la subbase

Valor Relativo de Soporte, CBR en Subbase Granular (*) (MTC E132, NTP 339.145 1999)	
CBR en Subbase Granular	Mínimo 40%
(*) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de 0.1" (2.5mm)	

Se tomará 40% para el CBR de la subbase granular.

e. Tipo de tráfico

Cuadro 2.25:
*Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn.,
en el carril de diseño para caminos pavimentados:
Pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos*

Tipos de tráfico pesado expresado en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1000,000 EE
T _{P5}	> 1000,000 EE ≤ 1 500,000 EE
T _{P6}	> 1 500,000 EE ≤ 3 000,000 EE
T _{P7}	> 3 000,000 EE ≤ 5 000,000 EE
T _{P8}	> 5 000,000 EE ≤ 7 500,000 EE
T _{P9}	> 7 500,000 EE ≤ 10 000,000 EE
T _{P10}	> 10 000,000 EE ≤ 12 500,000 EE
T _{P11}	> 12 500,000 EE ≤ 15 000,000 EE
T _{P12}	> 15 000,000 EE ≤ 20 000,000 EE
T _{P13}	> 20 000,000 EE ≤ 25 000,000 EE
T _{P14}	> 25 000,000 EE ≤ 30 000,000 EE
T _{P15}	> 30 000,000 EE

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

El tipo de tráfico para el diseño es Tp9.

f. **Serviciabilidad inicial pi**

Cuadro 14.4
Índice de Serviabilidad Inicial (Pi)
Índice de Serviabilidad Final o Terminal (Pt)
Diferencial de Serviabilidad
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

El índice de serviabilidad inicial es 4.30.

g. **Serviabilidad final pt**

El índice de serviabilidad inicial es 2.50.

h. **Diferencia de serviabilidad Δ PSI**

La diferencia de serviabilidad es de 1.80.

i. Factor de confiabilidad

Cuadro 14.5
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R)
y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años
según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}		>30'000,000	95%	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

El factor de confiabilidad es de 90%.

j. Desviación estándar Zr

La desviación estándar es -1.282.

k. Overall Estándar Deviation So

Se tomará 0.35 que es lo recomendado.

2. Propiedades de los Materiales

a. Resistencia a la compresión del concreto

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Para el tipo de tráfico que tenemos se considera un f'c de 300 kg/cm²

b. Módulo de Elasticidad del concreto

Para un concreto de 300 kg/cm² y tipo de tráfico Tp9 se tendrá un Ec de 3,719,465.55 psi.

c. Módulo de Rotura

Para un concreto de 300 kg/cm² se tendrá un Mr de 598.84 psi.

d. Módulo de reacción de la subrasante

$2R = 76 \text{ cm}$

K_c

K_1

h

SUELO k_0

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/k_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

K1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subbase granular
 Kc (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
 K0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub rasante
 h : Espesor de la subbase granular

El módulo de reacción de la subrasante es 233.32 pci.

e. **Transferencia de carga**

Cuadro N° 14.10
Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

La transferencia de carga para concreto hidráulico con pasadores es 2.8.

f. **Coeficiente de drenaje**

Condiciones de drenaje. El bombeo o movimientos diferenciales verticales en juntas o fisuras son indicios de que hay problemas de drenaje. Se deben considerar condiciones pobres de drenaje, es decir $C_d = 1,0$.

El coeficiente de drenaje a considerar es de 1.0.

3. **Diseño por método**

NOMBRE DE LA VARIABLE	VARIABLE (UNIDADES)	VALOR DE LA VARIABLE
Módulo de reacción del suelo	K = PCI	233.32
Módulo de elasticidad del concreto	E_c = PSI	3,719,465.55
Módulo de ruptura	MR = PSI	598.84
Coeficiente de transferencia de carga	J = Adim	2.8
Coeficiente de drenaje	C_d = Adim.	1.00
Pérdida de serviciabilidad	Δ PSI = Adim.	1.80
Confiability	R = %	90%
Desviación estándar	S_o = Adim.	0.350
Carga equivalente	ESAL'S = Kip 10 ⁶	9000000

$d_1 = 9.5$ pulg

Capa de CONCRETO	$d_1 =$	24.13	25
Subbase-CBR40%	$d_2 =$	20	20 cm

RESULTADO

C°A	25
SBG	40 % 20 cm
SR	10 %

Usando el nomograma 1 se desarrolla el método.

2.3. Objetivo General

Analizar el mejor pavimento, ya sea rígido o flexible, para el distrito de José Leonardo Ortiz

2.4. Objetivos Específicos

- Identificar las características más importantes de ambos pavimentos.
- Determinar las ventajas y desventajas de ambos pavimentos.

3. Diseño Metodológico:

3.1. Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis

- ✓ Es DESCRIPTIVA porque tiene por finalidad comprender y detallar las condiciones actuales, características que más resalten y peculiaridades mediante la recolección de datos e información.

3.2. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.2.1. Métodos

- NO EXPERIMENTAL, En el presente trabajo de investigación se usó el análisis documental mediante el uso de fichas de resumen acerca de la diversa información.

3.2.2. Técnicas

- Observación
- Análisis documental

3.2.3. Instrumentos

Los instrumentos han sido extraídos del Manual Aashto 93 y del Manual del MTC.

4. Resultados

TABLA 01: Resultados de Tesis sobre Pavimentación en José Leonardo Ortiz

<p>“DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL SECTOR I URBANIZACIÓN URRUNAGA, JOSÉ LEONARDO ORTÍZ, CHICLAYO - LAMBAYEQUE”</p>	<p>Del estudio de tráfico se concluye que: el índice medio diario anual (2018)- IMDA del flujo vehicular, establece una demanda vial de 2601 vehículos por día. Se determinó un espesor de losa de 8”, sub base de 15 cm y sub rasante de 35 cm. Así como, el diámetro de pasa junta dowels de 1” con longitud = 38cm y espaciamiento entre barras de 30 cm.</p>
<p>“DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y VEREDAS EN EL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA 5TO SECTOR, DISTRITO JOSE LEONARDO ORTIZ – LAMBAYEQUE 2018”</p>	<p>Según el estudio de tráfico vial que se realizó se obtuvo un índice medio diario (IMD) de 2521 vehículos y según la proyección de estudio a 10 años, se tendrá un IMDA de 1436 vehículos por día, Indicándonos que pertenece según clasificación de carreteras a una VIA LOCAL. Se obtuvo un espesor de carpeta asfáltica = 2” equivalente a 5 cm, Espesor de base granular 6” equivalente a 15 cm Y Espesor de sub base granular = 8” equivalente a 20 cm.</p>

TABLA 02: Ventajas y Desventajas del Pavimento Rígido y Flexible

PROPIEDADES	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE
Absorción de esfuerzos	La losa de hormigón absorbe todo el esfuerzo	Buena parte del esfuerzo se transmite al suelo
Coste de construcción	Mayor coste inicial	Menor coste inicial
Deformación	Menores deformaciones	Mayores deformaciones
Vida en servicio	Generalmente mayor vida útil	Menor vida útil
Coste de mantenimiento	Menor coste de mantenimiento	Mayor coste de mantenimiento
Seguridad	Si la superficie está pulida, existe menor fricción en la superficie de rodadura	Existe mayor fricción en la superficie de rodadura
Juntas	Se crea discontinuidad en la capa de rodadura	La capa de rodadura es prácticamente continua
Puesta en servicio	El tiempo de puesta en servicio requiere varios días de fraguado	Puesta en servicio de la superficie asfaltada inmediata

Conociéndose el costo total de ambas alternativas, el pavimento rígido presenta un costo de S/6'342,445.57 soles, superando abrumadoramente al pavimento flexible, que tiene un costo de S/. 3'478,256.01. En términos porcentuales, el pavimento rígido cuesta alrededor de un 45% más que el pavimento flexible.

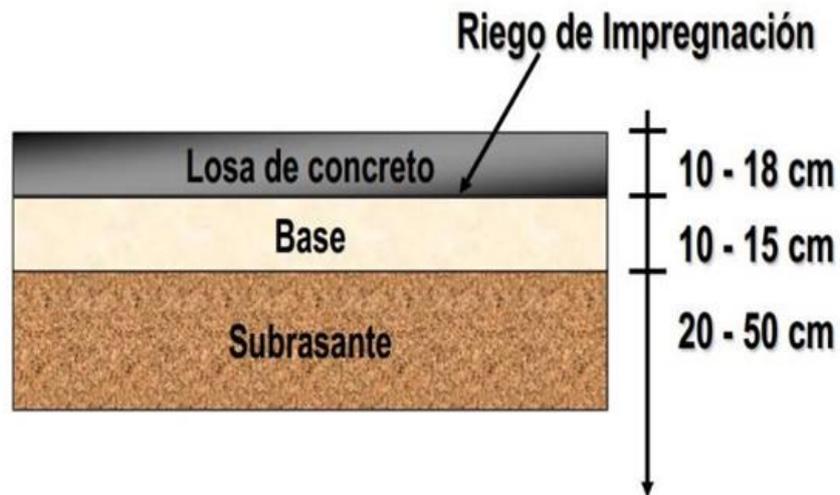
5. Conclusiones

- Según la comparación realizada y analizando los resultados obtenidos en las diferentes tesis se puede especificar, que el pavimento seleccionado será un pavimento flexible, ya que es más económico en la etapa de inversión inicial, en comparación con el pavimento rígido que presenta una conservación más económica, pero de un costo de implementación muy por encima del pavimento flexible.
- Otro criterio para elegir el pavimento flexible fue que en algunas partes del distrito de José Leonardo Ortiz han escogido este tipo de pavimento, por lo que para mantener la armonía arquitectónica en todo el distrito se ha optado por un pavimento flexible.

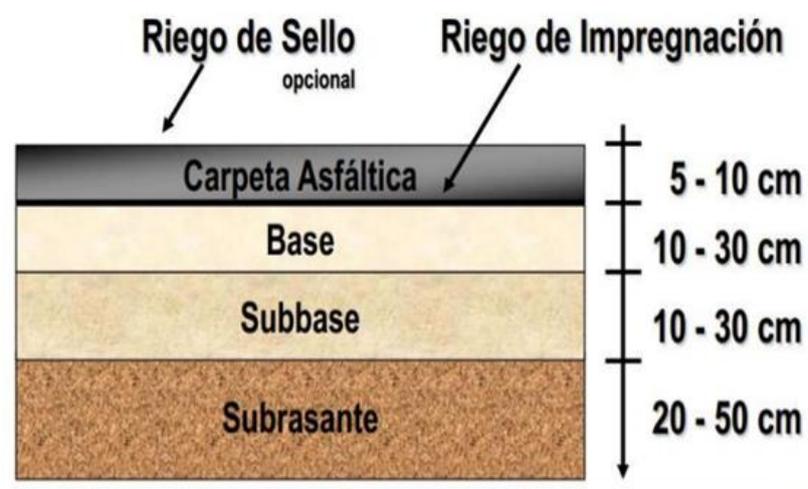
6. Referencias Bibliográficas

- [1] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Perú: MTC, 2013.
- [2] Reglamento Nacional de Edificaciones, CE.010 "Pavimentos Urbanos", Perú: ICG, 2021.
- [3] B. BURGOS VASQUÉZ, «ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA RUTA S/R: SANTA ELVIRA – EL ARENAL, EN LA COMUNA DE VALDIVIA,» CHILE, 2016.
- [4] E. AZAÑA VELEZ, «ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LA VÍA URBANIZACIÓN EL PINAR - CENTRO POBLADO DE MARIAM INDEPENDENCIA, HUARAZ – 2018,» Huaraz, 2018.
- [5] M. DEL CASTILLO CUEVA, «DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y VEREDAS EN EL PUEBLO JOVEN VILLA HERMOSA 5TO SECTOR, DISTRITO JOSE LEONARDO,» Chiclayo, 2018.
- [6] M. Durand Vidarte, «Diseño de pavimento rígido para optimizar la transitabilidad vehicular y peatonal del sector I Urbanización Urrunaga, José Leonardo Ortíz, Chiclayo - Lambayeque,» Chiclayo, 2018.

7. Anexos

Figura 01: Sección Transversal de un Pavimento Rígido**Sección Transversal:**

Fuente: Google

Figura 02: Sección Transversal de un Pavimento Flexible**Sección Transversal:**

Fuente: Google

Figura 03: Estado actual de los pavimentos en José Leonardo Ortiz



Fuente: propia

Figura 04: Estado actual de los pavimentos en José Leonardo Ortiz



Fuente: propia

Figura 03: Estado actual de los pavimentos en José Leonardo Ortiz



Fuente: propia

Figura 04: Estado actual de los pavimentos en José Leonardo Ortiz



Fuente: propia