



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“MODIFICACIÓN DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE
PAVIMENTO FLEXIBLE POR VARIABILIDAD DEL INDICE MEDIO
DIARIO (I.M.D) EN LA AV. MARIA ELENA MOYANO – VILLA EL
SALVADOR – LIMA”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

SANCHEZ LUYO, RONNY ALBERTO

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A mis padres, Jorge Roman Sanchez Basurto y Dalinda Felicita Luyo Gonsales, que han sabido formarme con buenos principios y sentimientos, y me han enseñado a enfrentarme a la vida con la mejor actitud posible.

A mis abuelos, y a mis tíos, Luz, por brindarme su apoyo incondicional, moral y económicamente para poder llegar a ser una profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi reconocimiento y agradecimiento a la Universidad Alas Peruanas por acogerme y darme la oportunidad de superarme y llegar a obtener un título profesional.

A los ingenieros, arquitectos y distintos profesionales que forman parte de este plantel educativo, por haber impartido y compartido sus conocimientos.

También mi agradecimiento a todos mis compañeros y amigos, en especial a quienes colaboraron conmigo, y me ayudaron en la realización de la presente Tesis

RESUMEN

La presente Tesis se considera la problemática del comportamiento del pavimento flexible de la Av. María Elena Moyano, en el distrito de Villa el Salvador, elaborado con un estudio de tráfico hecho en el año 2012, con una estructura usual y realizada dentro de la normatividad vigente, frente a una variabilidad del Índice Medio Diario, debido al incremento de vehículos de carga pesada una vez construido el pavimento.

En primer lugar, veremos los aspectos generales del proyecto **“MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MARIA ELENA MOYANO, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA (TRAMO: AV. EL SOL – AV. MARIATEGUI)”**, del cual es objeto este trabajo, así como los antecedentes que motivaron a la realización de este.

Posteriormente observaremos la metodología aplicada para desarrollar el nuevo Estudio de Tránsito, así como los resultados obtenidos. Con estos resultados procederemos a compararlos con el estudio de Tránsito anterior (realizado en el año 2012), poniendo especial atención a su proyección de tráfico vehicular para los próximos 15 años, con el fin de reconocer en qué estado podría encontrarse la estructura actual del pavimento flexible de la avenida antes mencionada.

Por último revisaremos los ensayos de laboratorio del Estudio de Suelos del proyecto y procederemos a realizar un nuevo cálculo para el diseño de la estructura del pavimento flexible.

Esta Tesis resalta la dificultad de hacer un estimado correcto del Índice Medio Diario para años posteriores a la culminación del proyecto.

Palabra Clave: Índice Medio Diario (I.M.D)

ABSTRACT

In this Thesis the author consider the problem of the behavior of the flexible or asphalt pavement in Av. Maria Elena Moyano in district Villa El Salvador, made with a traffic study done in 2012, with a usual structure and conducted within the regulations force, compared to variability Middle Journal Index, due to increased heavy vehicles once built the pavement.

First, we will see the general aspects of the project "**MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MARIA ELENA MOYANO, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA (TRAMO: AV. EL SOL – AV. MARIATEGUI)**", which is the subject of this report and the background that led to the realization of this.

We observe the methodology used to develop the new traffic study and the results obtained. With these results we will proceed to compare them with the study of previous Transit (made in 2012), making its projection of vehicular traffic for the next 15 years special attention, in order to recognize what state you might find the current structure of the pavement Flexible aforementioned avenue .

Finally we review laboratory tests of Soil Study the project and proceed to make a new calculation for the design of flexible pavement structure.

This Thesis highlights the difficulty of making a correct estimate of Middle Index Journal for post project completion years.

Word Keys: Middle Journal Index

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ABSTRACT.....	5
INDICE	6
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO PROBLEMÁTICA	9
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	9
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.2.1. ESPACIAL:	9
1.2.2. TEMPORAL:.....	9
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	10
1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICO:	10
1.4. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	10
1.5. OBJETIVOS DEL TRABAJO:.....	10
1.5.1. OBJETIVO GENERAL:.....	10
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	10
1.6. TIPO DE PROYECTO:	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO:.....	11
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1.1. UBICACIÓN.....	11
2.1.2. MACROLOCALIZACIÓN.....	12
2.1.3. MICRO LOCALIZACIÓN	12
2.1.4. ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS	13
2.1.5. MARCO DE REFERENCIA	13
2.1.6. PARQUE AUTOMOTOR EN EL DISTRITO.....	14
2.1.7. TIPO DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO	15
2.1.8. POBLACIÓN Y ZONA AFECTADA	17
2.1.9. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y CULTURALES DE LA POBLACIÓN	18
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	21

CAPÍTULO III PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	26
3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	26
3.1.1. DESCRIPCION GENERAL	26
3.1.2. METODOLOGÍA	26
3.2. ESTUDIOS BASICOS.....	29
3.3. ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN QUE MOTIVARON EL PROYECTO.	48
3.4. PRUEBAS DE NORMALIDAD	55
CAPÍTULO IV PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS.....	59
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS	98
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	102
FUENTES DE INFORMACIÓN	103

INTRODUCCIÓN

La Avenida María Elena Moyano, es una vía colectora, esta se localiza en un área urbana de alta densidad poblacional y uso residencial, con una mediana presencia de actividad económica de servicios; así como una red de infraestructura vial que se caracteriza por soportar un intenso transporte público y privado.

En el año 2012 se realizó un Estudio de Tráfico y Estudio de Suelos, como parte del expediente técnico del proyecto "MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MARIA ELENA MOYANO, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA (TRAMO: AV. EL SOL – AV. MARIATEGUI)" con el fin de diseñar el pavimento flexible de dicha avenida.

En el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se realizó un nuevo conteo vehicular en la Av. María Elena Moyano específicamente en el cruce con la Av. César Vallejo, estas vías actualmente cuentan con pavimento flexible, su principal objetivo es el de determinar si el tránsito que circula dicha vía concuerda con tránsito proyectado en el año 2012 para el presente año, además de volver a diseñar el pavimento con el actual Índice Medio Diario y con la actualización de la norma AASHTO para el Módulo de Resilencia.

Debe destacarse el hecho de que la determinación del tráfico es de vital importancia para poder adelantar otras actividades como la de realizar el diseño adecuado de la estructura del afirmado, así como también del pavimento y la evaluación del proyecto, pues gran parte de los beneficios derivados del mismo son debidos a los ahorros en costos de operación vehicular.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Municipalidad Distrital de Villa el Salvador a través de la Gerencia de Desarrollo Urbano; dentro del Plan de Inversiones del Año Fiscal 2012 y dentro de su interés por crear una infraestructura adecuada para un mejor servicio a la comunidad, ha programado la ejecución de diversas obras que permitan confort y seguridad en cada uno de los espacios urbanos de la ciudad.

En búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida urbana del distrito, se intervino un fragmento urbano como lo es la vía Av. María Elena Moyano, dicha vía fue pavimentada para su óptimo uso como concepto de espacio urbano lo que nos permite formar un escenario dinámico y participativo, integrándolo al entorno vecinal y brindando una perspectiva paisajista que exige todo espacio urbano.

La vía materia del presente proyecto, antes del desarrollo del mismo, se encontraba en estado deteriorado y cierto tramo en terreno natural; no contaba con pavimento en buenas condiciones, lo cual no permitía una funcionalidad integral de esta vía con las colindantes, generando un gran malestar a la población que transita diariamente por estos importantes accesos locales.

El estado de esta vía antes del proyecto estaba causando el deterioro de los vehículos que transitaban diariamente, además de generar polvo, lo cual afecta la salud de la población, especialmente de los niños.

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Espacial:

Av. Maria Elena Moyano, distrito de Villa el Salvador – Lima.

1.2.2. Temporal:

4 meses calendarios.

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema General

Falta de las condiciones inadecuadas de transitabilidad vehicular en la Av. María Elena Moyano, además de la funcionalidad integral de esta vía con las colindantes, generando un gran malestar a la población que transita diariamente por estos importantes accesos locales.

1.3.2. Problema Específico:

Causa el deterioro de los vehículos que transitaban diariamente, además de generar polvo, lo cual afecta la salud de la población, especialmente de los niños.

1.4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

Vía que se intervino : Av. María Elena Moyano
Propietario : Municipalidad Distrital de Villa el Salvador
Ubicación : El proyecto se ubica entre los tramos de la Av. El Sol Y la Av. José Carlos Mariátegui, en el distrito de Villa El Salvador.
Provincia : Lima
Departamento : Lima

1.5. OBJETIVOS DEL TRABAJO:

1.5.1. Objetivo General:

Determinar si el tránsito que circula dicha vía concuerda con tránsito proyectado en el año 2012 para el presente año, además de volver a diseñar el pavimento con el actual Índice Medio Diario y con la actualización de la norma AASHTO para el Módulo de Resilencia.

1.5.2. Objetivos Específicos:

Determinación del tráfico es de vital importancia para poder adelantar otras actividades como la de realizar el diseño adecuado de la estructura del afirmado, así como también del pavimento y la evaluación del proyecto, pues gran parte de los beneficios derivados del mismo son debidos a los ahorros en costos de operación vehicular.

1.6. TIPO DE PROYECTO:

El proyecto en mención, es un proyecto de pavimentación en zonas urbanas. Tuvo como objetivo fundamental mejorar el nivel de la comunidad de Villa el Salvador, mejorando la infraestructura urbana y la habilitación de áreas de circulación. De esta manera se logró un beneficio tanto para la seguridad vial como peatonal, así como para los diversos aspectos sociales involucrados en el desarrollo urbanístico de la comuna.

Es por esta razón que la Municipalidad de Villa el Salvador, con el fin de lograr los objetivos planteados y cumpliendo con las normas establecidas, estará dotando a la población de infraestructura pública para el ejercicio de la circulación, para la seguridad de los niños, jóvenes y adultos, y al mismo tiempo que impulsa una cultura de respeto a las normas viales y de tránsito, conservación y mejora del ornato local.

Para lograr los objetivos de ésta obra, se tiene que intervenir en la construcción de una pista de que comprende un área aproximada de 41,655.65 m² en 2,543.77 ml de longitud en la Av. María Elena Moyano con dos secciones de vía de 7.20 m. de longitud de pavimento cada uno con una berma central, asimismo se contempla 3,231.60 ml. de sardinel sumergido y 2,966.81 ml. de sardinel peraltado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO:

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Ubicación.

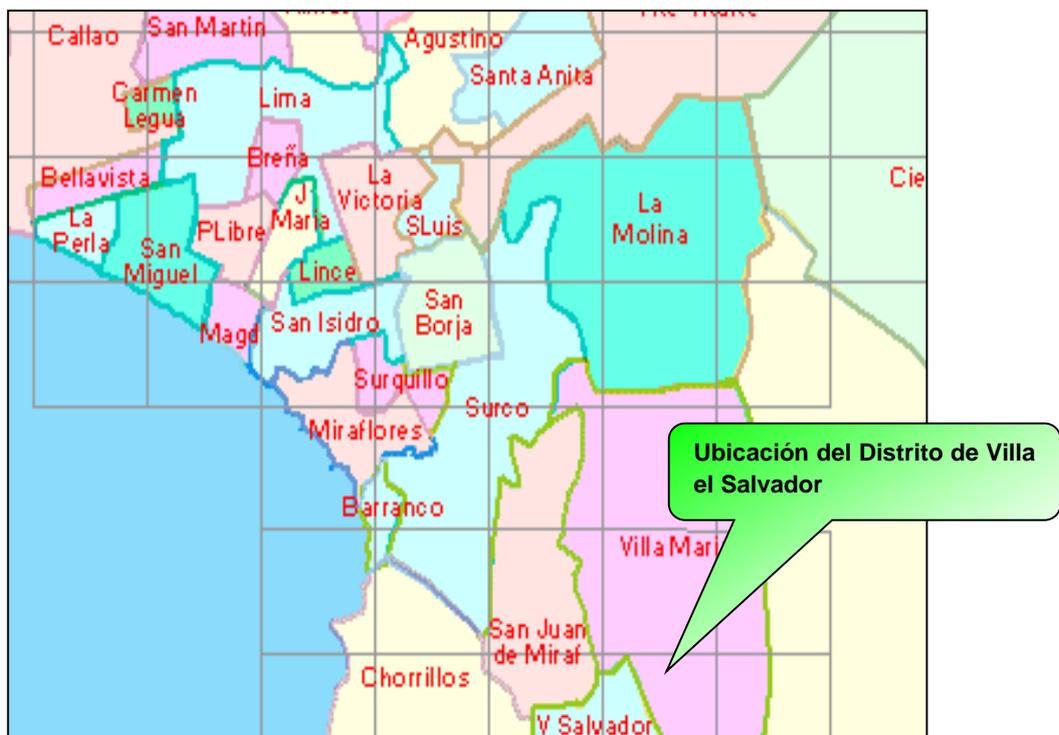
El proyecto "MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. MARÍA ELENA MOYANO ENTRE LOS TRAMOS DE LA AV. EL SOL Y AV. JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR" se ubica en el Distrito de Villa el Salvador, Provincia y Departamento de Lima.

2.1.2. Macrolocalización.

El distrito de Villa El Salvador, está ubicado en la Provincia de Lima y tiene como límite al distrito de Chorrillos y la franja costera al Oeste, con Villa María del Triunfo al Este, con San Juan de Miraflores al Norte y con Lurín al sur; El distrito se localiza en la zona urbana marginal del área metropolitana de Lima.

Gráfico N°1

Localización del Distrito de Villa el Salvador en la Provincia de Lima



Fuente: Perfil Técnico del Proyecto

2.1.3. MICRO LOCALIZACIÓN

El área afectada se encuentra ubicado al sur del distrito de Villa El Salvador, a la altura del Kilómetro 18 de la Panamericana Sur, entre las intersecciones de la Av. El Sol y la Av. José Carlos Mariátegui.

La Avenida María Elena Moyano, es una vía colectora, la cual se localiza en un área urbana de alta densidad poblacional y uso residencial, con una mediana presencia de actividad económica de servicios; así como una red de infraestructura vial que se caracteriza por soportar un intenso transporte público y privado.

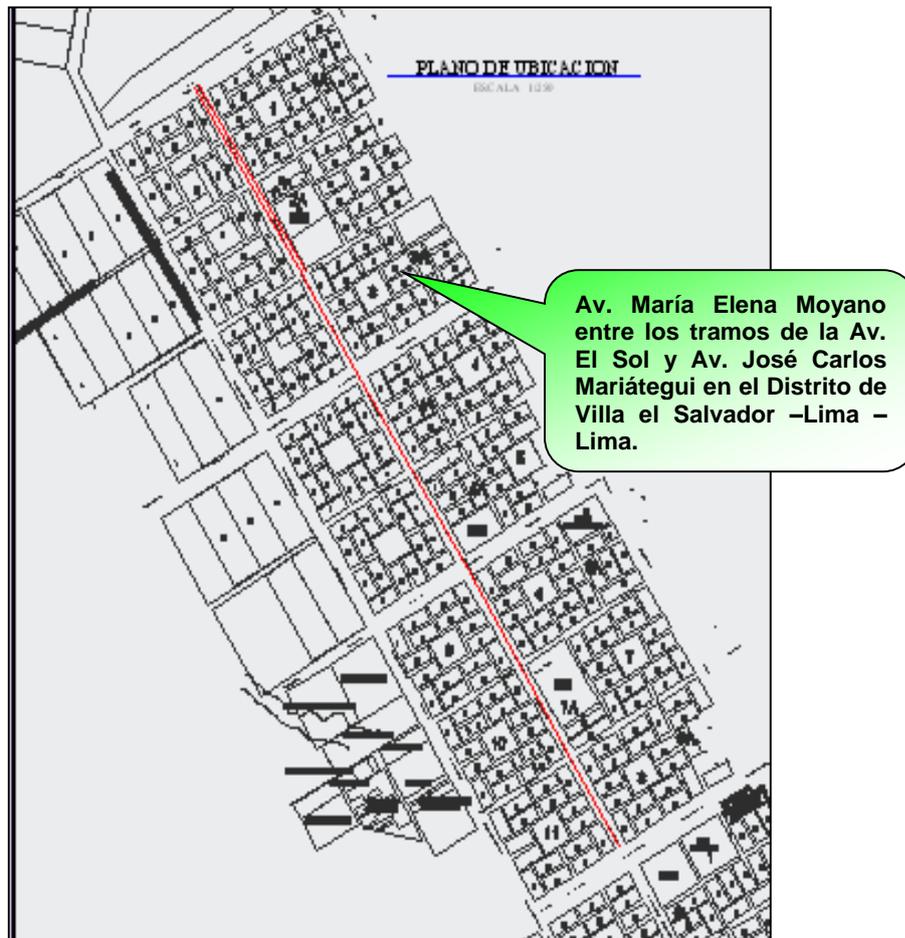


Gráfico N°2: Plano de ubicación

Fuente: Perfil Técnico del Proyecto

2.1.4. ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS

2.1.5. MARCO DE REFERENCIA

La Avenida María Elena Moyano fue intervenida a lo largo de aproximadamente 3.1 Km. de longitud, que recorre paralela a la Av. Separadora Industrial y la Av. Mariano Pastor Sevilla que se encontraban en similar situación. La primera, se encuentra a nivel de trocha carrozable, mientras que la segunda, presenta un deterioro a los largo de toda su vía.

Es una de las vías arteriales principales que articula en forma integral el Distrito con la Zona Sur del distrito, desde la Av. El Sol hasta la Av. José Carlos Mariátegui.

El Municipio ha intervenido en otras oportunidades en el desarrollo de esta avenida, a través de la pavimentación de un sólo carril. No obstante, con el paso de los años, actualmente se encuentran deteriorada.

Una de las últimas intervenciones fue a inicios del año 2000, como parte de las Obras Programadas se dispuso ejecutar el proyecto: "Construcción de pistas en la Av. María Elena Moyano".

El Municipio como ente promotor del desarrollo y organización del espacio físico en su jurisdicción; con el proyecto: "Mejoramiento de la transitabilidad vehicular en la Av. María Elena Moyano entre los tramos de la Av. El Sol y Av. José Carlos Mariátegui – Distrito de Villa el Salvador – Lima – Lima", esperando brindar adecuadas condiciones de Infraestructura vial para el tránsito vehicular en la Av. María Elena Moyano.

Este proyecto constituye una intervención orientada a modernizar la concepción y operación de dicha vía, con la implícita transformación gradual de la Avenida en un Corredor Vial; el mismo que contribuirá a lograr mejores niveles de conectividad con los distritos aledaños a Villa el Salvador y a su Desarrollo Socio Económico.

2.1.6. PARQUE AUTOMOTOR EN EL DISTRITO

El transporte público es un caos en todo Lima y Villa El Salvador no se escapa de esta realidad. Hay miles de micros, combis y couster, agrupados en líneas, que cubren a veces recorridos de 20 y 40 km. El parque automotor es enorme y el tráfico insostenible, sobre todo en "horas punta", lo que tiene graves consecuencias en la contaminación.

En Villa El Salvador el parque automotor, tanto público como privado, es viejo, sobre todo el público por ser las unidades importadas como usadas. En el distrito el parque automotor se desgasta rápidamente por las condiciones de la infraestructura vial (vías principales diseñadas en contra de la pendiente que

obligan a forzar el motor, mal estado de conservación de las vías o vías sin tratamiento, que maltratan las unidades más de lo previsto, camellones sobredimensionados en altura, que malogran los frenos, amortiguadores y palieres).

Ante esta situación, el proyecto busca disminuir el déficit de vías en mal estado, generando un tráfico vehicular seguro.

2.1.7. TIPO DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO

Al inicio del poblamiento de Villa El Salvador y hasta inicios de la década de los 90, el problema de transporte era grave para la población del distrito, debido a las pocas líneas y unidades que llegaban a la zona, las rutas largas y las vías sin asfaltar.

Actualmente, con el aumento de población de VES, su conurbación con San Juan de Miraflores y la pavimentación de las principales avenidas transversales (200 Millas, Juan Velasco Alvarado, J.C. Mariátegui, El Sol, 1º de Mayo); y longitudinales (Separadora Industrial, Ruta A – Avenidas Central y Revolución, Ruta B – Avenidas Los Álamos y Micaela Bastidas, **María Elena Moyano** – Av. Pastor Sevilla), el transporte público urbano ha aumentado considerablemente, cubriendo todo el distrito.

Además, esto se refuerza al convertirse de un destino final a un lugar de paso para llegar a José Gálvez, Lurín, Pachacamac, etc. Considerando que los principales atractores urbanos generadores del desplazamiento de la población son el trabajo y el estudio, la mayor parte del transporte público y privado se desplaza fuera de Villa El Salvador (el 83% de la PEA ocupada trabaja fuera de Villa El Salvador), utilizando las vías longitudinales que permiten el acceso a Lima Metropolitana).

Dentro del distrito, los principales atractores son el Parque Industrial, los diferentes colegios del distrito. En segundo lugar los mercados, especialmente la zona del Ovalo de la Mujer donde se concentra el comercio a nivel distrital, así como la zona de la Municipalidad, sobre la Av. Central donde se concentran instituciones y comercio especializado.

Considerando el aumento considerable del transporte público y privado en el distrito, y principalmente en las vías colectoras y transversales, el proyecto buscó mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular, a fin de generar una fluidez en el tránsito vehicular.

- **Urbano**

Predomina, desde mediados de los años 90, el servicio de Mototaxis, que ingresan por las calles sin asfaltar a las viviendas de los grupos residenciales, asociaciones, asentamientos humanos y las conectan con los principales atractores urbanos de Villa (las zonas comerciales, administrativas, recreativas) y las principales rutas de transporte público (rutas A, B, C) Existen asociaciones con sus respectivas rutas, como las siguientes:

- ✓ Asociación Pachacamác (del Ovalo Velasco a Pachacamác).
- ✓ Asociación Señor de Cachuy y Asociación Cristo Salvador (del Ovalo Velasco a Construcción).
- ✓ Empresa Taxi Villa, 2 de Mayo.
- ✓ Empresas de Servicio Rápido Chasqui (Mercado 24 de Junio, Los Álamos, Av. El Sol, Villa Palomares, Av. Revolución, Parroquia, Laderas de Villa).
- ✓ Asociación El Sol (Parroquia, el sol, Villa del Mar).
- ✓ Asociación la Unión (Av. Modelo, Mercado 1º de Mayo).

- **Interurbano**

El transporte interurbano conecta Villa El Salvador con Lima Metropolitana, tiene tres vías de acceso desde el Norte:

- ✓ A través de la Av. Pachacutec, se accede a la zona industrial y a la Av. El Sol para seguir por la Ruta A.
- ✓ A través de la Av. Micaela Bastidas, que se conecta con el final de la Av. Miguel Iglesias en San Juan de Miraflores, que permite seguir por la ruta B.

- ✓ A través de la Av. Pastor Sevilla, que se conecta con la Av. Pedro Miotta (Antigua panamericana Sur) y con la Carretera Panamericana Sur, para seguir por la ruta C, o subiendo por la Av. El Sol, para seguir por la ruta A (Av. Central)

2.1.8. POBLACIÓN Y ZONA AFECTADA

- Región : Lima
- Provincia : Lima
- Distrito : Villa el Salvador
- Localidad : Zona Residencial
- Sector : 06

Desde sus inicios, Villa El Salvador es un excepcional proceso social. Destaca la fuerte organización de los pobladores, lo cual se refleja en la imagen urbana de los sectores originales. Esta característica sociopolítica se refleja en la "etapa de planeamiento", que permite una ordenada ocupación del espacio estableciéndose áreas de vivienda, comercio, recreación, de producción agrícola y, en particular, terrenos para el Parque Industrial.

La gestión de los dirigentes y la participación de los pobladores instalados por Sectores, a través de Grupos Residenciales y manzanas, logran la construcción de sus locales, la arborización de parques, calles y avenidas, la salud, la educación.

Actualmente Villa el Salvador tiene un nivel de urbanidad de 99.3%, mayor que los de Lurín (87%) y Pachacamac (81%)¹, lo cual refleja la extensa ocupación del territorio para actividades urbanas, especialmente la vivienda, con características propias que veremos a continuación.

Según el Censo Nacional 2007: IX de Población y Vivienda, el distrito de Villa el Salvador tiene una población estimada de 381,790 habitantes que representa el 5 % de la población de Lima Metropolitana. Realizando una proyección al año 2012, con una tasa de crecimiento poblacional de 2.49% se tiene una población de 431,749 habitantes.

Esta tasa de crecimiento se ha calculado tomando como referencia los datos de los censos del año 1993 y 2007.

Cuadro N° 01

DATOS	AÑO	AÑO
	2007	2012 (Estimado)
Población de Distrito Villa el Salvador	381,790	431,749

El crecimiento de Villa El Salvador, se debe principalmente a los nuevos asentamientos humanos conformado por población emigrante que proviene de sectores de muy bajos ingresos, que son desplazados de otras áreas.

La vía comprendida del proyecto es: Av. María Elena Moyano, entre los tramos que comprende la Av. El Sol y la Av. José C. Mariátegui – del Sector VI, en la Zona Urbana del Distrito de Villa el Salvador –Lima-Lima.

Fuente: Perfil Técnico del Proyecto

2.1.9. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y CULTURALES DE LA POBLACIÓN

Población

La población se concentra en el rango de edad que fluctúa entre los 16 a 50 años (62.79 %), esto indicaría que existe una PEA potencial, así mismo el número de hombres es mayor que el de las mujeres. La composición etérea de la población está constituida por:

Cuadro N° 02

Rango	% del Total	Masculino	Femenino
00 - 05 AÑOS	4.65%	47.25%	52.75%
06 - 15 AÑOS	18.02%		

16 - 50 AÑOS	62.79%		
Más de 50 Años	14.53%		

Fuente: Oficina de Planificación y Asesoría Técnica. MDVES.

Educación

Según el nivel educativo, se tiene la siguiente composición:

Cuadro N° 03

Grado de Instrucción				
Sin instrucción	Primaria.	Secundaria	Superior No Universitaria	Universitaria
1.49%	11.19%	46.27%	9.70%	30.60%

Fuente: Oficina de Planificación y Asesoría Técnica. MDVES.

El grado educativo promedio es estudios secundarios, existiendo un número apreciable de profesionales dentro de la comunidad, el analfabetismo es bajo, es menos del 2%. La población estudiantil representa aproximadamente el 37.43% de la población total.

Se observa un aumento en los niveles de educación de la población, el cual no ha sido acompañado por un correspondiente aumento en las oportunidades laborales. Como resultado, una mayoría de la población se auto emplea en el área denominado informal en actividades relacionadas al comercio.

Empleo

El empleo de la Población Económicamente Activa (PEA) en promedio está distribuido de la manera siguiente:

Cuadro N° 04

Categoría Ocupacional					
Obrero	Empleado	Trab. Famil	T. Independ.	T. del Hogar	FF.AA.
29.73%	47.30%	2.70%	18.92%	1.35%	0.00%

Fuente: Oficina de Planificación y Asesoría Técnica. MDVES.

Generalmente, la masa laboral está conformado mayormente por trabajadores independientes, obreros y empleados; existe cierta permanencia en el trabajo con un 45.61%, el trabajo eventual llega al nivel del 42.11%. La desocupación mantiene un nivel mínimo de la población (9.50%).

Los lugares de sus actividades laborales se encuentran predominantemente en el mismo distrito (55%), Lima Cercado (12%), Surco (6%) y el resto en las otras zonas de Lima Metropolitana.

Uso Residencial

Es el predominante en el distrito. En este uso, la mayoría de las viviendas en Villa el Salvador (69.7%) son casas independientes, si se junta con el porcentaje de viviendas improvisadas (en asentamientos humanos, donde cada vivienda también es independiente por estar cada una en un lote separado), el porcentaje de viviendas independientes asciende a 96.6% , lo cual refleja la necesidad de un terreno propio de los habitantes de Villa El Salvador y la tendencia en el tiempo de ocupar todos los terrenos eriazos existentes, a pesar de su lejanía de los equipamientos y actividades económicas, así como la falta de servicios básicos y de saneamiento legal.

Servicios Básicos:

Aquellas viviendas que se encuentran colindantes con la Avenida, tienen los servicios básicos: Agua, luz y desagüe. Algunos vecinos cuentan con teléfono fijo instalado a sus viviendas, e incluso el servicio de internet. La situación es distinta en los que se ubican en los asentamientos humanos, carecen de dichos servicios, como son el AA.HH Lomo de Corvina, y la Encantada.

Salud:

En el distrito de Villa el Salvador existen 44 establecimientos de salud, 30 de los cuales son públicos, De analizar la localización y radio de cobertura de los principales equipamientos de salud, se concluye que la zona de los nuevos asentamientos humanos y en especial la zona agropecuaria no está cubierta con este tipo de servicios.

El servicio de salud es prestado por las siguientes instituciones:

Ministerio de Salud (Disa II Sur), con 3 Centros Materno Infantil, 1 centro de salud y 13 puestos. Los establecimientos de salud del MINSa cubren la mayor parte del área residencial del distrito, sin embargo tiene un déficit cualitativo, determinado por la poca calidad de la infraestructura, el hacinamiento de los servicios, la falta de condiciones de bioseguridad y el mal trato en la atención.

ESSALUD.- En Villa El salvador funciona el Hospital Nivel I Uldarico Rocca Fernández, ubicado en la Av. Separadora Industrial y Av. César Vallejo. Es un hospital con una infraestructura moderna.

Municipalidad de Villa El Salvador.- Existen 3 Postas Médicas municipales. Gestionados por la Iglesia Católica.- Existen 4 Centros de Salud.

Gestionados por la comunidad.- Se tiene 32 tópicos de salud en 32 grupos residenciales.

Fuente: Perfil Técnico del Proyecto

2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Área rural: Es el área establecida en los Instrumentos de Planificación Territorial que está fuera de los límites urbanos o de expansión urbana.

Área urbana: Es el área destinada a usos urbanos, comprendida dentro de los límites urbanos establecidos por los Instrumentos de Planificación Territorial.

Calzada o pista: Parte de una vía destinada al tránsito de vehículos.

Cliente: Persona natural o jurídica, de naturaleza pública o privada que dio origen al proyecto de la construcción. Sus necesidades dan inicio a la actividad económica.

Construcción por etapas: Proceso de ejecución de obras de edificación o habilitación urbana de un proyecto por secciones que pueden finalizarse o recepcionarse por partes.

Construcción simultánea: Obras de edificación que se ejecutan conjuntamente con las obras de habilitación urbana y cuyas licencias se otorgan en forma conjunta.

Constructor: Persona natural o jurídica, bajo cuya responsabilidad se ejecuta una obra. En caso de tratarse de una persona jurídica esta actúa a través de un profesional competente.

Control de calidad: Técnicas y actividades empleadas para verificar los requisitos de calidad, establecidos en el proyecto.

Déficit de estacionamientos: Número de puestos de estacionamientos requeridos para un proyecto, que no pueden ser ubicados dentro del lote sobre el que está construida la edificación que los demanda.

Densificación: Es el proceso de incremento de la densidad habitacional, producto del aumento de la población dentro del mismo suelo ocupado.

Demolición: Es la obra que se ejecuta para eliminar parcial o totalmente una edificación existente.

Equipamiento urbano: Conjunto de edificaciones destinadas al servicio de un determinado grupo humano. Está compuesto por las edificaciones para recreación, salud, educación, cultura, gobierno y servicios públicos.

Estacionamiento: Superficie con o sin pavimento, con o sin techo, destinada exclusivamente al estacionamiento de vehículos.

Estudios básicos: Son los estudios técnicos y económicos del proyecto, mediante los cuales se demuestra que es procedente ejecutar el proyecto.

Espacio público: Superficie de uso público, destinado a circulación y recreación.

Expansión urbana: Es el proceso de incremento de la superficie ocupada de un centro poblado.

Expediente técnico: Es el conjunto de documentos, que determinan en forma explícita las características, requisitos y especificaciones aplicables a la ejecución de la edificación. Está constituido por: planos por especialidades, especificaciones técnicas, metrados y presupuestos, análisis de precios unitarios, cronograma de obra y memoria descriptiva y si fuese el caso, fórmulas de reajuste de precios, estudios técnicos específicos (de suelos, de impacto vial, de impacto ambiental, geológicos, etc.), y listado de ensayos y/o pruebas que se requieren.

Garantías: Es el documento que dan las entidades que participan en la ejecución de cualquier etapa del proyecto, a los clientes de los productos de la edificación, mediante el cual certifican la calidad del producto por un tiempo determinado.

Habilitación urbana: Es el proceso de convertir un terreno rústico en urbano, mediante la ejecución de obras de distribución de agua y recolección de desagüe, distribución de energía e iluminación pública, pistas y veredas. Adicionalmente podrán contar con redes para distribución de gas y redes para comunicaciones. Las habilitaciones urbanas pueden ser ejecutadas de manera progresiva.

Localización: Ver Ubicación.

Lote: Superficie de terreno urbano encerrado en una poligonal, resultante del proceso de subdivisión del suelo como consecuencia de una habilitación urbana, factible de ser inscrito en el registro de la propiedad.

Manzana: Lote o conjunto de lotes limitados por vías vehiculares, vías peatonales o áreas de uso público, en todos sus frentes. Modificación del proyecto: Cambios que se solicite introducir a un proyecto o a una obra de

construcción entre la fecha de la licencia y la conformidad de obra, supongan o no un aumento del área a construir.

Nivel o Piso: Es el espacio habitable limitado por una superficie inferior transitable y una superior que hace de cubierta.

Obras de mantenimiento: Aquellas destinadas a conservar las características originales de los materiales de acabados y de las instalaciones de las edificaciones existentes.

Obras complementarias: Aquellas obras permanentes que no están comprendidas dentro del área techada y que se ejecutan para cumplir funciones de seguridad, almacenamiento, pavimentación y colocación de equipos.

Parámetros urbanísticos y edificatorios: Disposiciones técnicas que establecen el uso del suelo, el coeficiente de edificación, la densidad neta, la altura, el número de estacionamientos y en general cualquier condición que debe ser respetada por las personas que deseen efectuar algún trabajo de edificación sobre un lote determinado.

Parque: Espacio libre de uso público destinado a la recreación pasiva o activa, con predominancia de áreas verdes naturales, de dimensiones establecidas en los mínimos normativos, que puede tener instalaciones para el esparcimiento o prácticas deportivas o culturales.

Pasaje: Vía de tránsito peatonal con circulación eventual de vehículos, con salida a vías de tránsito vehicular o a espacios de uso público.

Pasaje de circulación: Ambientes asignados exclusivamente a circulación de personas.

Pavimento: Superficie uniforme de materiales compactos preparada para el tránsito de personas o vehículos.

Pendiente promedio de un terreno: Es el porcentaje que señala la inclinación media de un terreno con respecto al plano horizontal, calculado en base a los niveles máximo y mínimo.

Planeamiento integral: Planeamiento que establece la organización de las vías de una zona determinada para la inserción de una habilitación urbana.

Plano de Zonificación: Es el conjunto de normas técnicas urbanísticas contenidas en el Plan de Desarrollo Urbano por las que se regula el uso del suelo en función de las demandas físicas, económicas y sociales de la ciudad, para localizar las diferentes actividades humanas.

Propietario: Persona natural o jurídica que declara ser titular del dominio del predio al que se refiere una obra.

Proveedor: Es la persona natural o jurídica que entrega un producto o un servicio requerido por cualquiera de las actividades del proyecto o de la edificación.

Proyectista: Profesional competente que tiene a su cargo la ejecución de una parte del proyecto de una obra.

Proyecto: Conjunto de actividades que demandan recursos múltiples que tienen como objetivo la materialización de una idea. Información técnica que permite ejecutar una obra de edificación o habilitación urbana.

Responsabilidades: Son las obligaciones que deben ser cumplidas por las personas naturales o jurídicas, como consecuencia de su participación en cualquier etapa de un proyecto.

Supervisor técnico: Es la persona natural o jurídica que tiene como responsabilidad verificar la ejecución de la construcción y aprobar las pruebas, ensayos y controles, según los requisitos definidos en el contrato de obra, la licencia de construcción y en las disposiciones legales vigentes. En el caso de personas jurídicas en cuyo objeto social se encuentre el de supervisión de obras, actuara a través de un profesional competente.

Terreno natural: Estado del terreno anterior a cualquier modificación practicada en él.

Terreno urbano: Es la unidad inmobiliaria constituida por una superficie limitada de suelo, que cuenta con servicios de abastecimiento de agua, sistema de

desagües, abastecimiento de energía eléctrica y redes de iluminación pública.
Puede o no contar con pistas y veredas.

Tienda: Local para realizar actividades comerciales.

Vivienda: Edificación compuesta por ambientes o espacios para estar, dormir, comer, cocinar e higiene, para el uso de un grupo familiar. De existir, el estacionamiento forma parte de la vivienda.

Urbanización: Conjunto de terrenos urbanos habilitados para uso de vivienda.

Uso del suelo: Es la zonificación asignada a los terrenos urbanos, de acuerdo a su vocación y en función de las necesidades de los habitantes de una ciudad. Puede ser residencial, comercial, industrial o de servicios.

Vereda: Parte pavimentada de una vía, asignada a la circulación de personas.

Vía: Espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas.

CAPÍTULO III PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

3.1.1. DESCRIPCION GENERAL

El presente Estudio de Ingeniería de Tráfico se ha realizado en función de evaluar las condiciones del comportamiento del tránsito actual y compararlo con el Estudio de Tráfico anterior, en la búsqueda de encontrar indicios y elementos que nos servirán de base para analizar y mejorar el diseño estructural del pavimento existente en la Av. María Elena Moyano, desde la Av. El Sol hasta la Av. José Carlos Mariátegui, construida en el año 2012.

3.1.2. METODOLOGÍA

El Estudio de Tráfico se definirá como el desplazamiento de bienes y/o personas en medios de transporte, mientras que el tránsito viene a ser el flujo de vehículos que circulan por la calzada de la vía pero que finalmente se denomina tráfico vehicular.

Para desarrollar el Estudio de Tráfico se han contemplado Cuatro Etapas claramente definidas, las cuales son:

- Recopilación de Información.
- Trabajo de Gabinete
- Trabajo de campo
- Tabulación de la información

Recopilación de la Información.

La información básica para la elaboración del Estudio de Tráfico procede de Dos (2) fuentes: Referenciales y Directas.

Las fuentes referenciales existen a nivel oficial, referidas en especial a la información del I.M.D. y factores de corrección existentes en los documentos oficiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, considerando un aporte valioso contar con información primaria además de actualizar, verificar y complementar la información secundaria disponible, por ello es importante indicar que la DGCF – Dirección de Desarrollo Vial, vienen realizando Conteos de Tráfico y Encuestas de Origen – Destino, las que se han recopilado previamente.

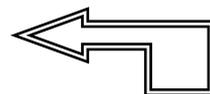
El Trabajo de Gabinete.

El Trabajo de Gabinete consistió en la elaboración de los Formatos en el Conteo de Tráfico para ser utilizados en la Estación de Control pre establecida y fijando la ubicación y fecha del trabajo.

El Formato del Conteo Volumétrico de Tráfico considera la toma de información correspondiente a la Estación de Control, la hora y día, fecha del conteo para cada tipo de vehículo, y cada sentido.

Momentos antes de la realización se planifico la ubicación de la Estación de aforamiento del flujo en la Intersección de la Av. María Elena Moyano con la Av. César Vallejo, esta estación está ubicada en el mismo lugar en el que se realizó el conteo para el antiguo estudio de tráfico.

Gráfico N° 13 Ubicación de la Estación.





ESTACIÓN	TRAMO	UBICACIÓN	DÍAS
E – 1	Total	Intersección de la Av. María Elena Moyano con la Av. César Vallejo.	4

Fuente: Estudio de Tránsito del Proyecto

El Trabajo de Campo.

El Trabajo de Campo consistió en el Registro del Conteo Vehicular mediante los Formatos prediseñados, con el objeto de levantar una información acorde con la realidad del contexto urbano “in situ”, realizándose el Conteo por el método de Información Manual, las actividades se realizaron durante Cuatro (4) días de la semana, debido a que lo que se busca es conocer una cifra representativa, desde las 6:00 a.m. hasta las 10:00 p.m.

Tabulación de la Información.

Se desarrolló el Trabajo de Tabulación, la misma que fue procesada en Hojas de Cálculo Matemático para realizar los ajustes y las correcciones de las sumatorias.

Los Conteos de tráfico registrados durante el día se fueron procesando en Formatos Resumen durante y según el sentido del flujo indicando la distribución de las horas y la clasificación de los vehículos.

3.2. ESTUDIOS BASICOS

3.2.1 "ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE TRÁFICO"

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (I.M.D.).

En el análisis de la información levantada en campo, la obtención de los resultados de los Conteos Volumétricos realizados, tiene por objeto conocer los Volúmenes de Tráfico que soporta el sistema vial de la Av. María Elena Moyano en el tramo comprendido entre la Av. El Sol y la Av. José Carlos Mariátegui, calculando matemáticamente en detalle la composición vehicular y variación diaria.

Para convertir el Volumen del Tráfico obtenido en el Conteo en Índice Medio Diario (I.M.D.), se utilizó la siguiente fórmula:

$$I. M. D. : \frac{2PL + S + D}{4} \times Fc$$

Dónde:

PL: Promedio de Volumen de Tránsito de días laborables.

S : Volumen del Tránsito del día Sábado.

D : Volumen del Tránsito del día Domingo.

Fc : Factor de corrección obtenido de Estaciones de similares características.

I.M.D.: Índice Medio Diario.

CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR.

Los Resultados del Conteo Vehicular se obtuvieron de la información recogida en campo en la Av. María Elena Moyano día por día, el tipo de vehículo, por sentido, y el consolidado de ambos sentidos, el Resumen de los Conteos Vehiculares, lo detallaremos en el Anexo N° 1 del presente trabajo.

En el Conteo Vehicular se muestran los Cuadros de los Conteos de Tráfico Diario, las Variaciones Horarias Vehiculares, por Sentido de Circulación y la

Clasificación Horaria y Total para cada día levantado en campo, el Promedio Semanal por Sentido y el Consolidado para ambos Sentidos.

Factores de Corrección Estacional.

Para el presente Estudio es necesario afectar los valores obtenidos durante un periodo de tiempo por un Factor de Corrección que lleve estos valores al Promedio Diario Anual.

El factor de Corrección Estacional se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales, vacaciones escolares, festividades, rango de la autopista, entorno vecinal, nivel socio – económico de la población, densidad poblacional, estructura del suelo, entorno urbanístico, entre otros factores.

Por las características similares de viaje de transitabilidad y composición vehicular se tomó como referencia la fuente de PRO VÍAS NACIONALES de los Años 2000 - 2003, de la siguiente manera:

- Factor de Corrección de Vehículos Ligeros: 1.08128.
- Factor de Corrección de Vehículos Pesados: 1.07797.

En este caso, para hallar el Factor de Corrección se tomó como referencia la Unidad de Peaje de Corcona de los Años 2000 - 2003, por tener similares características con la vía en estudio.

Los Factores corresponden al Mes de Noviembre, obteniéndose un promedio de dichos años para utilizarlo en nuestro estudio.

Estación de Peaje "Corcona".

Carretera Central Héroes de la Breña Km. 48 + 000 RN – 20.

Distrito: Santa Cruz de Cocachara.

Provincia: Huarochirí.

Departamento: Lima.

Cuadro N° 11

AÑO	F.C. LIGERO	F.C. PESADO
Noviembre – 2000	1.00546	0.99361
Noviembre – 2001	1.09472	1.09207
Noviembre – 2002	1.13024	1.13358
Noviembre – 2003	1.09472	1.09260
Promedio	1.08128	1.07797

Fuente: PRO VÍAS NACIONALES de los Años 2000 – 2003.

RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados obtenidos en la Estación E – 1 en la Av. María Elena Moyano altura de la Av. Cesar Vallejo, se indican en el Anexo N° 1 del presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

Tramo: Av. El Sol y Av. José Carlos Mariátegui

Sentido: Sur – Norte y Norte – Sur.

Tiempo: 4 días.

Días: Del Jueves 16 de Junio al Domingo 19 de Junio del 2016.

CALCULO DEL I.M.D. SEMANAL.

Para calcular el Promedio de Tráfico Semanal se aplica la siguiente Fórmula:

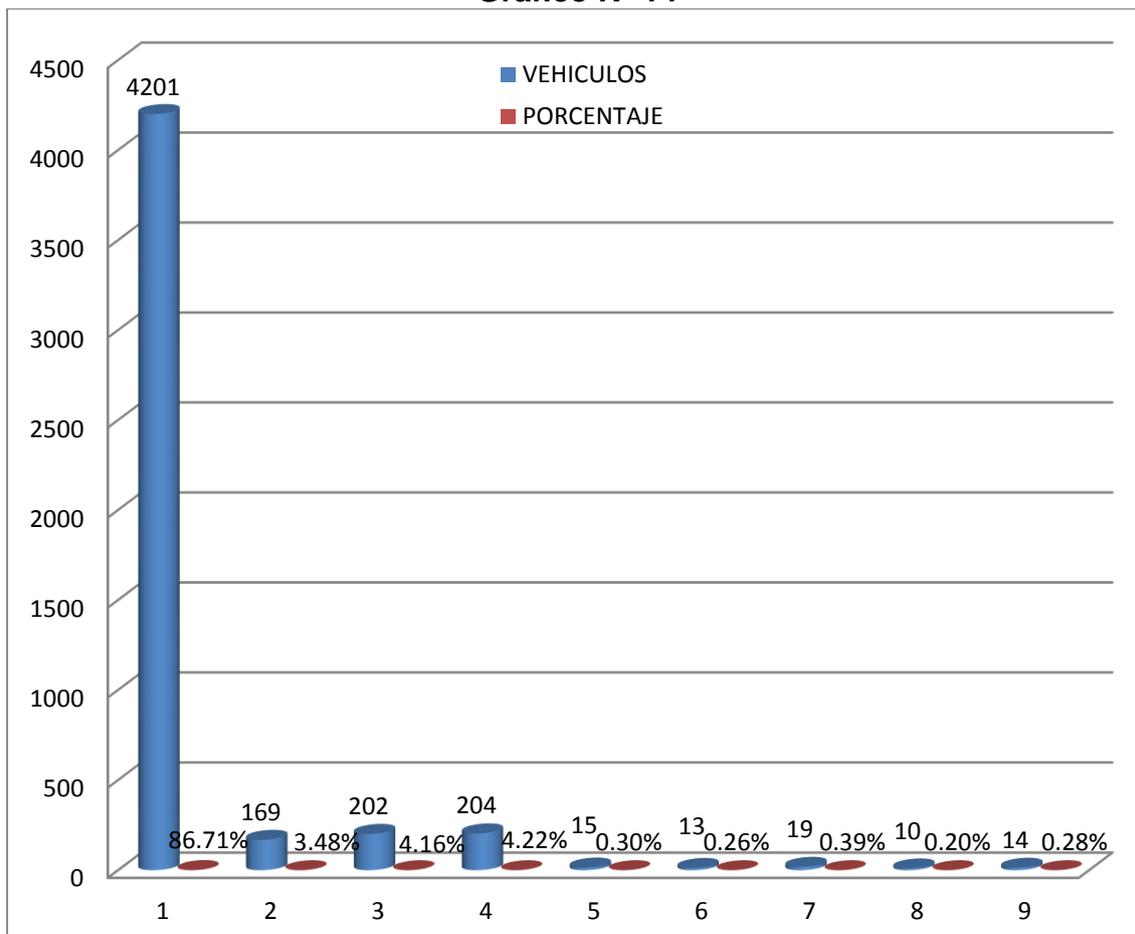
$$\text{Promedio de la Semana} = \frac{\text{Suma de Volumen Diario}}{4}$$

Los resultados obtenidos de calcular el Promedio Semanal se detallan en el Anexo N°2 de este trabajo, el resumen de cálculos se encuentra en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 12

PROMEDIO SEMANAL									
PROMEDIO	AUTOS	CAMIONET A RURAL	MICROBUS / COUSTER	OMNIBUS	CAMION DE 2 EJES (C2)	CAMION DE 2 EJES (C3)	CAMION DE 2 EJES (C4)	T2S3	T2S2
4844	4201	169	202	204	15	13	19	10	14
100%	86,71 %	3,48%	4,16%	4,22%	0,30%	0,26%	0,39%	0,20 %	0,28 %

Gráfico N° 14



Cuadro N° 13

	AUTOS	CAMIONET A RURAL	MICROBUS / COUSTER	OMNIBUS	CAMION DE 2 EJES (C2)	CAMION DE 2 EJES (C3)	CAMION DE 2 EJES (C4)	T2S3	T2S2
VEHICULOS	4201	168,5	201,5	204,25	14,75	12,5	18,75	9,75	13,75
PORCENTAJE (%)	86,71 %	3,48%	4,16%	4,22%	0,30%	0,26%	0,39%	0,20 %	0,28 %

CALCULO DEL I.M.D. ANUAL.

El Índice Medio Diario Anual (I.M.D.A.) es el producto del cálculo de multiplicar el Promedio de Tráfico Semanal por el Factor de Corrección.

Para esto haremos un resumen del I.M.D, agrupando a los vehículos que presenten más de dos ejes, en una misma sección, como detallo a continuación:

Cuadro N° 14

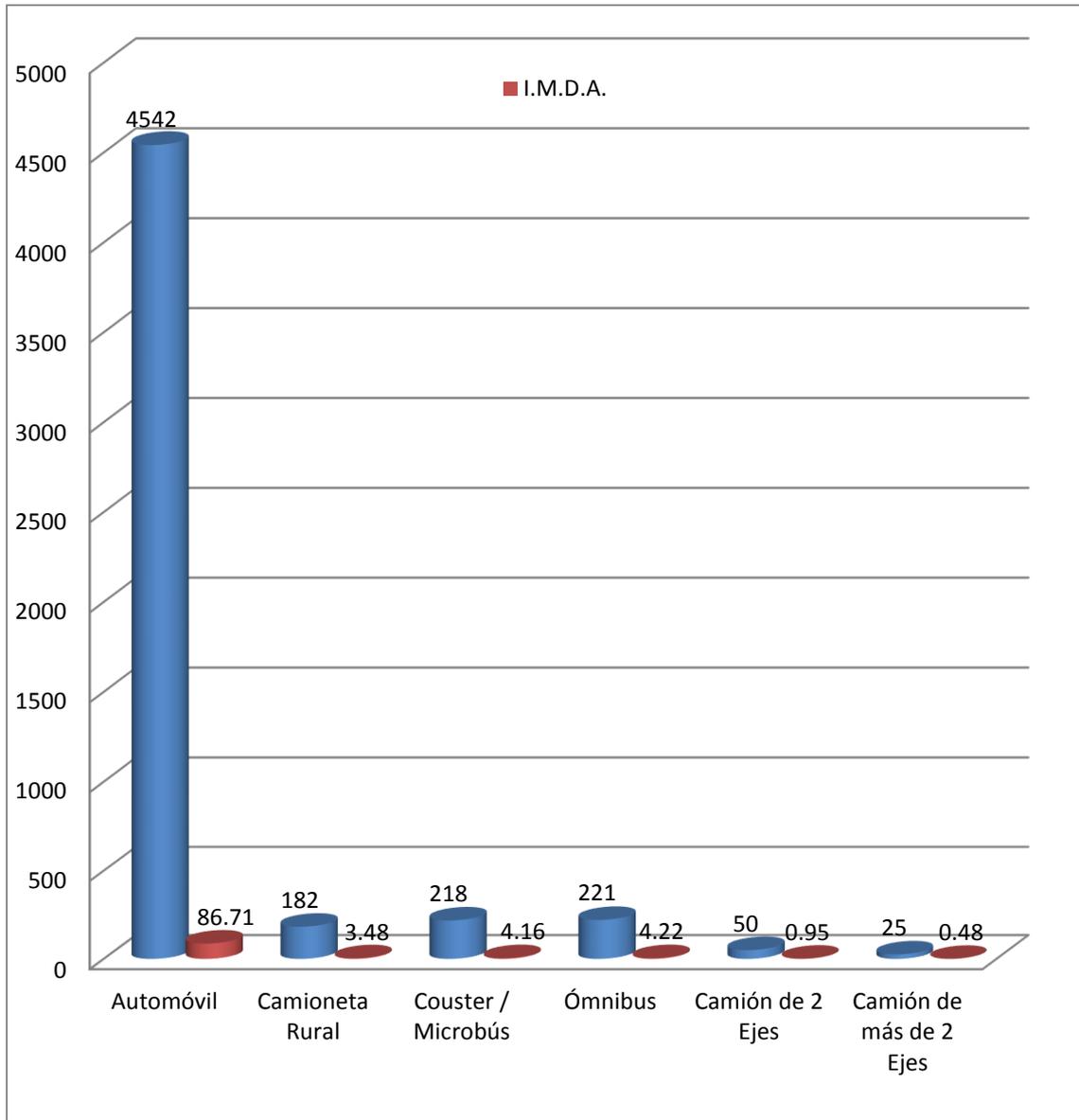
TIPO DE VEHICULO	I.M.D
Automóvil	4201
Camioneta Rural	169
Couster / Microbús	202
Ómnibus	204
Camión de 2 Ejes	46
Camión de más de 2 Ejes	24

El cálculo del I.M.D.A. considerando el factor de corrección, para el presente Estudio de Tráfico se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 15

TIPO DE VEHICULO	I.M.D.A	PORCENTAJE (%)
Automóvil	4542	86,71
Camioneta Rural	182	3,48
Couster / Microbús	218	4,16
Ómnibus	221	4,22
Camión de 2 Ejes	50	0,95
Camión de más de 2 Ejes	25	0,48
TOTAL	5238	100,00

Gráfico N° 15



Cuadro Nº 16

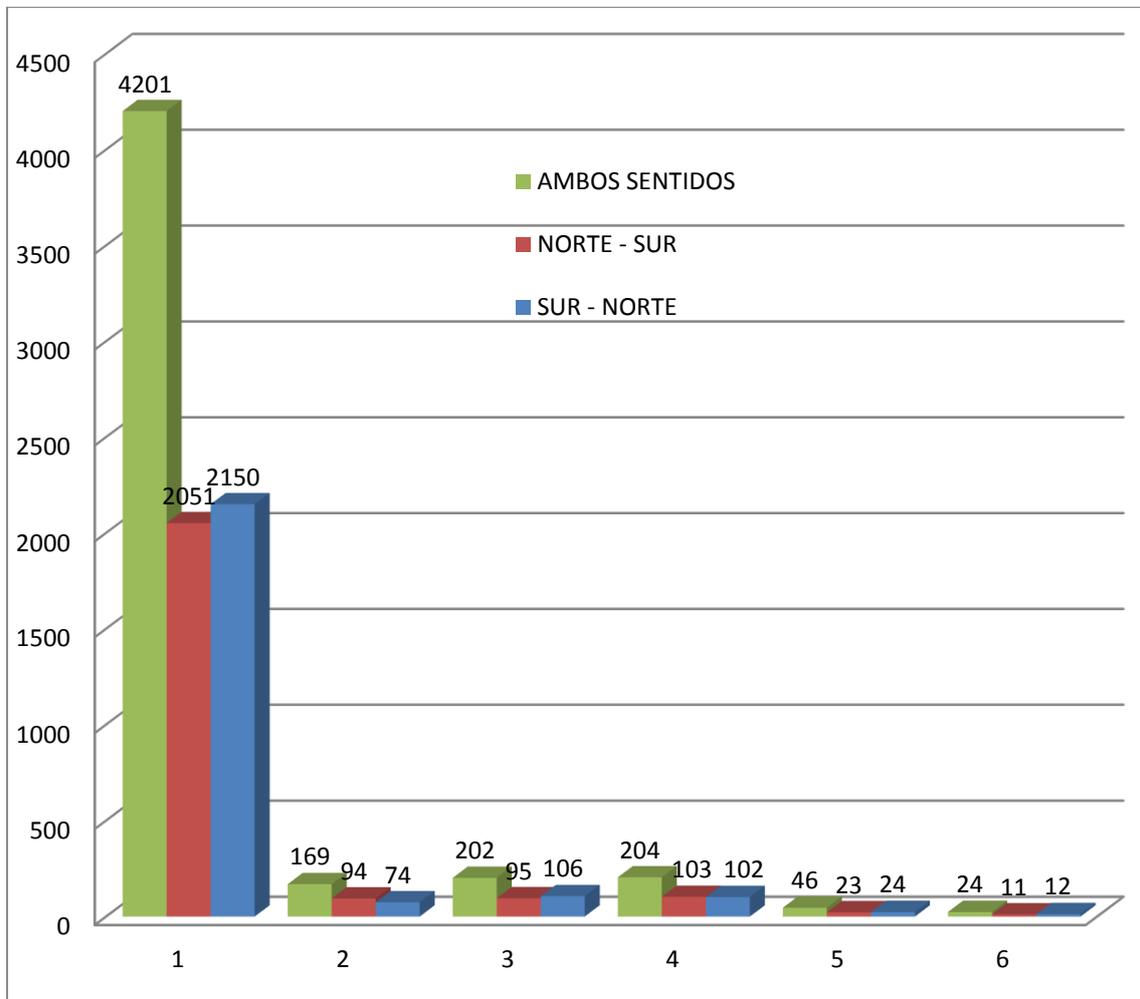
	Automóvil	Camioneta Rural	Couster / Microbús	Ómnibus	Camión de 2 Ejes	Camión de más de 2 Ejes
I.M.D.A.	4542	182	218	221	50	25
PORCENTAJE (%)	86,71	3,48	4,16	4,22	0,95	0,48

TRAFICO INICIAL

Cuadro Nº 17

Sentido		Automóvil	Camioneta Rural	Couster / Microbús	Ómnibus	Camión de 2 Ejes	Camión de más de 2 Ejes	TOTAL
I.M.D.A.	SUR - NORTE	2150	74	106	102	24	12	2468
	NORTE - SUR	2051	94	95	103	23	11	2377
	AMBOS	4201	169	202	204	46	24	4844
	PORCENTAJE (%)	86,71%	3,48%	4,16%	4,22%	0,95%	0,49%	100,00 %

Gráfico Nº 16



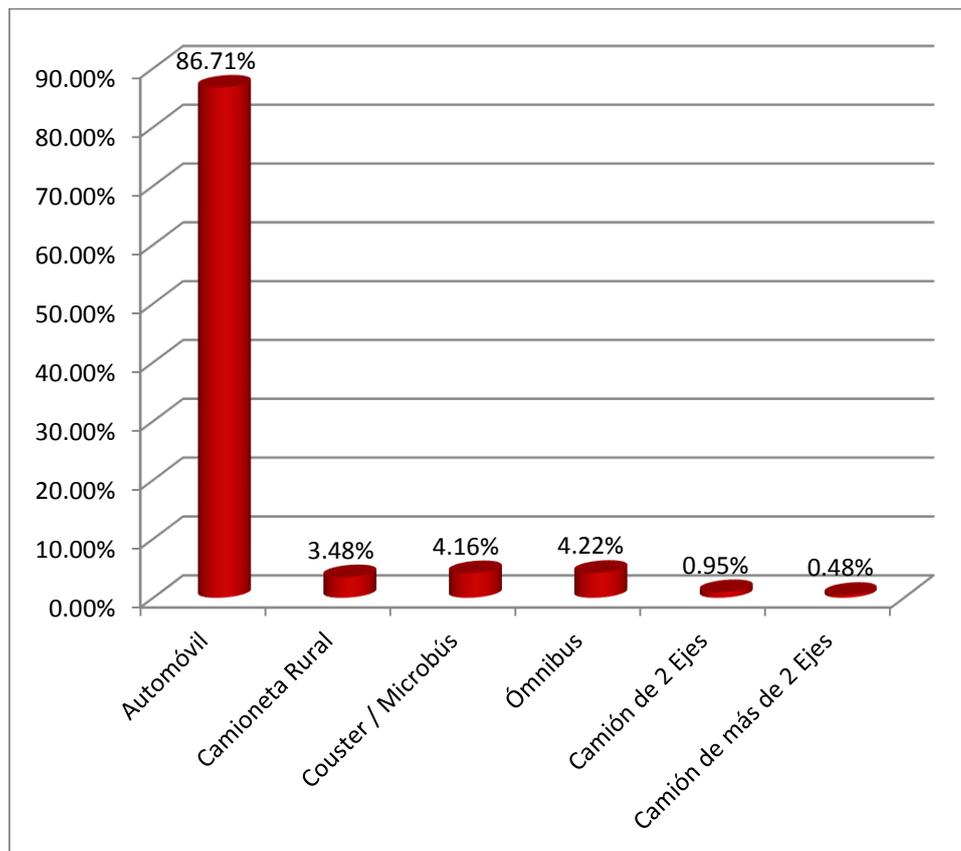
CALCULO DE LA COMPOSICION PORCENTUAL I.M.D.A.

La composición porcentual del tráfico por tipo de vehículo que circula por la calzada de la vía, se presenta en el siguiente gráfico:

Cuadro Nº 18

CLASIFICACION VEHICULAR PROMEDIO	
Automóvil	86,71%
Camioneta Rural	3,48%
Couster / Microbús	4,16%
Ómnibus	4,22%
Camión de 2 Ejes	0,95%
Camión de más de 2 Ejes	0,48%
TOTAL	100,00%

Gráfico Nº 17



ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN HORARIA IMDa.

El volumen horario es constante durante las horas del desplazamiento de vehículos, que para este caso particular se ha tomado desde las 6:00 a.m. hasta las 10:00 p.m., esta variación es de 768 a 1460 vehículos, siendo la hora punta de 6.00 p.m. a 7.00 p.m. con el 7.53 % del IMDa.

A continuación se presentan los detalles de la variación horaria en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 19

HORAS	LIGERO	BUS	CAMION DE 2 EJES	CAMION DE + DE 2 EJES	TOTAL	I.M.D.	%
6:00am – 7:00am	1032	92	11	8	1143	286	5,90
7:00am – 8:00am	1097	153	11	8	1269	317	6,55
8:00am – 9:00am	1225	201	18	13	1457	364	7,52
9:00am – 10:00am	1162	188	13	8	1371	343	7,08
10:00am – 11:00am	967	159	15	5	1146	287	5,91
11:00am – 12:00m	1061	142	11	7	1221	305	6,30
12:00m – 1:00pm	1128	150	9	5	1292	323	6,67
1:00pm – 2:00pm	1127	164	7	3	1301	325	6,71
2:00pm – 3:00pm	956	144	10	0	1110	278	5,73
3:00pm – 4:00pm	952	163	7	1	1123	281	5,80
4:00pm – 5:00pm	1031	157	16	2	1206	302	6,22
5:00pm – 6:00pm	1199	182	15	12	1408	352	7,27
6:00pm – 7:00pm	1245	183	25	7	1460	365	7,53
7:00pm – 8:00pm	1016	125	8	6	1155	289	5,96
8:00pm – 9:00pm	866	70	6	5	947	237	4,89
9:00pm – 10:00pm	738	24	2	4	768	192	3,96
TOTAL	16802	2297	184	94	19377		100,00
IMD	4201	574	46	24	4844	4844	
IMDa	3973	543	48	24	4588		
%	86,60%	11,84%	1,05%	0,52%	100,00%	100,00%	100,00%

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DIARIA IMDa.

En base a los análisis realizados en el presente Estudio de Tráfico Diario, podemos diagnosticar que los mayores volúmenes de tráfico que registra la Estación E – I en la Av. María Elena Moyano, comprendida en el Tramo de la Av. El Sol y la Av. José Carlos Mariátegui, se presenta el día viernes con 5,030 vehículos/día y el menor el día domingo con 4,760 vehículos/día.

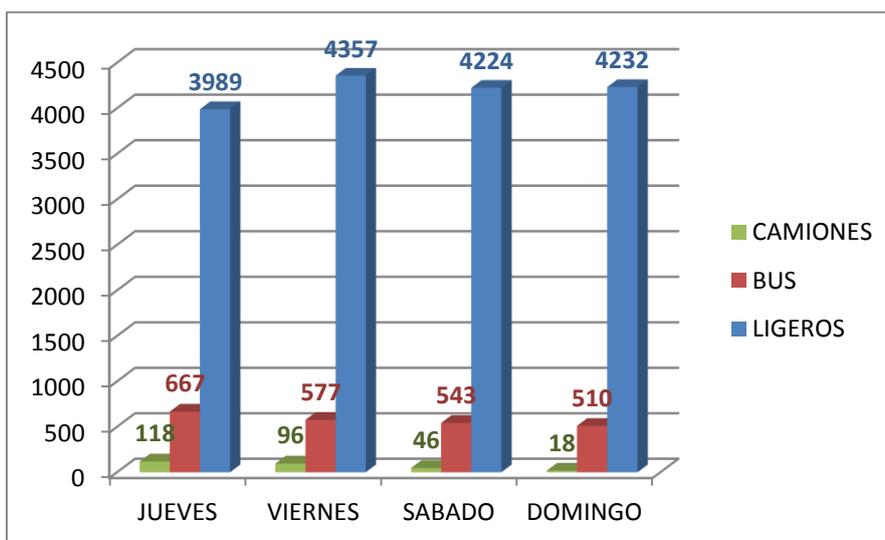
A continuación en el siguiente cuadro se detalla el comportamiento de los mayores volúmenes por día de tráfico:

Cuadro Nº 20

DIAS	LIGEROS	BUS	CAMIONES	TOTAL
JUEVES	3989	667	118	4774
VIERNES	4357	577	96	5030
SABADO	4224	543	46	4813
DOMINGO	4232	510	18	4760
TOTAL	16802	2297	278	19377

VARIACION POR TIPO DE VEHICULO

Gráfico Nº 18



PROYECCION DE TRÁFICO DE VEHICULOS

Para la proyección del tráfico en la Av. María Elena Moyano, se ha considerado el tramo comprendido entre la Av. El Sol y la Av. José Carlos Mariátegui, considerando que el levantamiento de información se da desde la Estación de Control E – 1, ubicado en la Av. María Elena Moyano cruce con la Av. Cesar Vallejo.

El Tráfico Inicial considerado para efecto de proyección, es el tráfico obtenido en la Estación E – 1, que cuenta con un I.M.D.A de 4,844 vehículos, lo que a continuación detallamos:

Cuadro Nº 17

	Sentido	Automóvil	Camioneta Rural	Couster / Microbús	Ómnibus	Camión de 2 Ejes	Camión de más de 2 Ejes	TOTAL
I.M.D.A.	SUR - NORTE	2150	74,3	106,3	101,8	23,5	12,3	2467,5
	NORTE - SUR	2051	94,3	95,3	102,5	22,5	11,3	2376,8
	AMBOS	4201	169	202	204	46	24	4844

Se realiza la proyección anual considerando la siguiente Tasa de Crecimiento:

Cuadro Nº 21

Tipo de Vehículo	Tasa de Crecimiento	
	Población	P.B.I
Automóvil	2,70	
Camioneta Rural	0,50	
Couster / Microbús	0,50	
Ómnibus	0,50	
Camión de 2 Ejes (C2)		3,70
Camión de 2 Ejes (C3)		3,70
Camión de 2 Ejes (C4)		3,70
T2S3		3,70
T2S2		3,70

Fuente: INEI, Tasa Anual Departamental

La proyección del tránsito calculado para los siguientes 15 años es la que se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 22

Tipo de Vehículo	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Automóvil	4201	4314	4430	4550	4673	4799	4929	5062
Camioneta Rural	169	169	170	171	172	173	174	174
Couster / Microbús	202	203	204	205	206	207	208	209
Ómnibus	204	205	206	207	208	209	210	212
Camión de 2 Ejes (C2)	15	15	16	16	17	18	18	19
Camión de 2 Ejes (C3)	13	13	13	14	14	15	16	16
Camión de 2 Ejes (C4)	19	19	20	21	22	22	23	24
T2S3	10	10	10	11	11	12	12	13
T2S2	14	14	15	15	16	16	17	18
Totales	4844	4963	5085	5210	5339	5471	5607	5746

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
5198	5339	5483	5631	5783	5939	6099	6264
175	176	177	178	179	180	181	182
210	211	212	213	214	215	216	217
213	214	215	216	217	218	219	220
20	20	21	22	23	24	25	25
17	17	18	19	19	20	21	22
25	26	27	28	29	30	31	32
13	14	14	15	15	16	16	17
18	19	20	21	21	22	23	24
5889	6036	6186	6341	6500	6663	6831	7003

La proyección de tránsito se podrá observar con mayor detalle en el Anexo N° 3 de este trabajo.

3.2.2 "ESTUDIO DE TRÁFICO REALIZADO EN EL AÑO 2012"

Se muestra a continuación los puntos más importantes del Estudio de Tráfico original de la Av. María Elena Moyano, tramo: Av. El Sol – Av. José Carlos Mariátegui, realizado en el año 2012, con la finalidad de poder comparar los

datos obtenidos en dicho estudio, con la actualización realizada en el punto 3.2.1 del presente trabajo.

CALCULO DEL I.M.D. SEMANAL.

Para calcular el Promedio de Tráfico Semanal se aplica la siguiente Fórmula:

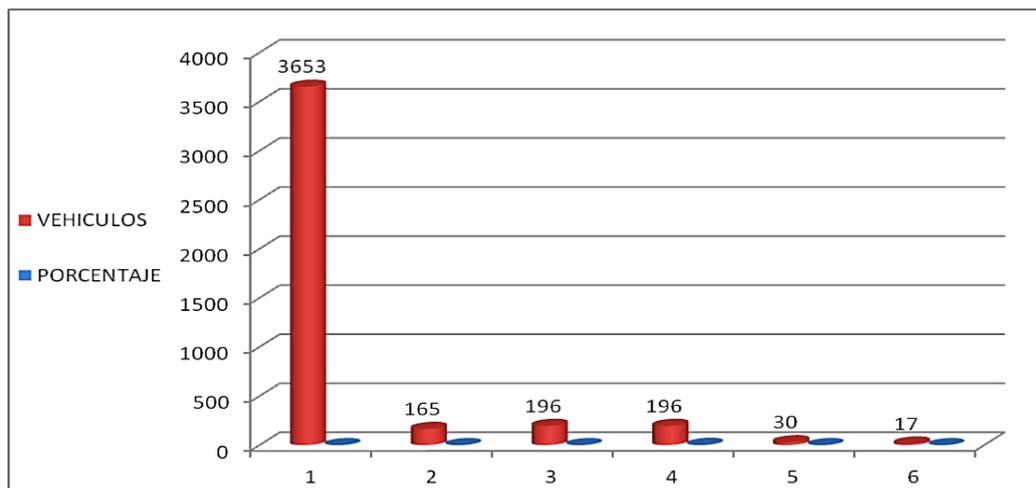
$$\text{Promedio de la Semana} = \frac{\text{Suma de Volumen Diario}}{4}$$

Los resultados obtenidos de calcular el Promedio Semanal se detallan en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 23

PROMEDIO SEMANAL						
PROMEDIO	AUTOMÓVIL	CAMIONETA RURAL	MICROBUS/ COUSTER	OMNIBUS	CAMION DE 2 EJES	CAMION + DE 2 EJES
4257	3653	165	196	196	30	17
100%	85,81%	3,88%	4,60%	4,60%	0,71%	0,40%

Gráfico N° 19



Cuadro N° 24

	AUTOMÓVIL	CAMIONETA RURAL	MICROBUS/ COUSTER	OMNIBUS	CAMION DE 2 EJES	CAMION + DE 2 EJES
VEHICULOS	3653	165	196	196	30	17
PORCENTAJE (%)	85.81%	3,88%	4,60%	4,60%	0,71%	0,40%

CALCULO DEL I.M.D. ANUAL.

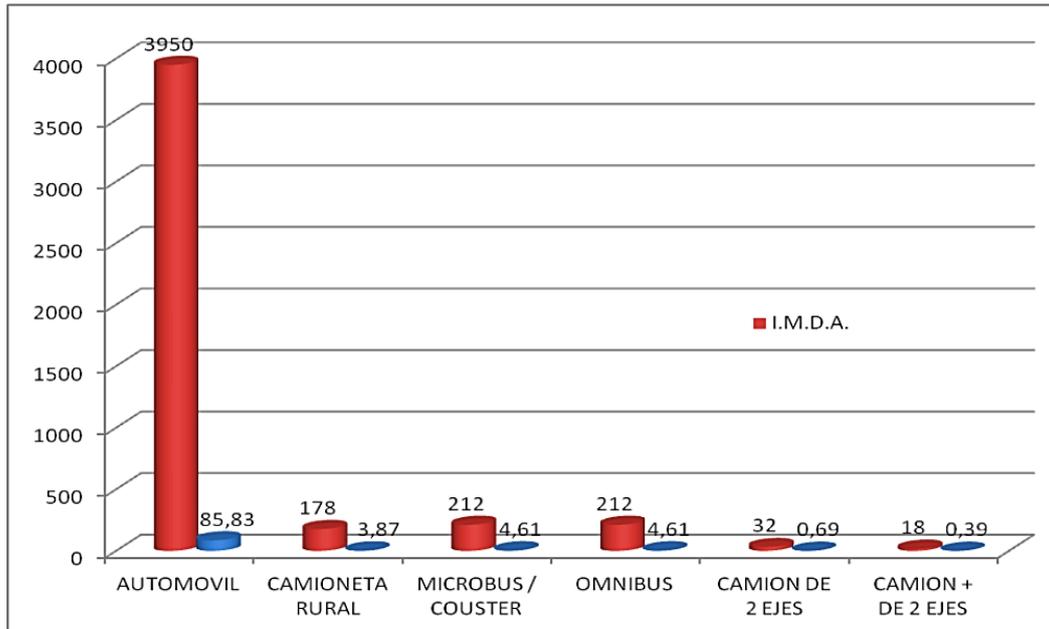
El Índice Medio Diario Anual (I.M.D.A.) es el producto del cálculo de multiplicar el Promedio de Tráfico Semanal por el Factor de Corrección.

El cálculo del I.M.D.A. considerando el factor de corrección, para el presente Estudio de Tráfico se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 25

TIPO DE VEHICULO	I.M.D.A	PORCENTAJE (%)
Automóvil	3950	85,83
Camioneta Rural	178	3,87
Couster / Microbús	212	4,61
Ómnibus	212	4,61
Camión de 2 Ejes	32	0,69
Camión de más de 2 Ejes	18	0,39
TOTAL	4602	100,00

Gráfico N° 20



Cuadro Nº 26

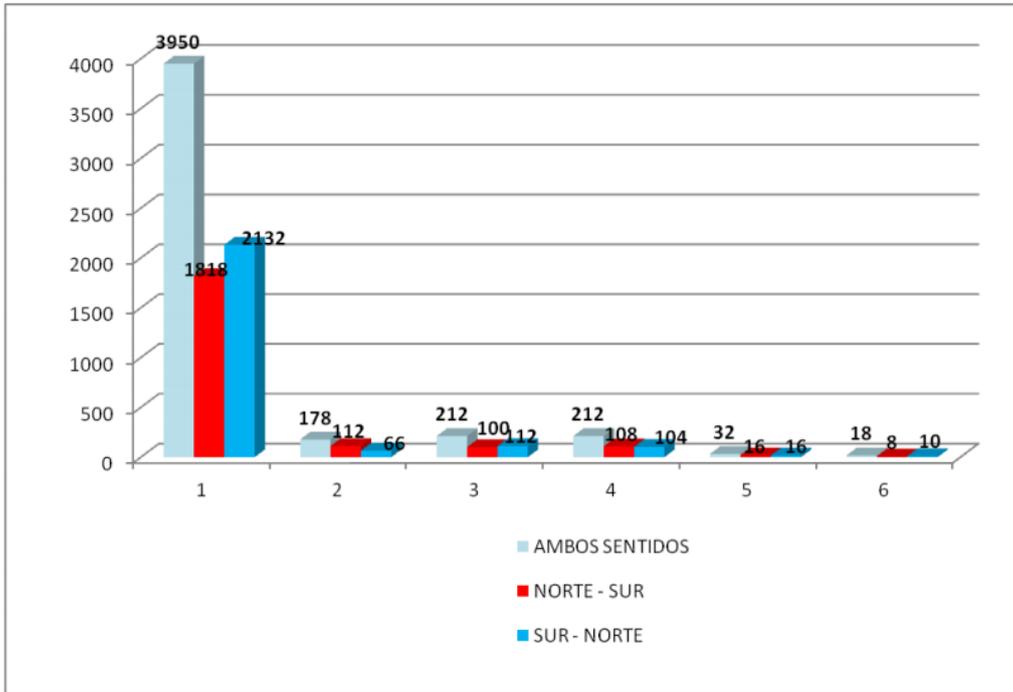
	Automóvil	Camioneta Rural	Couster / Microbús	Ómnibus	Camión de 2 Ejes	Camión de más de 2 Ejes
I.M.D.A.	3950	178	212	212	32	18
PORCENTAJE (%)	85,83	3,87	4,61	4,61	0,69	0,39

TRAFICO INICIAL

Cuadro Nº 27

Sentido		Automóvil	Camioneta Rural	Couster / Microbús	Ómnibus	Camión de 2 Ejes	Camión de más de 2 Ejes	TOTAL
I.M.D.A.	SUR - NORTE	2132	66	112	104	16	10	2440
	NORTE - SUR	1818	112	100	108	16	8	2162
	AMBOS	3950	178	212	212	32	18	4602
	PORCENTAJE (%)	85,83%	3,87%	4,61%	4,61%	0,69%	0,39%	100,00%

Gráfico Nº 21



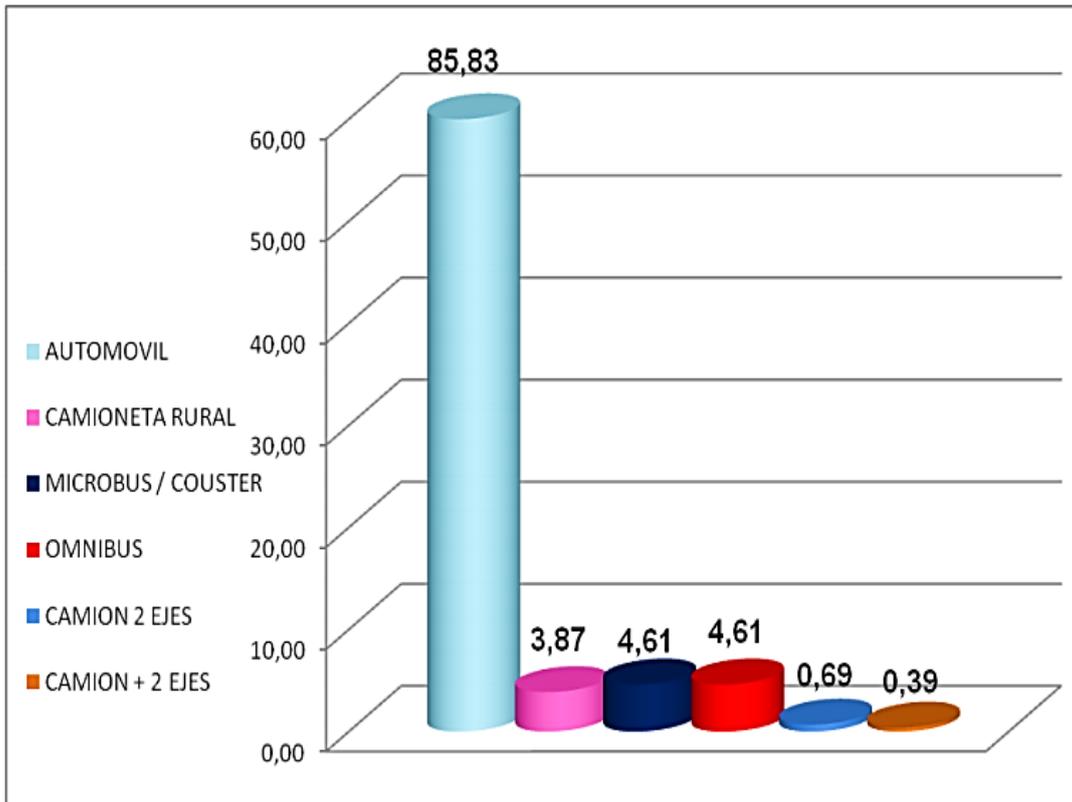
CALCULO DE LA COMPOSICION PORCENTUAL I.M.D.A.

La composición porcentual del tráfico por tipo de vehículo que circula por la calzada de la vía, se presenta en el siguiente gráfico:

Cuadro N° 28

CLASIFICACION VEHICULAR PROMEDIO	
Automóvil	85,83%
Camioneta Rural	3,87%
Couster / Microbús	4,61%
Ómnibus	4,61%
Camión de 2 Ejes	0,69%
Camión de más de 2 Ejes	0,39%
TOTAL	100,00%

Gráfico N° 22



ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN HORARIA IMDa.

El volumen horario es constante durante las horas del desplazamiento de vehículos, que para este caso particular se ha tomado desde las 6:00 a.m. hasta las 10:00 p.m., esta variación es de 600 a 1251 vehículos, siendo la hora punta de 8.00 a.m. a 9.00 a.m. con el 7.35 % del IMDa.

A continuación se presentan los detalles de la variación horaria en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 29

HORAS	LIGERO	BUS	CAMION DE 2 EJES	CAMION DE + DE 2 EJES	TOTAL	I.M.D.	%
6:00am – 7:00am	1003	147	11	7	1168	292	6,86
7:00am – 8:00am	886	175	7	2	1070	268	6,28
8:00am – 9:00am	1051	190	8	2	1251	313	7,35
9:00am – 10:00am	956	163	5	5	1129	282	6,63
10:00am – 11:00am	870	153	8	3	1034	259	6,07
11:00am – 12:00m	982	137	5	3	1127	282	6,62
12:00m – 1:00pm	1012	145	6	4	1167	292	6,85
1:00pm – 2:00pm	1006	190	9	8	1213	303	7,12
2:00pm – 3:00pm	907	172	13	8	1100	275	6,46
3:00pm – 4:00pm	921	156	10	11	1098	275	6,45
4:00pm – 5:00pm	945	152	11	5	1113	278	6,54
5:00pm – 6:00pm	970	139	3	2	1114	279	6,54
6:00pm – 7:00pm	927	121	11	5	1064	266	6,25
7:00pm – 8:00pm	873	78	4	3	958	240	5,63
8:00pm – 9:00pm	750	69	3	0	822	206	4,83
9:00pm – 10:00pm	555	39	6	0	600	150	3,52
TOTAL	14614	2226	120	68	17028		100,00
IMD	4201	557	30	17	4257	4257	
IMDa	3973	602	32	18	4602		

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DIARIA IMDa.

En base a los análisis realizados en el presente Estudio de Tráfico Diario, podemos diagnosticar que los mayores volúmenes de tráfico que registra la Estación E – I en la Av. María Elena Moyano, comprendida en el Tramo de la Av. El Sol y la Av. José Carlos Mariátegui, se presenta el día domingo con 4,499 vehículos/día y el menor el día viernes con 3,884 vehículos/día.

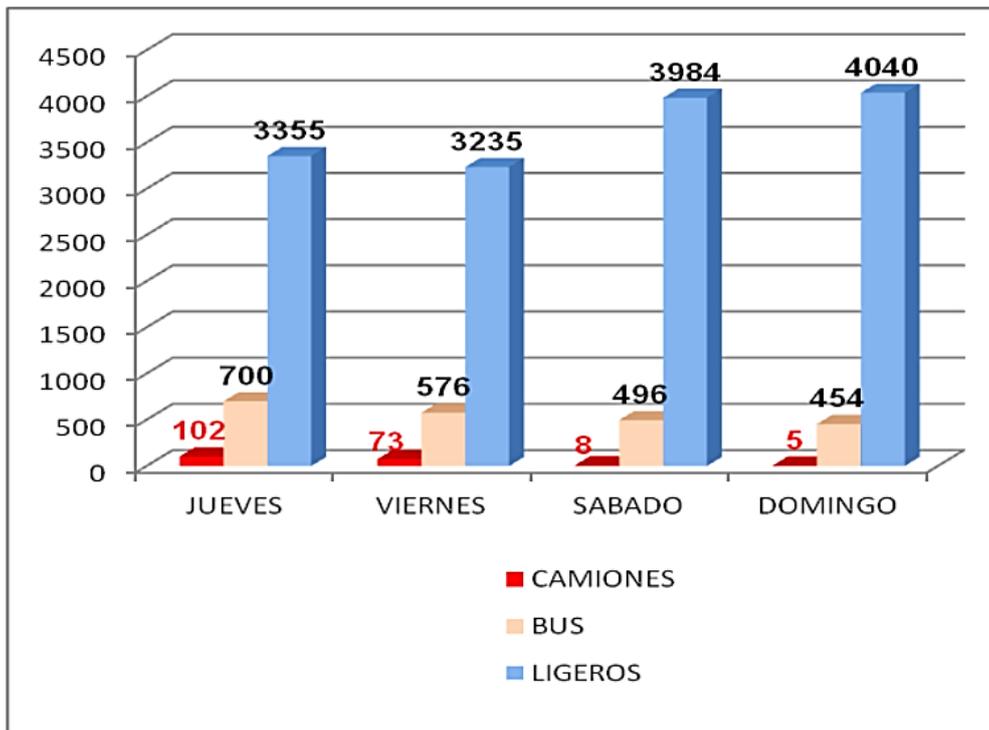
A continuación en el siguiente cuadro se detalla el comportamiento de los mayores volúmenes por día de tráfico:

Cuadro N° 30

DIAS	LIGEROS	BUS	CAMIONES	TOTAL
JUEVES	3355	700	102	4157
VIERNES	3235	576	73	3884
SABADO	3984	496	8	4488
DOMINGO	4040	454	5	4499
TOTAL	14614	2226	188	17028

VARIACIÓN DIARIA POR TIPO DE VEHICULO

Gráfico N° 23



PROYECCION DE TRÁFICO DE VEHICULOS

Para la proyección del tráfico en la Av. María Elena Moyano, se ha considerado el tramo comprendido entre la Av. El Sol y la Av. José Carlos Mariátegui, considerando que el levantamiento de información se da desde la Estación de Control E – 1, ubicado en la Av. María Elena Moyano cruce con la Av. Cesar Vallejo.

El Tráfico Inicial considerado para efecto de proyección, es el tráfico obtenido en la Estación E – 1, que cuenta con un I.M.D.A de 4,602 vehículos, lo que a continuación detallamos:

TRAFICO INICIAL

Cuadro Nº 31

Sentido		Automóvil	Camioneta Rural	Couster / Microbús	Ómnibus	Camión de 2 Ejes	Camión de más de 2 Ejes	TOTAL
I.M.D.A.	SUR - NORTE	2132	66	112	104	16	10	2440
	NORTE - SUR	1818	112	100	108	16	8	2162
	AMBOS	3950	178	212	212	32	18	4602

La proyección de tránsito se podrá observar con mayor detalle en el Anexo Nº4 de este trabajo.

3.2.3 ESTUDIO DE SUELOS REALIZADO EN EL AÑO 2012

El estudio de suelos que se muestra a continuación tiene como fuente el Expediente Técnico del proyecto: MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MARIA ELENA MOYANO, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA (TRAMO: AV. EL SOL – AV. MARIATEGUI), realizado en el año 2012.

3.3. ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN QUE MOTIVARON EL PROYECTO

La Avenida María Elena Moyano constituye actualmente una de las principales avenidas del distrito. Actualmente existe gran actividad económica en la zona.

A lo largo de los años se han ido consolidando los servicios a la población, se ha construido en alguna oportunidad una infraestructura que permita una adecuada integración de los vecinos colindantes y de presentar un mejor entorno

a las personas que acuden y transitan por esta avenida debido a la presencia de unidades de comercio y de servicios, tanto públicos como privados.

La berma central de la Avenida María Elena Moyano y todas las áreas de servicios requerían mejorarse, pues se encontraban en situación inexistente a lo largo de toda la vía, para de esta manera hacer frente a los múltiples problemas que ocasiona esta situación y el potencial tráfico vehicular que será generado en el futuro, sobre todo del transporte de carga pesada y en el incremento de pasajeros de transporte urbano.

3.3.1 ESTADO DE LAS VIAS EN EL DISTRITO

El estado de las vías en el distrito de Villa El Salvador es malo. La mayor parte de la extensa red vial del distrito se encuentra solo afirmada, sin embargo, debido a su uso, este afirmado se encuentra deteriorado y en algunos casos, las calles son casi imposibles de transitar. Esta situación se aprecia especialmente en los asentamientos humanos recientes, así como al interior de la mayoría de los grupos residenciales y en las calles interiores de la Urbanización Pachacamac.

Las vías arteriales y colectoras del distrito presentan un tratamiento parcial, en la mayoría de los casos solo está asfaltado un carril, y las bermas centrales y laterales no tienen tratamiento. Muchas vías asfaltadas, especialmente por donde transita el transporte público (rutas A, B y C) se encuentran en mal estado de conservación, con baches y desgaste de la capa de asfalto.

Toda esta problemática genera el deterioro acelerado del parque automotor que transita por el distrito. Las calles transversales sin pista, sólo con tierra.

3.3.2 DIAGNÓSTICO DEL SERVICIO

Estado Situacional de la Avenida María Elena Moyano (Antes del proyecto)

Por los alcances establecidos en el proyecto, el diagnóstico está dirigido a los usos y al estado situacional de la Avenida María Elena Moyano.

Según el Diagnóstico del Plan Integral al 2021 del distrito de Villa el Salvador, considera que la Av. María Elena Moyano es una vía colectora.

En el proceso de este proyecto, el equipo técnico realizó una visita de campo en el mes de Marzo del año 2012 a lo largo de toda la Avenida María Elena Moyano en la jurisdicción del distrito de Villa el Salvador y pudo observar el estado actual en la que se encuentra la avenida.

Los resultados que se determinaron de la visita de campo se presentan a continuación:

En relación a la Infraestructura

La Av. María Elena Moyano presenta una calzada con dos carriles. Desde la Av. El Sol hasta la Av. José Carlos Mariátegui, sólo se encontraba pavimentado parte del carril izquierdo.

La pavimentación mostraba un gran deterioro, reflejándose esta situación en los baches (profundos y superficiales), grietas, fisuras y piel de cocodrilo a lo largo de toda la vía. El otro carril presentaba una superficie a nivel de trocha carrozable con desniveles, piedras y desmonte (en algunos puntos).

Esta situación afectaba la transitabilidad de los vehículos que inevitablemente tienen que desplazarse por esta avenida, aun cuando, sus vehículos se vean directamente afectados por el estado actual de la vía, repercutiendo en un mayor gasto de mantenimiento y visitas constantes a las factorías, por el daño causado en el vehículo.

No había presencia de Berma Central ni lateral, siendo ocupado este espacio por algunos arbustos que los mismos vecinos y la municipalidad han acondicionado a fin de disminuir la contaminación ambiental y delimitar el área destinada a una futura construcción de la Berma Central.

3.3.4 CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

VIA CON 02 CARRILES:

1ER CARRIL.- TROCHA CARROZABLE: Desde la Av. El Sol hasta la Av. José Carlos Mariátegui.

El estado de la vía antes del proyecto era de trocha carrozable irregular de superficie arenosa y sin delimitaciones entre vías y aceras.

2DO CARRIL.- A NIVEL DE ASFALTO: Desde la Av. Viñas del Mar hasta la Av. José Carlos Mariátegui.

Se encontraba a nivel de asfalto, siendo su estado variable a lo largo de sus tramos (regular y mal estado).

3.3.3 ESTADO SITUACIONAL ANTES DEL PROYECTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA AV. MARIA ELENA MOYANO

1er. Tramo de la Av. María Elena Moyano: Av. El Sol y Av. Viñas del Mar

Gráfico N° 03



Descripción y Panel fotográfico de la Infraestructura Vial en la Av. María Elena Moyano. Tramo comprendido entre la Av. El Sol y la Av. Viñas del Mar

Descripción de la Infraestructura Vial

Vía de aproximadamente 301.00 ml de longitud, con un ancho promedio de 40.00 m, y una sección vial de 7.20 ml de ancho para cada uno de los carriles que conforma esta vía.

El estado de la vía era de trocha carrozable irregular de superficie arenosa y sin delimitaciones entre vías y aceras.

La berma central no se encontraba habilitada con infraestructura.

Presentaba un bajo tránsito vehicular por la situación existente.

Las viviendas en su mayoría son de material noble, con los servicios básicos: Agua, desagüe y luz.

Fuente: Perfil Técnico del Proyecto



Carril Izquierdo: Superficie a nivel de trocha



Carril Derecho: Superficie a nivel de trocha.

2do. Tramo de la Av. María Elena Moyano: Av. Jorge Chávez y Av. Cesar Vallejo
Vallejo

Gráfico N° 04



Descripción y Panel fotográfico de la Infraestructura Vial en la Av. María Elena Moyano. Tramo comprendido entre la Av. Jorge Chávez Y Av. Cesar Vallejo

Descripción de la Infraestructura Vial

Vía de aproximadamente 301.00 ml de longitud, con un ancho promedio de 40.00 m, y una sección vial de 7.20 ml de ancho para cada uno de los carriles que conforma esta vía.

El estado de la vía era de trocha carrozable (Carril Derecho) irregular de superficie arenosa y sin delimitaciones entre vías y aceras. El carril derecho se encontraba asfaltado.

La berma central no se encontraba habilitada con infraestructura. Esta situación venía generando que se acumule desmonte.

Presenta una topografía plana.

Las viviendas en su mayoría son de material noble, con los servicios básicos: Agua, desagüe y luz.

Fuente: Perfil Técnico del Proyecto



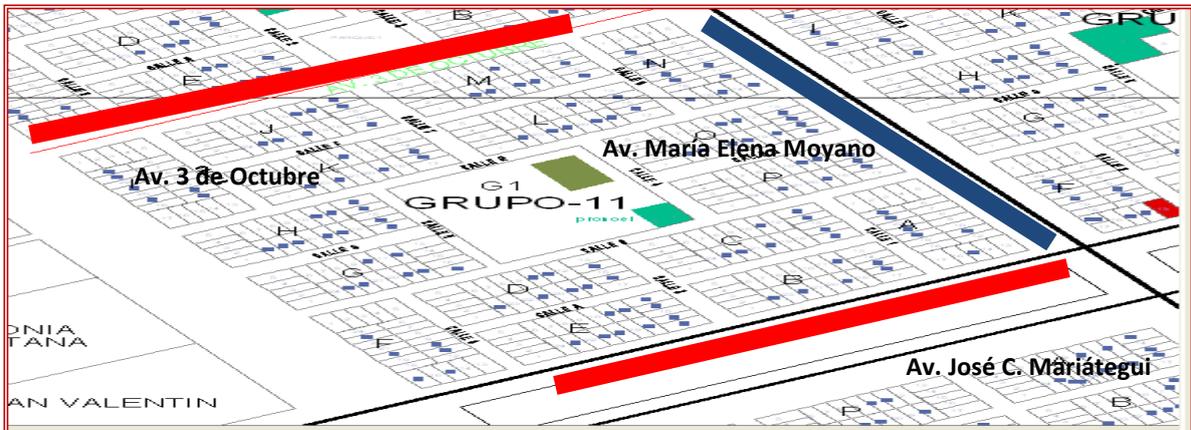
Carril Izquierdo: Superficie a nivel de asfalto.



Carril Derecho: Superficie a nivel de trocha.

3er. Tramo de la Av. María Elena Moyano: Av. 3 de Octubre y Av. José Carlos Mariátegui.

Gráfico N° 05



Descripción y Panel fotográfico de la Infraestructura Vial en la Av. María Elena Moyano. Tramo comprendido entre la Av. 3 de Octubre y Av. José C. Mariátegui.

Descripción de la Infraestructura Vial

Vía de aproximadamente 305.00 ml de longitud, con un ancho promedio de 40.00 m, y una sección vial de 7.20 ml de ancho para cada uno de los carriles que conforma esta vía.

El estado de la vía era de trocha carrozable (Carril Derecho) irregular de superficie arenosa y sin delimitaciones entre vías y aceras. El carril derecho se encontraba asfaltado con baches profundos.

La berma central no se encontraba habilitada con infraestructura. Esta situación viene generando que se acumule desmorte.

Las viviendas en su mayoría son de material noble, con los servicios básicos: Agua, desagüe y luz.

Fuente: Perfil Técnico del Proyecto



Carril Izquierdo: Superficie a nivel de asfalto.



Carril Derecho: Superficie a nivel de trocha.

3.3.4 INTENTOS ANTERIORES DE SOLUCIÓN

Aproximadamente en la Década del 90 se realizó la pavimentación de un solo carril de la Av. María Elena Moyano. Desde esos años los residentes de la zona afectada vienen realizando gestiones que permitan la pavimentación de esta vía de interconexión vial a fin de generar una transitabilidad segura.

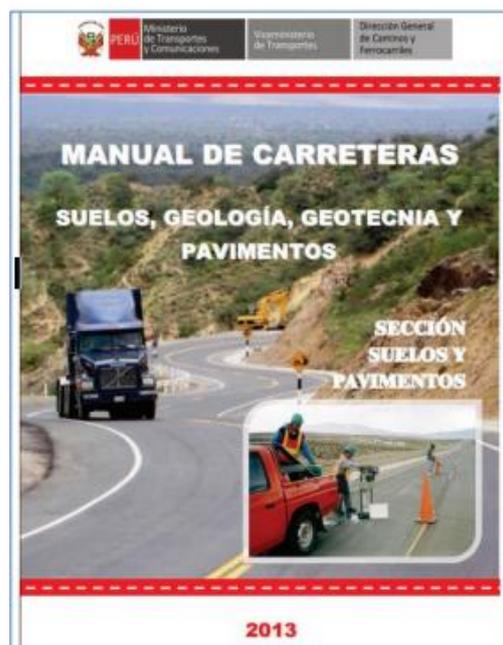
En los últimos 20 años, no se ha realizado intervención en la zona, considerando que las vías ya se encontraban en mal estado. Aunque se ha gestionado el mejoramiento de la Av. María Elena Moyano entre la población y la Municipalidad del distrito, pero sin éxito alguno.

Fuente: Perfil Técnico del Proyecto

3.4. PRUEBAS DE NORMALIDAD

3.4.1 MANUAL DE CARRETERAS

El 06/03/2013 entra en vigencia la Sección: Suelos y Pavimentos, del Manual de Carreteras -"Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", como documento normativo y de cumplimiento obligatorio para la gestión de la infraestructura vial. El mismo que se encuentra en la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (<http://www.mintc.qob.pe>).



El Manual es de aplicación a carreteras nuevas y proyectos de refuerzo y reconstrucción, comprendiendo pavimentos flexibles, semirígidos y rígidos, y caminos afirmados. Sin embargo, se excluyen los diseños en zonas urbanas, pavimentos con tráfico mayores a 1,150 vehículos pesados por día o mayor a 30,000,000 de ejes equivalentes en un período de 20 años, y diseños sobre suelos con valores de CBR menores a 6%. En estas situaciones se indica la

necesidad de estudios especiales que involucran la verificación del comportamiento de la estructura de pavimento propuesta. (Chang Albitres, 2013).

En este manual el procedimiento de diseño de pavimentos flexibles y rígidos adoptado es el método AASHTO 93 (método empírico basado en el ensayo experimental AASHO realizado a principios de los años 60 en Iowa, Estados Unidos). Se han desarrollado catálogos con estructuras de pavimento propuestas para diferentes condiciones de tráfico y tipos de suelo de fundación, simplificando el procedimiento original de AASHTO 1993 al utilizar cuadros de doble entrada en los que se obtiene la estructura de pavimentos conociendo la categoría de tráfico y el CBR de la subrasante.

3.4.2 NORMA E. 050 SUELOS Y CIMENTACIONES

Objetivo: El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

Informe del Estudio de Mecánica de Suelos: El informe del EMS comprenderá:

- Memoria Descriptiva
- Planos de Ubicación de las Obras y de Distribución de los Puntos de Investigación.
- Perfiles de Suelos
- Resultados de los Ensayos "in situ" y de Laboratorio.

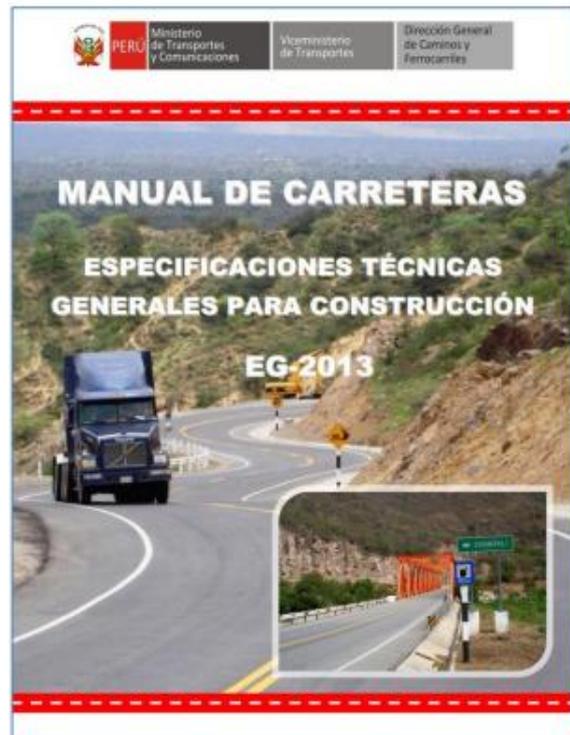
3.4.3 EG-2013 MTC

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF), presentó el Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción-EG2013" que tiene como propósito estandarizar los procesos y los criterios técnicos a fin de obtener mejores índices de calidad de obra y contribuir a la disminución de controversias.

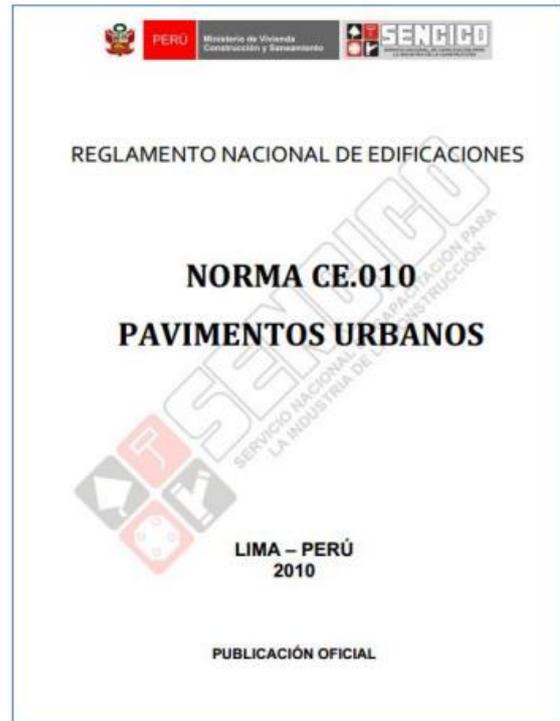
Las EG-2013 forman parte de los manuales de carreteras aprobados por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (DS N° 034-2008-MTC) y es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión vial en los 3 niveles de Gobierno (Nacional, Regional y Local), en estas especificaciones cada partida relativa a la construcción de carreteras, contiene la descripción de la actividad a realizar, los requerimientos técnicos de ejecución, materiales, equipos, aceptación de los trabajos, medición y pago.

Las "EG-2013" constan de 2 tomos (I y II) está organizado en 9 capítulos y secciones que abarcan las diferentes partidas genéricas y específicas.

Además tiene concordancia con el documento de carácter normativo denominado "Glosario de Partidas", aplicables a obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de carreteras y puentes".



3.4.4 NORMA TECNICA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS La Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, parte del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esta Norma Técnica tiene el objeto de establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la Mecánica de Suelos y de la Ingeniería de Pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida servicio.



El RNE contempla sesenta y nueve (69) Normas Técnicas; que por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, se aprobaron sesenta y seis (66) Normas Técnicas del RNE y se constituyó la Comisión Permanente de Actualización del RNE, a fin que se encargue de analizar y formular las propuestas para su actualización, quedando pendiente de aprobación tres (03) Normas Técnicas, entre ellas, la Norma Técnica CE.010 Aceras y Pavimentos; que, con informe N° 04-2009A/VIENDAA/MVU-CPARNE, el Presidente de la Comisión Permanente de Actualización del RNE, eleva la propuesta de modificación del índice del Reglamento Nacional de Edificaciones, respecto a la denominación de la Norma Técnica CE.010 Aceras y Pavimentos por CE.010 Pavimentos Urbanos, y de aprobación de la referida Norma Técnica.

CAPÍTULO IV PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

TECNOLOGÍA DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS

Método de la AASHTO para el Diseño de la Sección Estructural de los Pavimentos.

El actual método de la AASHTO, versión 1993, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y rígidos de carreteras. En el caso de los pavimentos flexibles, el método establece que la superficie de rodamiento se resuelve solamente con concreto asfáltico y tratamientos superficiales, pues asume que tales estructuras soportarán niveles significativos de tránsito (mayores de 50,000 ejes equivalentes acumulados de 8.2 ton durante el período de diseño).

A continuación, se resume el procedimiento para pavimentos flexibles de la metodología AASHTO 93.

MÉTODO DE DISEÑO

Los procedimientos involucrados en el actual método de diseño, versión 1993, están basados en las ecuaciones originales de la AASHO que datan de 1961, producto de las pruebas en Ottawa, Illinois, con tramos a escala natural y para todo tipo de pavimentos. La versión de 1986 y la actual de 1993 se han modificado para incluir factores o parámetros de diseño que no habían sido considerados y que son producto de la experiencia adquirida por ese organismo entre el método original y su versión más moderna, además de incluir experiencias de otras dependencias y consultores independientes.

El diseño está basado primordialmente en identificar o encontrar un "número estructural SN" para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural SN requerido, el método proporciona la ecuación general del Gráfico N° 07, que involucra los siguientes parámetros:

El tránsito en ejes equivalentes acumulados para el período de diseño seleccionado, "W₁₈".

El parámetro de confiabilidad, "R".

La desviación estándar global, "So".

El módulo de resiliencia efectivo, "Mr" del material usado para la subrasante.

La pérdida o diferencia entre los índices de servicios inicial y final deseados, "ΔPSI".

Tránsito.

Para el cálculo del tránsito, el método actual contempla los ejes equivalentes sencillos de 18,000 lb (8.2 ton) acumulados durante el período de diseño, por lo que no ha habido grandes cambios con respecto a la metodología original de AASHTO. Solamente se aconseja que para fines de diseño en "etapas o fases" se dibuje una gráfica donde se muestre año con año, el crecimiento de los ejes acumulados (ESAL) vs tiempo, en años, hasta llegar al fin del período de diseño o primera vida útil del pavimento. La ecuación siguiente puede ser usada para calcular el parámetro del tránsito W_{18} en el carril de diseño.

$$W_{18} = D_D \times D_L \times W'_{18}$$

Dónde:

W_{18} = Tránsito acumulado en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton, en el carril de diseño.

D_D = Factor de distribución direccional; se recomienda 50% para la mayoría de las carreteras, pudiendo variar de 0.3 a 0.7, dependiendo de en qué dirección va el tránsito con mayor porcentaje de vehículos pesados.

W'_{18} = Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones.

D_L = Factor de distribución por carril, cuando se tengan dos o más carriles por sentido. Se recomiendan los siguientes valores:

Cuadro Nº 05 FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL.

Nº CARRILES EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W₁₈ EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o más	50 – 75

Una vez calculados los ejes equivalentes acumulados en el primer año, el diseñador deberá estimar con base en la tasa de crecimiento anual y el período de diseño en años, el total de ejes equivalentes acumulados y así contar con un parámetro de entrada para la ecuación general o para el nomograma del Gráfico Nº 07.

Es importante hacer notar que la metodología original de AASHTO usualmente consideraba períodos de diseño de 20 años; en la versión actual de 1993, recomienda los siguientes períodos de diseño en función del tipo de carretera:

Cuadro Nº 06 PERIODOS DE DISEÑO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CARRETERA.

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito.	30 – 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito.	20 – 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito.	15 – 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito.	10 – 20 años

Confiabilidad "R".

Con el parámetro de Confiabilidad "R", se trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño. Se consideran posibles variaciones en las predicciones del tránsito en ejes acumulados y en el comportamiento de la sección diseñada.

El actual método AASHTO para el diseño de la sección estructural de pavimentos flexibles, recomienda valores desde 50 y hasta 99.9 para el parámetro "R" de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales, notándose que los niveles más altos corresponden a obras que estarán sujetas a un uso intensivo, mientras que los niveles más bajos corresponden a obras o caminos locales y secundarios.

Cuadro Nº 07 VALORES DE "R" DE CONFIABILIDAD, CON DIFERENTES CLASIFICACIONES FUNCIONALES

NIVELES DE CONFIABILIDAD	
CLASIFICACIÓN FUNCIONAL:	NIVEL RECOMENDADO POR AASHTO PARA CARRETERAS
Carretera Interestatal o Autopista.	80 – 99.9
Red Principal o Federal.	75 - 95
Red Secundaria o Estatal.	75 - 95
Red Rural o Local.	50 – 80

Desviación estándar global "So".

Este parámetro está ligado directamente con la Confiabilidad (R), en este paso deberá seleccionarse un valor So "Desviación Estándar Global", representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

Valores de "So" en los tramos de prueba de AASHO no incluyeron errores en la estimación del tránsito; sin embargo, el error en la predicción del

comportamiento de las secciones en tales tramos, fue de 0.25 para pavimentos rígidos y 0.35 para los flexibles, lo que corresponde a valores de la desviación estándar total debidos al tránsito de 0.35 y 0.45 para pavimentos rígidos y flexibles respectivamente.

Módulo de Resiliencia efectivo.

En el método actual de la AASHTO, la parte fundamental para caracterizar debidamente a los materiales, consiste en la obtención del Módulo de Resiliencia, con base en pruebas de laboratorio, realizadas en materiales a utilizar en la capa subrasante. El módulo de resiliencia "estacional" será obtenido alternadamente por correlaciones con propiedades del suelo, tales como el contenido de arcilla, humedad, índice plástico, etc.

Finalmente, deberá obtenerse un "módulo de resiliencia efectivo", que es equivalente al efecto combinado de todos los valores de módulos estacionales.

Para la obtención del módulo estacional, o variaciones del M_r a lo largo de todas las estaciones del año se ofrecen dos procedimientos: uno, obteniendo la relación en el laboratorio entre el módulo de resiliencia y el contenido de humedad de diferentes muestras en diferentes estaciones del año y, dos, utilizando algún equipo para medición de deflexiones sobre carreteras en servicio durante diferentes estaciones del año.

Sin embargo, para el diseño de pavimentos flexibles, únicamente se recomienda convertir los datos estacionales en módulo de resiliencia efectivo de la capa subrasante, con el auxilio del Gráfico N° 12 que proporciona un valor sopesado en función del "daño equivalente anual" obtenido para cada estación en particular.

Pérdida o diferencia entre índices de servicio inicial y terminal.

El cambio o pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:

PSI = Índice de Servicio Presente

$$\Delta\text{PSI} = p_o - p_t$$

Dónde:

Δ PSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal deseado.

p_o = Índice de servicio inicial (4.5 para pavimentos rígidos y 4.2 para flexibles).

p_t = Índice de servicio terminal, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Se hace notar que aún en la versión actual, AASHTO no ha modificado la escala del índice de servicio original de 0 a 5 para caminos intransitables hasta carreteras perfectas, respectivamente. Sin embargo, se sugiere que el criterio para definir el índice de servicio terminal o mínimo de rechazo esté en función de la aceptación de los usuarios de la carretera.

Para el caso de diseños de pavimentos en climas muy extremos, en especial los fríos, la guía de diseño del método actual recomienda evaluar adicionalmente la pérdida del índice de servicio original y terminal debida a factores ambientales por congelamiento y deshielo, que producen cambios volumétricos notables en la capa subrasante y capas superiores de la estructura del pavimento.

DETERMINACIÓN DE ESPESORES POR CAPAS

Una vez que el diseñador ha obtenido el Número Estructural SN para la sección estructural del pavimento, utilizando el gráfico o la ecuación general básica de diseño, (Gráfico N° 07) donde se involucraron los parámetros anteriormente descritos (tránsito, R, S_o , MR, Δ PSI), se requiere ahora determinar una sección multicapa que en conjunto provea de suficiente capacidad de soporte equivalente al número estructural de diseño original. La siguiente ecuación puede utilizarse para obtener los espesores de cada capa, para la superficie de rodamiento o carpeta, base y subbase, haciéndose notar que el actual método de AASHTO, versión 1993, ya involucra coeficientes de drenaje particulares para la base y subbase.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Dónde:

a_1 , a_2 y a_3 = Coeficientes de capa representativos de carpeta, base y subbase respectivamente.

D_1 , D_2 y D_3 = Espesor de la carpeta, base y subbase respectivamente, en pulgadas.

m_2 y m_3 = Coeficientes de drenaje para base y subbase, respectivamente.

Para la obtención de los coeficientes de capa a_1 , a_2 y a_3 deberán utilizarse los Gráficos N° 08 al N° 11, en donde se representan valores de correlaciones hasta de cinco diferentes pruebas de laboratorio: Módulo Elástico, Texas Triaxial, R - valor, VRS y Estabilidad Marshall.

Para bases granulares. (a_2) Gráfico N° 08

Para subbases granulares. (a_3) Gráfico N° 09

Para bases estabilizadas con cemento. Gráfico N° 10

Para bases estabilizadas con asfalto. Gráfico N° 11

Para la obtención de los coeficientes de drenaje, m_2 y m_3 , correspondientes a las capas de base y subbase respectivamente, el método actual de AASHTO se basa en la capacidad del drenaje para remover la humedad interna del pavimento, definiendo lo siguiente:

Cuadro N° 08 CAPACIDAD DEL DRENAJE PARA REMOVER LA HUMEDAD.

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA REMOVIDA EN:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes

Malo	Agua no drena
------	---------------

En la siguiente tabla se presentan los valores recomendados para m_2 y m_3 (bases y subbases granulares sin estabilizar) en función de la calidad del drenaje y el porcentaje del tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento pueda estar expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

Cuadro Nº 09 VALORES m_i RECOMENDADOS PARA MODIFICAR LOS COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA DE BASES Y SUBBASES SIN TRATAMIENTO, EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Calidad del Drenaje	Porcentaje de Tiempo al cual está Expuesta la Estructura del Pavimento a Niveles de Humedad Próxima a la Saturación			
	Menor del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mayor del 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

Para capas estabilizadas con cemento o asfalto y para la superficie de rodamiento elaborada con concreto asfáltico, el método no considera un posible efecto por el drenaje, por lo que en la ecuación de diseño sólo intervienen valores de m_2 y m_3 y no se asigna valor para m_1 correspondiente a la carpeta.

Para el cálculo de los espesores D_1 , D_2 y D_3 (en pulgadas), el método sugiere respetar los siguientes valores mínimos, en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados:

Cuadro N° 10. ESPESORES MÍNIMOS, EN PULGADAS, EN FUNCIÓN DE LOS EJES EQUIVALENTES.

TRÁNSITO (ESAL's) EN EJES EQUIVALENTES	CARPETAS DE CONCRETO ASFÁLTICO	BASES GRANULARES
Menor de 50,000	1.0 ó T.S.	4.0
50,001 - 150,000	2.0	4.0
150,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2'000,000	3.0	6.0
2'000,001 - 7'000,000	3.5	6.0
Mayor de 7'000,000	4.0	6.0

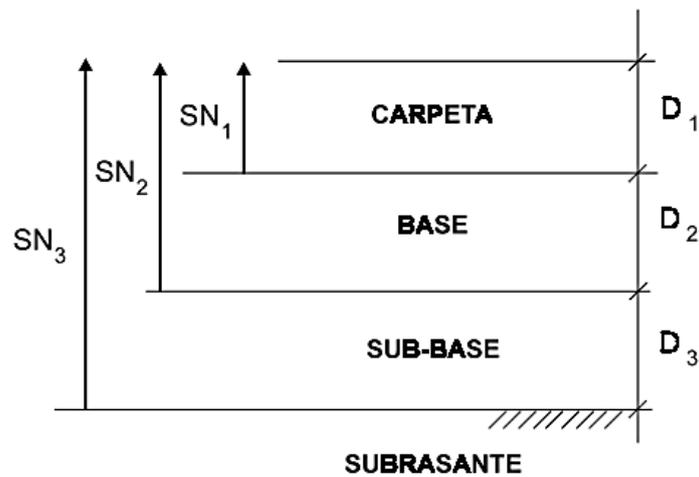
T.S. = Tratamiento superficial con sellos.

ANÁLISIS DEL DISEÑO FINAL CON SISTEMA MULTICAPA

Deberá reconocerse que para pavimentos flexibles, la estructura es un sistema de varias capas y por ello deberá diseñarse de acuerdo a ello. Como ya se describió al principio del método, el "número estructural SN" sobre la capa subrasante o cuerpo del terraplén es lo primero a calcularse. De la misma manera deberá obtenerse el número estructural requerido sobre las capas de la subbase y base, utilizando los valores de resistencia aplicables para cada uno. Trabajando con las diferencias entre los números estructurales que se requieren sobre cada capa, el espesor máximo permitido de cualquier capa puede ser calculado. Por ejemplo, el número estructural máximo permitido para material de la capa de subbase, debe ser igual al número estructural requerido sobre la subbase restado del SN requerido sobre la subrasante.

El Método AASHTO recomienda el empleo de la siguiente figura y ecuaciones:

Gráfico N° 06



$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^*_1 = a_1 D_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 m_2}$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 m_3}$$

NOTAS:

- 1) a, D, m, y SN corresponden a valores mínimos requeridos.
- 2) D* y SN* representan los valores finales de diseño. Con todo lo anterior queda configurada la sección estructural de proyecto para pavimento flexible.

Gráfico N° 07 GRÁFICA DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

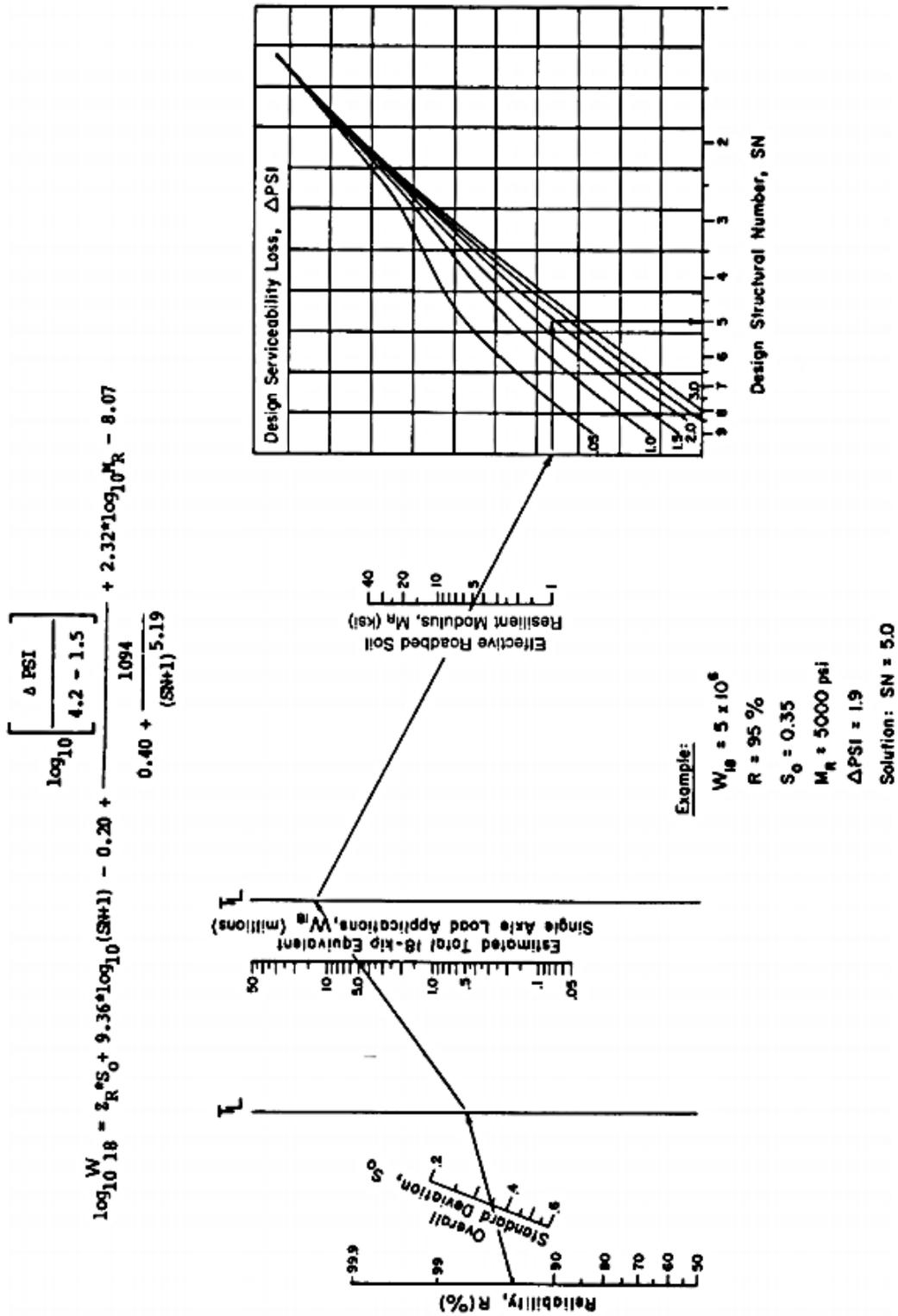
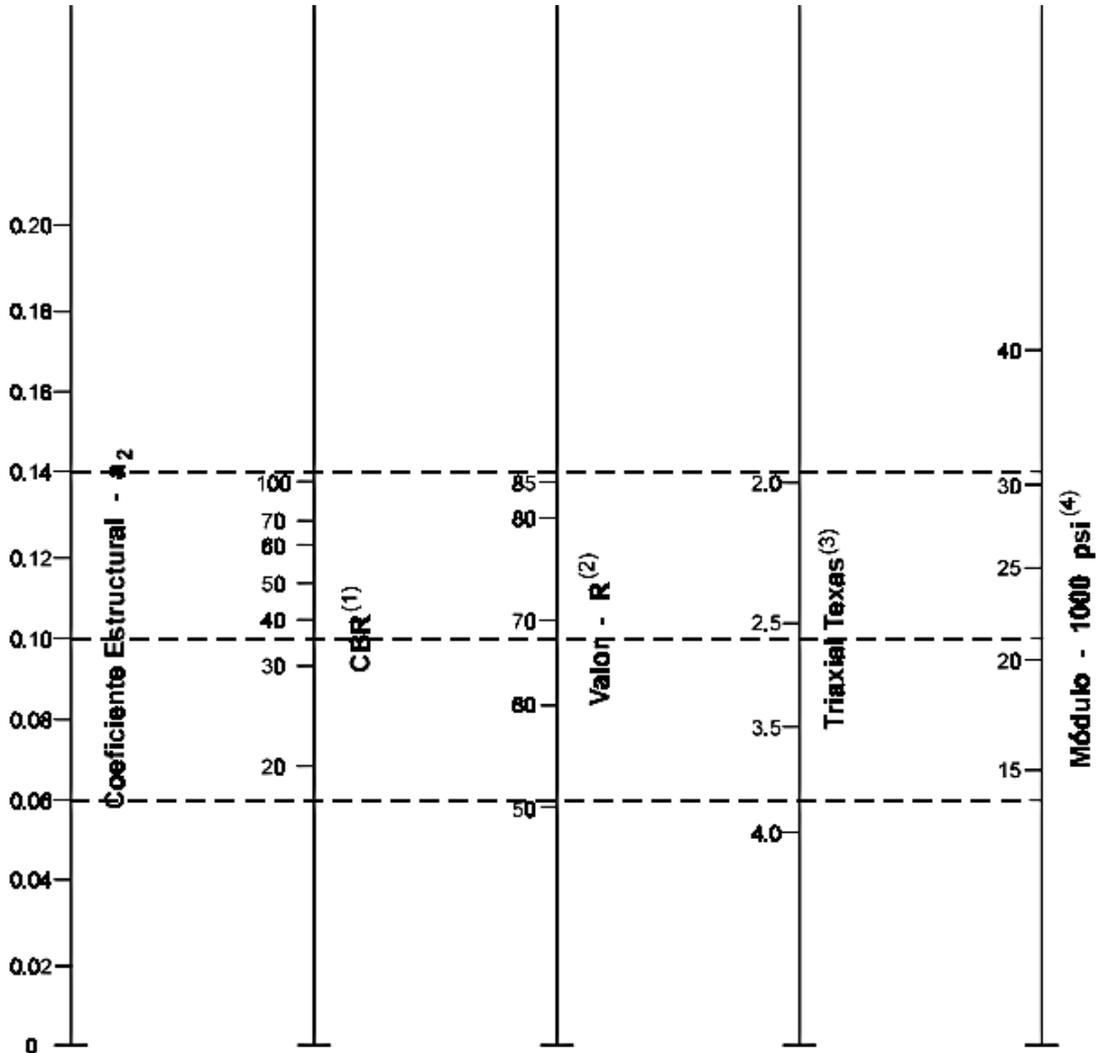
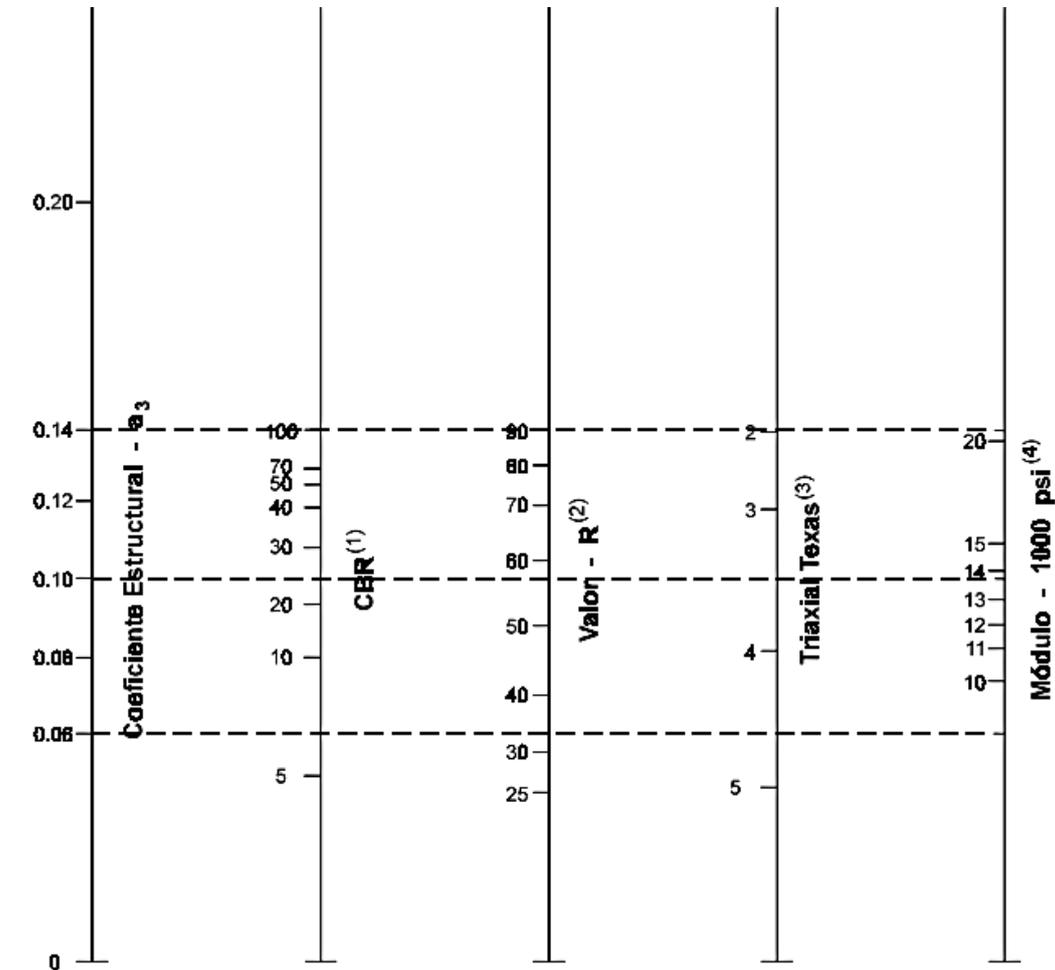


Gráfico N° 08.- VARIACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CAPA "a₂", EN BASES GRANULARES.



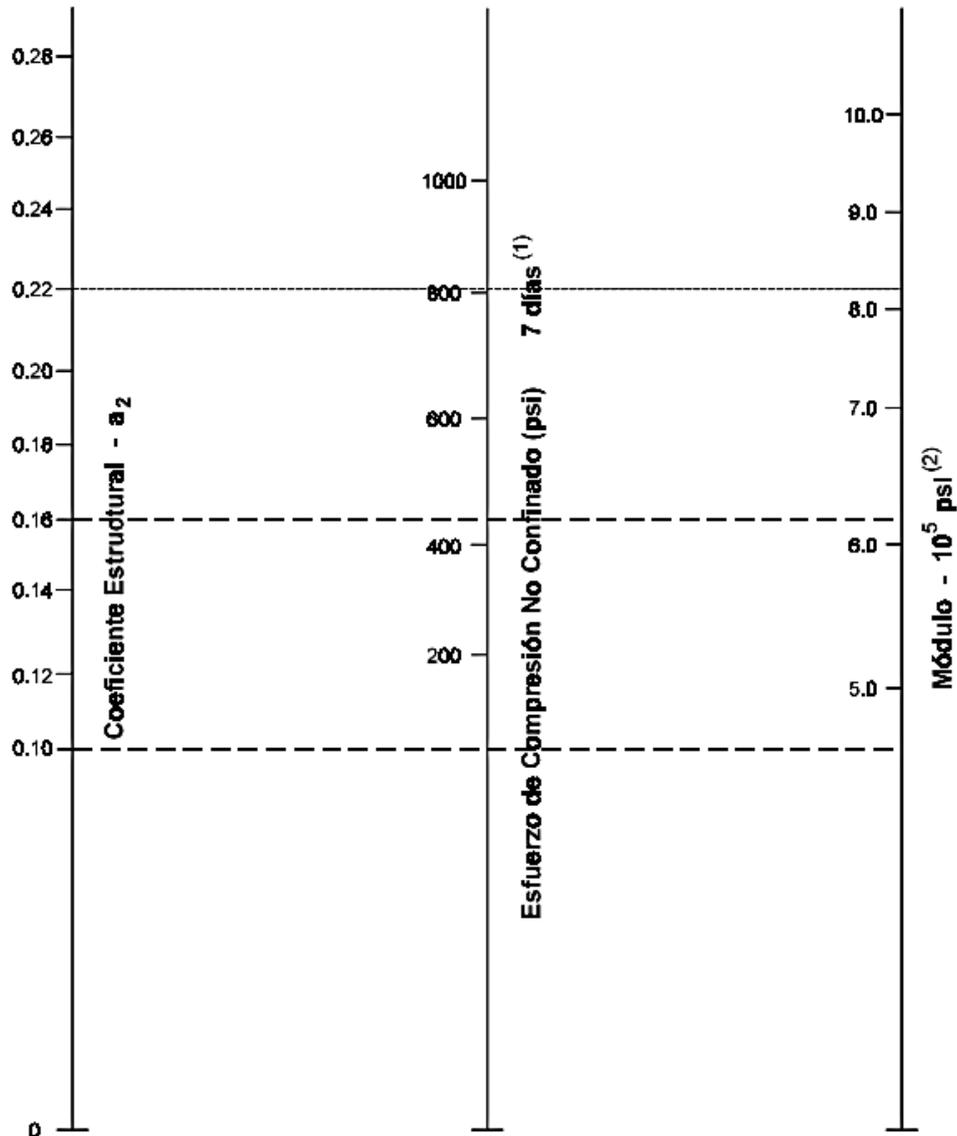
- (1) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

Gráfico N° 09 VARIACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CAPA "a3", EN SUBBASES GRANULARES.



- (1) Escala derivada por correlaciones de Illinois.
- (2) Escala derivada de correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada de correlaciones obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

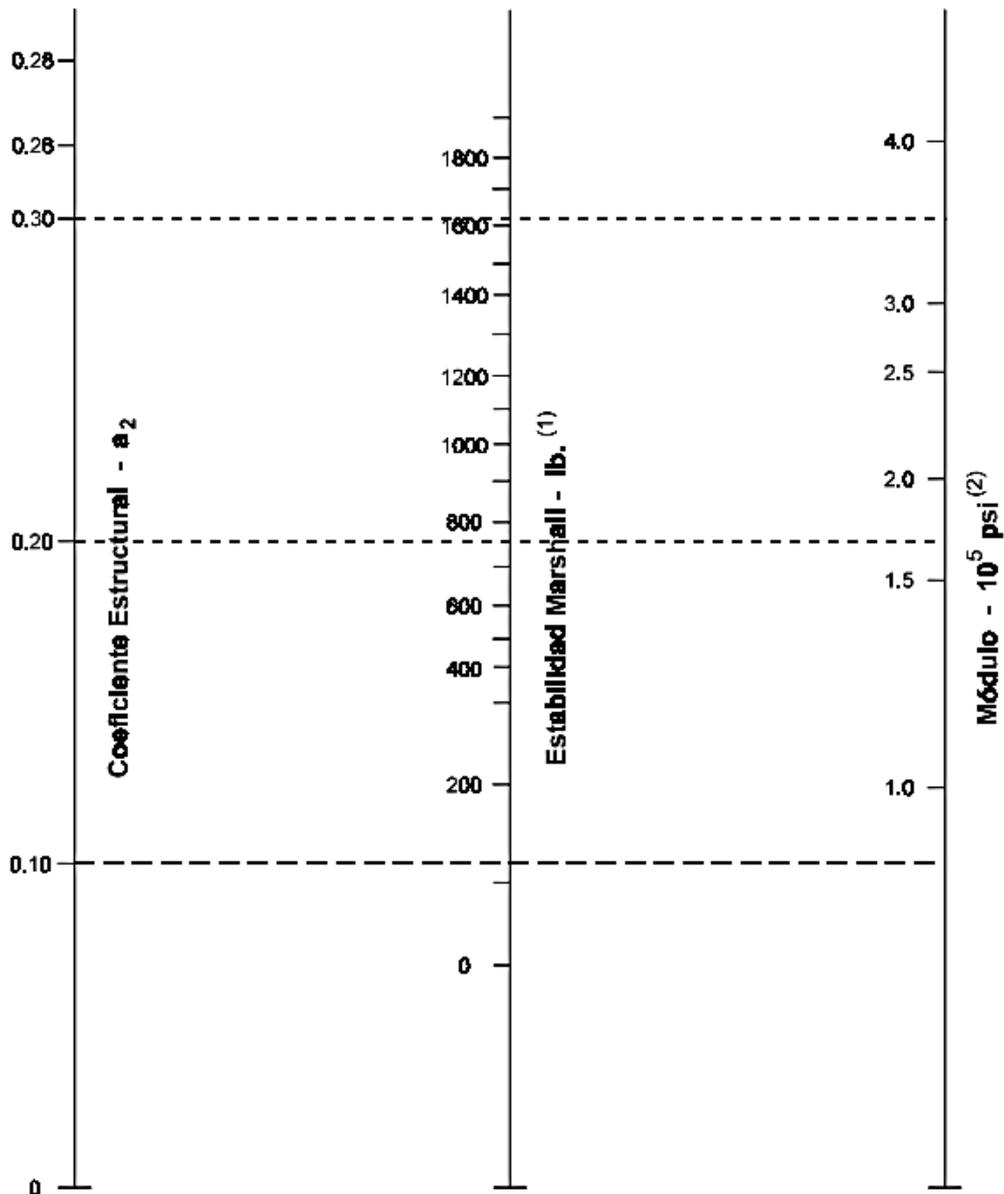
Gráfico N° 10 VARIACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CAPA "a₂", EN BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTO PORTLAND.



(1) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Illinois, Louisiana y Texas.

(2) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

Gráfico N°11 VARIACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CAPA "a₂", EN BASES ESTABILIZADAS CON ASFALTO.

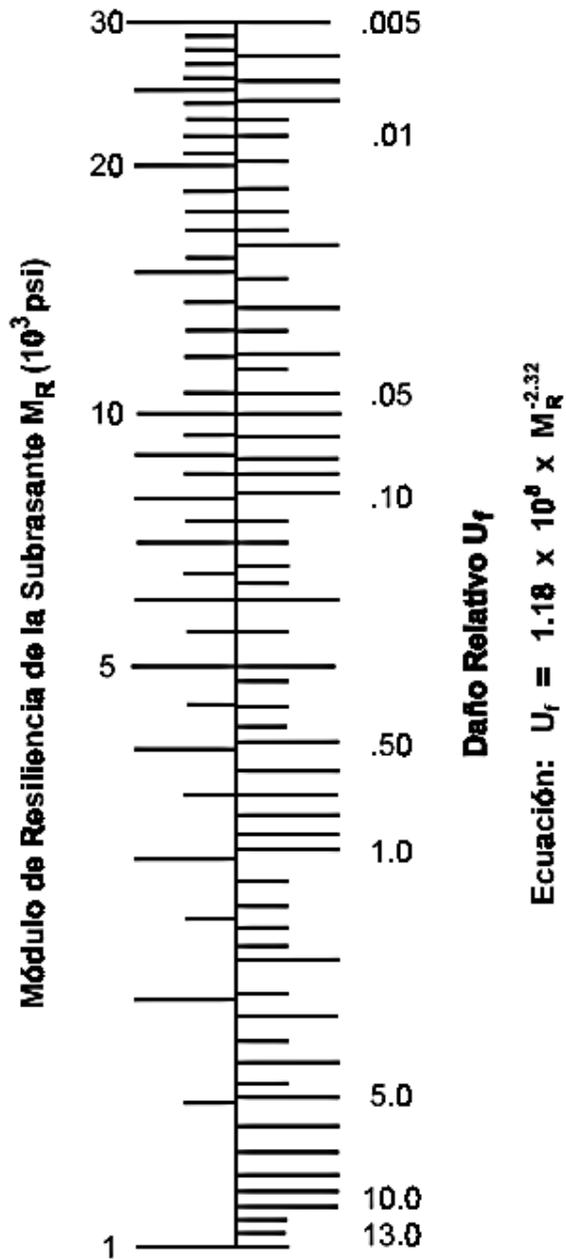


(1) Escala derivada por correlación obtenida de Illinois.

(2) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

Gráfico N°12 FORMATO PARA CALCULAR EL MÓDULO DE RESILIENCIA EFECTIVO DE LA SUBRASANTE EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Mes	Módulo de Resiliencia de la Subrasante M_R (psi)	Daño Relativo U_f
Ene.		
Feb.		
Mar.		
Abr.		
May.		
Jun.		
Jul.		
Ago.		
Sep.		
Oct.		
Nov.		
Dic.		
Sumatoria:	$\Sigma U_f =$	



INVESTIGACIONES EFECTUADAS

Trabajos de Campo

Calicatas

A fin de realizar una investigación de los suelos del terreno asignado a la construcción, se realizaron 06 exploraciones, distribuidas convenientemente en el área en estudio, con las siguientes profundidades:

Cuadro Nº 32 CUADRO DE CALICATAS

Calicata Nº	Profundidad (m.)	Nivel Freático (m)	Suelo de Fundación
C-1	1.50	N.E.	Suelos Arenosos
C-2	1.50	N.E.	Suelos Arenosos
C-3	1.50	N.E.	Suelos Arenosos
C-4	1.50	N.E.	Suelos Arenosos
C-5	1.50	N.E.	Suelos Arenosos
C-6	1.50	N.E.	Suelos Arenosos

N.E: No se Encontró

Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos. Así mismo se extrajeron muestras de la subrasante a fin determinar sus propiedades de esfuerzo y deformación mediante el ensayo de Proctor Modificado y C.B.R. (California Bearing Ratio).

Además se extrajo muestra del subsuelo de la calicata C-5 de 0.35-1.20m., de profundidad para determinar el C.B.R de la subrasante.

Registro de Excavaciones

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, plasticidad, etc.

Ensayos de Laboratorio

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de C.A.A. Ingenieros Consultores EIRL, de acuerdo a la siguiente relación:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- Limite Líquido ASTM D-4318
- Limite Plástico ASTM D-4318
- Proctor Modificado ASTM D -1557
- California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883

En cuanto a los ensayos considerados, se puede hacer una breve explicación de los ensayos y objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Análisis Granulométrico por tamizado

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que quiera dar al agregado.

Límite Líquido y Límite Plástico

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo

que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Limite Líquido, y el contenido de humedad en el que para del estado plástico al semi seco es el Limite Plástico.

Contenido de Humedad Natural

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables.

Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Ensayo de Próctor Modificado

El ensayo de Próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar para obtener la mejor compactación.

Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en la compactación lograda. En efecto, se observa que a contenidos de humedad creciente, a partir de valores bajos, se obtienen más altos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminúan, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación. Lo anterior puede explicarse, en términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua está en forma capilar produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo lo cual tiende a formar grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación. El aumento en contenido de agua disminuye esa tensión capilar en el agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados. Empero, si el contenido de agua es tal que haya exceso de agua libre, el grado de llenar casi los vacíos el suelo, esta impide una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos del pisón.

California Bearing Ratio – CBR

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas. Se usa en el proyecto de pavimentos flexibles auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra

de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados. El CBR que se usa para proyectar, es el valor que se obtiene para una profundidad de 0.1 pulgadas. Como el CBR de un agregado varía de acuerdo a su grado de compactación y el contenido de humedad, se debe repetir cuidadosamente en el laboratorio las condiciones del campo, para lo que se requiere un control minucioso. A menos que sea seguro que el suelo no acumulara humedad después de la construcción, los ensayos CBR se llevan a cabo sobre muestras saturadas.

A continuación se presenta una tabla resumen de los ensayos de laboratorio.

Clasificación de Suelos

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 33 CUADRO DE CLASIFICACION

CALICATANº	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Prof. (m)	0.45-1.50	0.50 – 1.50	0.50 – 1.50	0.40 – 1.50	0.35 – 1.50	0.40 – 1.50
Ret. No. 4	2.41	0	7.53	1.23	0	0.21
Pasa No. 200	8.61	9.26	5.50	5.97	7.05	4.18
L.L.	---	---	---	---	---	---
I.P.	---	---	---	---	---	---
SUCS	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP
AASHTO	A-3(0)	A-3(0)	A-3(0)	A-3(0)	A-3(0)	A-3(0)

DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

En base a los trabajos de campo realizados en la descripción de las calicatas y ensayos de laboratorio se presenta la siguiente conformación:

En el sector de la calicata C-1 se presenta un material removido, conformado por arena mal graduada limosa, medianamente denso, no plástico,

seco, color beige, se observa plásticos y cascotes de ladrillo en forma aislada hasta la profundidad de 0.45m., continuando con una arena mal graduada de grano fino a medio limosa, medianamente denso, no plástico, seco, color amarillento, con gravillas sub angulosa en forma aislada hasta la profundidad explorada de 1.50m.

En el sector de la calicata C-2 se presenta un material removido, conformado por arena limosa de grano fino a medio limosa, medianamente denso, no plástico, color amarillento se observa plásticos y cascotes de ladrillo en forma aislada hasta la profundidad de 0.50m., continuando con una arena mal graduada de grano grueso limosa, en estado denso, no plástico, seco, color amarillento, hasta la profundidad explorada de 1.50m.

En el sector de la calicata C-3 se presenta un material removido conformado por una arena limosa, medianamente suelto, no plástico, seco, color amarillento, con gravillas sub angulosas en forma aislada, se observan pequeños cascotes de ladrillo y plásticos hasta la profundidad de 0.50m., continuando con una arena limosa, en estado denso, no plástico, seco, color amarillento, con gravillas sub angulosas en forma aislada hasta 1.50m.

En el sector de la calicata C-4 se presenta un material removido conformado por una arena limosa, medianamente suelto, no plástico, seco, color amarillento, con gravillas sub angulosas en forma aislada, se observan pequeños cascotes de ladrillo y plásticos hasta la profundidad de 0.40m., continuando con una arena limosa, en estado denso, no plástico, seco, color amarillento, hasta 1.50m.

En el sector de la calicata C-5 se presenta un material de préstamo conformado por arena limosa, en estado denso, no plástico, con gravas angulosas en 40% de tamaño variado hasta la profundidad de 0.30m., continuando con una arena mal graduada limosa, en estado denso, no plástico, seco, color amarillento, hasta 1.50m.

En el sector de la calicata C-6 se presenta un material removido, conformado por arena limosa, medianamente denso, no plástico, color amarillento se observa plásticos y cascotes de ladrillo en forma aislada hasta la

profundidad de 0.40m., continuando con una arena mal graduada, en estado denso, no plástico, seco, color amarillento, con gravillas sub angulosas en forma aislada hasta 1.50m.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se ha procedido a determinar el requerimiento estructural para el periodo de servicio de 15 años mediante el Método AASHTO-93 para carreteras.

Para ello se han tomado en consideración los siguientes criterios:

- ✓ Que el Estudio de Suelos realizado resulta representativo para el sector en análisis.
- ✓ Que se adoptaran módulos elásticos para los materiales de Subrasante y Afirmado Granular según los criterios metodológicos del AASHTO 93.

Ejes Equivalentes para Diseño

La carga y el volumen de tráfico juegan un rol importante en el diseño estructural de pavimentos, particularmente cuando tanto la carga como el número de repeticiones son altos. Sin embargo cuando ambos factores tienden a un valor mínimo su importancia como parámetros de diseño son relativos. No obstante siempre es recomendable tratar de establecer datos realistas para cada caso específico, sobre todo si el tráfico proyectado es mayormente pesado.

En los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferentes pesos y número de ejes y a los efectos de cálculo, se les transforma un número equivalente de ejes tipo 80kN o 18Kips, que se le denominara EAL.

$$EAL = \sum_{I=1}^m F1xn1$$

Donde $n1$ presenta la siguiente relación:

$$n1 = (n0)(D)(L)(365)(G)(Y)$$

Con

(No) = IMD

D =0.5 Factor de distribución direccional

L=1 Factor de distribución por carril

Nro Carriles c/sentido: 1 L=1

2 L=0.80 @ 1

$$(G)(Y) = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

En el presente estudio se ha tenido la siguientes consideraciones n=15, r =3%

De acuerdo al estudio de tráfico se tienen los siguientes valores.

Cuadro N° 34

TIPO DE VEHICULO	IMD
Automóvil	3,950
Camioneta Rural	178
Couster /Microbús	212
Ómnibus	212
Camión de 2 ejes	32
Camión + de 2 ejes	18

Con factores de vehículo dados por el MTC

Se tiene finalmente el número de ejes equivalentes para el periodo en estudio

$$EAL_{8,2}(15 \text{ años}) = 1'121,647 \text{ repeticiones} = 1.121 \times 10^6 \text{ Repeticiones}$$

Suelo de subrasante

El comportamiento de los suelos de la sub-rasante tiene una gran influencia en el comportamiento general del pavimento.

Para establecer la capacidad de soporte del terreno de fundación (sub-

rasante), se han efectuado los respectivos ensayos de CBR (California Bearing Ratio) que son un índice del comportamiento de soportabilidad de los suelos. El ensayo de Módulo Resiliente es utilizado últimamente en los modernos métodos de diseño de espesores de pavimento y es el que representa la calidad de los suelos de fundación para cimentar carreteras.

Se presenta a continuación el cuadro de resumen de los resultados obtenidos de los ensayos de CBR realizados:

Cuadro N° 35 VALOR CBR DE DISEÑO

UBICACIÓN	CBR (95% MDS)
C5 (0.35-1.20m)	18.20

Así mismo, considerando que el suelo de la sub-rasante es la capa superficial de las explanaciones, sobre el que se construirá la estructura del pavimento y que el diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de la capacidad de soporte por penetración de este suelo, el CBR representativo conservador de la sub rasante a utilizar como parámetro en el diseño del pavimento se elegirá en base al análisis de los Perfiles Estratigráficos elaborados.

$$\text{CBR (95\% MDS)} = 18.20\%$$

$$\text{MR} = 3000 * \text{CBR}^{0.65} = 19,777 \text{ psi}$$

Diseño de Pavimento - Método AASHTO 1993

En lo que respecta al método de diseño propuesto por la AASHTO, se ha tomado la información proveniente de la Guide for Paviment Structures, edición 1993, que se basa en el valor de CBR (California Bearing Ratio) de la subrasante, número de ejes estándar anticipado, para determinar el número estructural de diseño. Este método proporciona una expresión analítica que para efectos de cálculos computarizados la solución matemática es sumamente útil. La evolución del método, establece las complementaciones siguientes:

- Se introduce el coeficiente de drenaje como parámetro de caracterización de la base granular para fines del Número Estructural. Indirectamente se mide la influencia del agua en la capacidad estructural del pavimento.
- Se deja sin efecto el parámetro factor regional.
- Se introduce el concepto de "pérdida de servicio".
- El valor soporte de la subrasante "S", se reemplaza por el módulo resiliente MR.
- Se introduce el parámetro de confiabilidad partiendo de la consideración que el comportamiento vs tránsito sigue la distribución normal de Gauss.

A pesar de las bondades mencionadas la aplicación de la versión 86, al igual que la 72, encuentra un vacío en nuestro medio en cuanto a la ejecución directa al Ensayo que mide el MR en suelos, sin embargo para el diseño se ha establecido la correspondencia con los valores de C.B.R., siguiendo las recomendaciones de la experiencia Brasileira.

La fórmula general que gobierna el número estructural de diseño, presenta la expresión siguiente:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(MR) - 8.07$$

Dónde:

- W_{18} : Numero proyectado de cargo equivalente de 18 kip (18000lb) de aplicación de carga axial simple.
- Z_r : Desviación estándar normal
- S_o : Error estándar combinado del trafico proyectado y del comportamiento proyectado
- Δ PASI: Diferencia entre índice de Serviciabilidad inicial (po), y el índice de Serviciabilidad terminal (pt).

MR : Módulo Resiliente (psi)

Sn : Número estructural indicativo del espesor total del
pavimento requerido

Pasamos a detallar algunos parámetros de diseño.

Módulo de Resiliencia efectivo del suelo de fundación (MR)

Es un parámetro que a diferencia del CBR, referido a un ensayo de punzonamiento, trata de simular el efecto dinámico de las cargas vehiculares. La equivalencia entre ambos está definida en la Guía AASHTO para valores de CBR menores de 10 por medio de la fórmula de Heukelom y Klomp: $MR \text{ (psi)} = 1500 \times CBR$. Para valores mayores a 7.20 hay diferentes relaciones. Una de las más usadas es la llamada fórmula Sudafricana: $MR \text{ (psi)} = 3000 \times CBR^{0.65}$

Nivel de Confiabilidad

Básicamente, es una forma de incorporar cierto grado de certeza en el proceso de diseño, para garantizar que el Pavimento proyectado permanecerá el período para el que fue diseñado. La Guía AASHTO recomienda para Vías Urbanas Arteriales Principales un valor comprendido entre 80 y 99, adoptándose para el presente proyecto una Confiabilidad (R) promedio de 95 %, a la que le correspondiente una Desviación Estándar Normal (ZR) de -1.645 Desviación Estándar total, para Pavimentos flexibles .

(So) se toma igual a 0.45 según recomendación de la AASHTO.

Variación total del Índice de Serviciabilidad ($\Delta PSI = pt - po$)

El Índice de serviciabilidad inicial se ha tomado como igual a 4.2, según recomendación de la AASHTO para pavimentos flexibles. El Índice de serviciabilidad terminal se considera igual a 2.0, valor que indica la necesidad de Rehabilitar el pavimento, para lo cual será necesario efectuar evaluaciones periódicas, tanto Funcional como Estructural, a fin de obtener la base de datos con las cuales se establecerán las medidas correctivas y con ellas asegurar la durabilidad de la misma.

Coeficiente de Drenaje m_i

Representa el porcentaje del tiempo durante el Período de Diseño, que las capas del pavimento (Base y Sub-base) estarán expuestas a niveles de humedad cercanos a la saturación, el cual depende de la pluviosidad del sitio, de la topografía del terreno, de la composición granulométrica del terreno natural y del riesgo que ofrezcan los servicios de agua y desagüe. En este caso se adopta un valor de 1.00, correspondiente a una calidad de drenaje Aceptable en un tiempo de riesgo estimado entre 5 y 25%.

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

Dónde:

a_i = Coeficiente de la capa "i"

D_i = Espesor de la capa (pulgadas) "i"

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa "i"

Con la finalidad de procesar iterativamente la fórmula indicada, se dividió el análisis por componentes. Estas componentes son de fácil proceso y permitieron establecer los valores en una hoja de cálculo y cuyas partes tienen la forma siguiente:

$$K_1 = \text{Log}_{10}(W_{18}) - Z_r * S_o + 0.20 + 8.07$$

$$K_2 = \text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]$$

$$K_3 = 2.32 * \text{Log}_{10}(MR)$$

Dónde:

MR (psi) = 1500 * (CBR) (AASHTO)

Para CBR < 10%

Instituto de Aeronáutica de Brasil

CBR_{SR} = 0.0624 * (MR_{SR})^{1.176} (Mpa)

Para CBR de 4 a 48%.

Sabiendo que:

$$1 \text{ psi} = 0.07 \text{ kgf} / \text{cm}^2 = 0.007 \text{ Mpa}$$

$$\text{kgf} / \text{cm}^2 = 0.1 \text{ Mpa} = 14.22 \text{ Psi}$$

Finalmente se empleó la fórmula siguiente:

$$MR \text{ (psi)} = 3000 * (\text{CBR})^{0.65}$$

Para CBR > 10%

Luego de reemplazar y despejar, la ecuación general de AASHTO, quedó de la manera siguiente:

$$K_1 - K_3 = 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) + \frac{K_2}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}}$$

Si, se hace:

$$J_1 = 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1)$$

Y además:

$$J_2 = \frac{K_2}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}}$$

Por igualdad se debe cumplir que:

$$K_1 - K_3 = J_1 + J_2; \text{ O también } (K_1 - K_3) - (J_1 + J_2) = 0$$

Esta última expresión, permitió efectuar las iteraciones hasta cumplir la igualdad y por lo tanto encontrar el SN de diseño. El cuadro adjunto "Diseño de Pavimentos Flexibles - AASHTO 93", presentan los insumos para la evaluación de las fórmulas antes descritas, como valores de CBR y concluye en los espesores de refuerzo o alternativas de solución a interpretar por el ingeniero especialista.

Parámetros de cálculo de espesores para la Av. Moyano del tramo en estudio, del distrito de Villa el Salvador.

Datos:

W_{18}	:	1'121,647	Valor EAL
Z_R	:	0.95	Factor de confiabilidad
S_o	:	0.45	Desviación estándar
P_o	:	4.2	Servicialidad inicio
P_E	:	2.25	Servicialidad final

C.B.R. de diseño : 18.20 %

El numeral estructural requerido es de 2.56.

Luego en base a los parámetros anteriores se ha adoptado como diseño de la sección del pavimento de la vía a construir.

Subrasante: Mezclado en una proporción 1:2.5 de afirmado y subrasante natural escarificada, nivelada y compactada al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado en un espesor de 0.25m., eliminándose los posibles rellenos de material orgánico no detectados en el momento de estudio de suelos, y desechos que contaminen la sub rasante para luego ser conformados y compactados al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado como mínimo hasta el nivel de la subrasante.

Base: Material granular con un espesor de 0.25 m, compactado al 100% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado.

Superficie de Rodadura: 0.0635 m (63.5 milímetros), constituido por una mezcla asfáltica en caliente, de granulometría cerrada y colocado de acuerdo a las especificaciones de obra.

Ver salidas del AASHTO

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - AASHTO 93

MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MARIA ELENA
MOYANO
DEL DIST. DE VILLA EL SALVADOR -LIMA (TRAMO AV. EL SOL - AV. MARIATEGUI)

INGRESO DE DATOS :

W18 :	1121647
ZR :	0,95
So :	0,45
Po :	4,2
Pt :	2,25
CBR de diseño :	18,2
MR	19777,3299

DETERMINACION DE LAS CONSTANTES

K1	K2	K3	K1-K3
15,0601062	-0,14132915	9,967108964	5,092997235

ITERACION	SN	J1	J2	J1+J2	CONTROL
1	2,56	5,16157198	-0,074262065	5,087309916	0,005687319
2	2,561	5,16271367	-0,074347598	5,088366076	0,004631159
3	2,562	5,16385505	-0,074433179	5,089421866	0,003575369
4	2,563	5,1649961	-0,074518808	5,090477289	0,002519946
5	2,564	5,16613683	-0,074604486	5,091532343	0,001464892
6	2,565	5,16727724	-0,074690211	5,092587029	0,000410207
7	2,566	5,16841733	-0,074775985	5,093641347	-0,000644111
8	2,567	5,1695571	-0,074861807	5,094695297	-0,001698062
9	2,568	5,17069656	-0,074947676	5,09574888	-0,002751645
10	2,569	5,17183569	-0,075033593	5,096802096	-0,003804861
11	2,57	5,1729745	-0,075119558	5,097854945	-0,00485771
12	2,571	5,174113	-0,075205571	5,098907427	-0,005910192
13	2,572	5,17525117	-0,075291632	5,099959542	-0,006962307

NUMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO

:

Sndis = 2,56
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

:

Snreq = 2,56
CALCULO DE ESPESORES:
ALTERNATIVA DE DISEÑO $SN=a1*D1+a2*D2*m2+a3*D3*m3$

		D	a	m	D*a*m
SUB-BASE	para CBR 40%		0,045	1	0
BASE 6"min	para CBR 80%	25	0,06	1	1,5
CARPETA 2.5 pulg.		6,35	0,17		1,0795
TOTAL		31,35			2,5795

OK si es >

2,56
"ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE SUELOS"
Diseño Estructural de Pavimentos

Tomando en cuenta los datos del Estudio de Tránsito, se ha procedido a determinar el requerimiento estructural para el periodo de servicio de 15 años mediante el Método AASHTO 93 para carreteras.

Para ello se han tomado en consideración los siguientes criterios:

- ✓ Que el Estudio de Suelos realizado resulta representativo para el sector en análisis.
- ✓ Que se adoptaran módulos elásticos para los materiales de

Subrasante y Afirmado Granular según los criterios metodológicos del AASHTO 93.

Ejes Equivalentes para Diseño

La carga y el volumen de tráfico juegan un rol importante en el diseño estructural de pavimentos, particularmente cuando tanto la carga como el número de repeticiones son altos. Sin embargo cuando ambos factores tienden a un valor mínimo su importancia como parámetros de diseño son relativos. No obstante siempre es recomendable tratar de establecer datos realistas para cada caso específico, sobre todo si el tráfico proyectado es mayormente pesado.

En los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferentes pesos y número de ejes y a los efectos de cálculo, se les transforma un número equivalente de ejes tipo 80kN o 18Kips, que se le denominara EAL.

$$EAL = 365 \times Fd \times Fc \times K \times I$$

Dónde:

Fd = Factor direccional

Fc = Factor carril

K = Σ (IMD x Factor Destructivo)

I = Factor de Crecimiento

De acuerdo al estudio de tráfico se tienen los siguientes valores.

Cuadro Nº 36

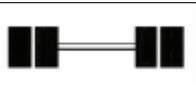
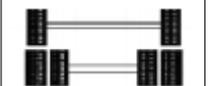
TIPO DE VEHICULO	I.M.D.A.
Automóvil	4542
Camioneta Rural	183
Couster / Microbús	218

Ómnibus	221
Camión de 2 Ejes (C2)	16
Camión de 2 Ejes (C3)	14
Camión de 2 Ejes (C4)	20
T2S3	11
T2S2	15
TOTAL	5241

Cálculo del Factor Destructivo

Obtenemos el Factor Destructivo considerando la Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes para Pavimentos Flexibles, dada por el Manual de Carreteras, se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 37

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos		
Tipo de Eje		Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
	Eje Simple de ruedas simples (EES ₁)	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$
	Eje Simple de ruedas dobles (EES ₂)	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.0}$
	Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA ₁)	$EE_{TA1} = [P/14.8]^{4.0}$
	Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA ₂)	$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$
	Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR ₁)	$EE_{TR1} = [P/20.7]^{3.9}$

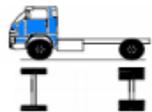
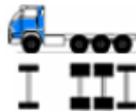
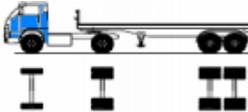
	Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EE_{TR2} = [P/21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas		

Fuente: Manual de Carreteras

Los factores de vehículo son obtenidos del Cuadro de configuraciones vehiculares del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La sección del cuadro de configuraciones vehiculares correspondiente al presente trabajo se muestra a continuación:

Cuadro N° 38

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	Long. Max. (m)	Peso Máximo				Peso Bruto Max.	
			Eje Delantero	Conjunto de Ejes Posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	-	-	-	18
C3		13,20	7	18	-	-	-	25
C4		13,20	7	23	-	-	-	30
T2S2		20,50	7	11	18	-	-	36
T2S3		20,50	7	11	25	-	-	43

Con estos datos, podemos calcular el Factor Destructivo de cada tipo de vehículo, los resultados de este cálculo se detallan en la siguiente tabla.

Cuadro N° 39

	Automóvil	Camioneta Rural	Couster / Microbús	Omnibus
Peso Eje Delantero	0,4	0,4	3,3	7
Eje Posterior 2	0,6	0,7	5,7	15
Eje Posterior 3				
Factor Destructivo 1	1,3492E-05	1,3492E-05	0,0625	1,26536675
Factor Destructivo 2	6,8301E-05	0,00012654	0,55631873	1,05515965
Factor Destructivo 3				
Factor Destructivo Total	8,1793E-05	0,00014003	0,61881873	2,3205264

	Camión de 2 Ejes (C2)	Camión de 2 Ejes (C3)	Camión de 2 Ejes (C4)	T2S3	T2S2
Peso Eje Delantero	7	7	7	7	7
Eje Posterior 2	11	18	23	11	11
Eje Posterior 3				25	18
Factor Destructivo 1	1,26536675	1,26536675	1,26536675	1,26536675	1,26536675
Factor Destructivo 2	3,23828696	2,01921345	1,5081836	3,23828696	3,23828696
Factor Destructivo 3				2,08776536	2,01921345
Factor Destructivo Total	4,50365371	3,2845802	2,77355035	6,59141906	6,52286716

Factor de Distribución Direccional y de Carril

Obtenemos el Factor de Distribución Direccional y de Carril dependiendo del Número de calzadas, Número de sentidos y Número de carriles por sentido del proyecto. Estos factores se encuentran en el Manual de Carreteras del MTC.

Para nuestro caso:

Número de calzadas: 2 con separador central

Número de sentidos: 2

Número de carriles por sentido: 2

Cuadro N° 40

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

Fuente: Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes Y Comunicaciones

Por lo tanto el Factor Direccional es igual a 0.50, y el Factor Carril es 0.80.

Factor de Crecimiento

El factor de crecimiento depende de la Tasa de crecimiento dada por el INEI, y del número de años para el que se realizará el proyecto, en este caso el diseño está proyectado para 15 años.

La fórmula para el Factor de Crecimiento es la siguiente:

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

Dónde:

r = Tasa de crecimiento según el tipo de vehículo

n = Número de años del diseño

Tasa de Crecimiento

Tipo de Vehículo	Tasa de Crecimiento	
	Población	P.B.I
Automóvil	2,70	
Camioneta Rural	0,50	
Couster / Microbús	0,50	
Ómnibus	0,50	
Camión de 2 Ejes (C2)		3,70
Camión de 2 Ejes (C3)		3,70
Camión de 2 Ejes (C4)		3,70
T2S3		3,70
T2S2		3,70

Fuente: INEI, Tasa Anual Departamental

El siguiente cuadro muestra el cálculo del Factor de Crecimiento según cada tipo de vehículo:

Cuadro Nº 41

	TASA CREC	N AÑOS	Factor Crecimiento
Automóvil	2,7	15	18
Camioneta Rural	0,5	15	16
Couster / Microbús	0,5	15	16
Ómnibus	0,5	15	16
Camión de 2 Ejes (C2)	3,7	15	20
Camión de 2 Ejes (C3)	3,7	15	20
Camión de 2 Ejes (C4)	3,7	15	20
T2S3	3,7	15	20
T2S2	3,7	15	20

Por lo tanto, se ha calculado el número de ejes equivalentes, como se detalla a continuación:

Cuadro N° 42

	IMD	F. Destructivo	F DIREC	F CARRIL	factor crecimiento	EAL
Automóvil	4542	8,1793E-05	0,5	0,8	18	973,4797683
Camioneta Rural	183	0,000140028	0,5	0,8	16	57,24765435
Couster / Microbús	218	0,618818728	0,5	0,8	16	302391,7917
Ómnibus	221	2,320526397	0,5	0,8	16	1145175,005
Camión de 2 Ejes (C2)	16	4,503653709	0,5	0,8	20	205354,9969
Camión de 2 Ejes (C3)	14	3,284580203	0,5	0,8	20	129799,2698
Camión de 2 Ejes (C4)	20	2,773550346	0,5	0,8	20	160191,2096
T2S3	11	6,591419064	0,5	0,8	20	200367,8093
T2S2	15	6,522867163	0,5	0,8	20	277597,5291
TOTAL						2421908,339

Se tiene finalmente el número de ejes equivalentes para el periodo en estudio:

$$EAL_{3,2}(15 \text{ años}) = 2'421,909 \text{ repeticiones} = 2.422 \times 10^6 \text{ repeticiones}$$

Suelo de subrasante

Utilizaremos el valor de CBR de los resultados obtenidos en los Ensayos de Laboratorio que se efectuaron como parte del expediente técnico del proyecto.

UBICACIÓN	CBR (95% MDS)
C5 (0.35-1.20m)	18.20

(Fuente: Resultados de Laboratorios del Estudio de Suelos del Proyecto)

Módulo Resiliente efectivo del suelo

Las propiedades mecánicas del suelo de la subrasante se caracterizan en AASHTO 93 por el Módulo Resiliente MR.

El módulo resiliente se correlaciona con el CBR mediante la siguiente ecuación:

$$MR = 3000 \times CBR^{0.65}$$

Por lo tanto para nuestro valor de CBR, nuestro Módulo Resiliente es el siguiente:

$$CBR (95\% MDS) = 18.20\%$$

$$MR=3000*CBR^{0.65} = 19,777 \text{ psi}$$

(Fuente: Estudio de Suelos del Proyecto)

Diseño de Pavimento - Método AASHTO 1993

Nuevos parámetros para el cálculo de espesores de la Av. Moyano del tramo en estudio, del distrito de Villa el Salvador.

Datos:

W_{18}	:	2'421,909	Valor EAL
Z_R	:	0.95	Factor de confiabilidad
S_o	:	0.45	Desviación estándar
P_o	:	4.2	Servicialidad inicio
P_E	:	2.25	Servicialidad final
C.B.R. de diseño	:	18.20 %	

El numeral estructural requerido es de 2.90

El nuevo diseño estructural del pavimento se detallará en la sección de resultados del presente trabajo.

CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

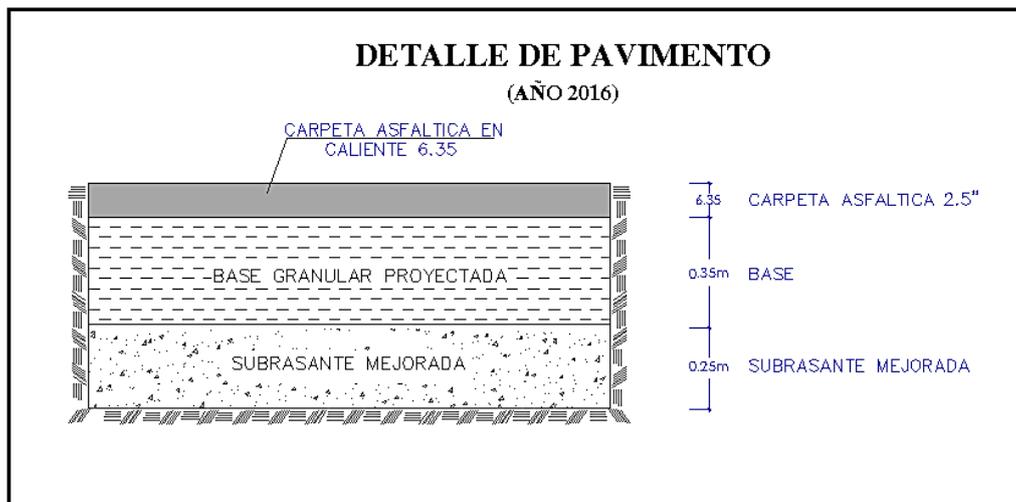
5.1. RESULTADOS

En base a los parámetros anteriores se ha adoptado como diseño de la sección del pavimento de la vía a construir.

Base: Material granular con un espesor de 0.35 m, compactado al 100% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado.

Superficie de Rodadura: 0.0635 m (63.5 milímetros), constituido por una mezcla asfáltica en caliente, de granulometría cerrada y colocado de acuerdo a las especificaciones de obra.

Ver salidas del AASHTO



DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES – AASHTO 93

MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA AV. MARIA ELENA MOYANO
DEL DIST. DE VILLA EL SALVADOR -LIMA (TRAMO AV. EL SOL - AV. MARIATEGUI)

INGRESO DE DATOS :

W18 :	2421908,34
ZR :	0,95
So :	0,45
Po :	4,2
Pt :	2,25
CBR de diseño :	18,2
MR	19777,3299

DETERMINACION DE LAS CONSTANTES

K1	K2	K3	K1-K3
15,3944077	-0,14132915	9,967108964	5,427298738

ITERACION	SN	J1	J2	J1+J2	CONTROL
1	2,9	5,53236472	-0,105765472	5,42659925	0,000699488
2	2,901	5,53340689	-0,105864102	5,427542793	-0,000244054
3	2,902	5,5344488	-0,10596276	5,428486041	-0,001187303
4	2,903	5,53549044	-0,106061445	5,429428995	-0,002130257
5	2,904	5,53653181	-0,106160157	5,430371655	-0,003072917
6	2,905	5,53757292	-0,106258896	5,431314021	-0,004015283
7	2,906	5,53861376	-0,106357663	5,432256094	-0,004957355
8	2,907	5,53965433	-0,106456456	5,433197873	-0,005899135
9	2,908	5,54069464	-0,106555276	5,434139359	-0,006840621
10	2,909	5,54173468	-0,106654123	5,435080552	-0,007781814
11	2,91	5,54277445	-0,106752996	5,436021453	-0,008722714
12	2,911	5,54381396	-0,106851897	5,436962061	-0,009663322
13	2,912	5,5448532	-0,106950823	5,437902376	-0,010603638

NUMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO : Sndis = 2,9
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO : Snreq = 2,9

ALTERNATIVA DE DISEÑO CALCULO DE ESPESORES: $SN=a1*D1+a2*D2*m2+a3*D3*m3$

		D	a	m	D*a*m
SUB-BASE	para CBR 40%	0	-	-	0
BASE 6"min	para CBR 80%	35	0,06	1	2,1
CARPETA 2.5 pulg.		6,35	0,17		1,0795
TOTAL		41,35			3,1795

OK si es > **2,9**

CONCLUSIONES

La presente Tesis nos ha permitido conocer la elaboración de dos estudios básicos en el desarrollo de un proyecto de pavimentación urbana.

Se ha observado que es importante conocer los aspectos socio económicos del lugar, así como la tasa de crecimiento poblacional y vehicular, con el fin de hacer una correcta estimación del tránsito que habrá cada año después de finalizada la ejecución del proyecto.

Gracias a la actualización del Estudio de Tráfico se ha podido cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan actualmente por la Av. María Elena Moyano, en el tramo comprendido entre la Av. El Sol y la Av. José Carlos Mariátegui, y de esta manera calcular el I.M.D. en ambos sentidos de circulación vehicular.

Podemos concluir que en la Av. María Elena Moyano en el sector del Estudio de Tráfico el volumen vehicular se compone del 90.19% de tráfico ligero, el 8.38% de transporte público de pasajeros y el 1.43% de transporte de carga.

El volumen de tráfico vehicular se ha incrementado en los últimos años después de ejecutado el proyecto, en una mayor medida de lo que indicaron la Tasa de Crecimiento anual de la población, la Tasa de Crecimiento de la Población Económica Activa y para los vehículos de carga el aumento de la Tasa de Crecimiento Anual del Producto Bruto Interno, resultando un Índice Medio Diario Anual (I.M.D.A.) para ambos sentidos de la Av. María Elena Moyano de 5238 vehículos/día cuando se tenía proyectado para este año un Índice Medio Diario Anual de 4937 vehículos/día.

Dado que el Índice Medio Diario Anual calculado en el presente trabajo es mayor que el que se había estimado en el Estudio de Tráfico anterior, el pavimento se desgastará con mayor rapidez.

En base a los análisis realizados en el presente Estudio de Tráfico, podemos diagnosticar que el mayor volumen de tráfico se presenta el día Viernes con 5,030 vehículos/día y el menor volumen se presenta el día Domingo

con 4,760 vehículos/día, siendo la hora punta desde las 6:00 p.m. hasta las 7:00 p.m. con el 7.53% del IMDa.

El movimiento vehicular en cuanto al servicio particular en la Av. María Elena Moyano se ha incrementado intensamente, así como, especialmente el servicio transporte público de pasajeros en vehículos menores ("mototaxis"), ya que el servicio de transporte público de pasajeros (vehículos mayores) solo representa un servicio de paso, en cuanto a los vehículos de carga, el volumen de estos también se ha incrementado debido a la apertura de almacenes en la zona en los últimos años, estos vehículos en su mayoría ingresan y salen a la Av. María Elena Moyano por la Av. Juan Velazco Alvarado, para continuar su paso por la Av. Pastor Sevilla y luego por la Av. Mateo Pumacachua para conectarse con la Autopista de la Av. Panamericana Sur.

Del estudio de tráfico tenemos que el número de ejes equivalentes es de 2'421,909EE.

Con respecto al diseño del pavimento se ha adoptado el procedimiento de diseño AASHTO-93 para el presente trabajo de suficiencia profesional debido a su compatibilidad con la práctica nacional y con la clase de vía a proyectar.

RECOMENDACIONES

Para tener un mejor cálculo del Índice Medio Diario (I.M.D) y para una proyección más exacta del flujo vehicular, se recomienda realizar un conteo vehicular con un número de brigadistas de dos por cada sentido, así como también realizar el conteo un mayor número de días, de preferencia una semana, así podemos obtener los valores representativos de tránsito por cada día de la semana.

Se recomienda tener en cuenta, que además del crecimiento habitual del transporte calculado por el INEI, la cantidad de vehículos se incrementa en mayor medida cuando el pavimento es nuevo, debido a que este trae consigo un crecimiento socio económico en la zona, como es el caso de la avenida en estudio, cuyo tránsito de vehículos de carga pesada se incrementó debido a la apertura de establecimientos comerciales y de almacenes de tiendas departamentales. Esto puede tener una influencia negativa en el desgaste del pavimento.

Los beneficiarios del proyecto (habitantes de la zona) deben entender que existen factores que desgastan el pavimento, se ha observado que las personas tienden a vaciar sobre el pavimento grandes cantidades de agua producto de la limpieza, lo que afecta negativamente a este.

Las entidades contratistas así como las empresas contratantes, deben tener una mejor cultura de mantenimiento de las pistas y veredas. En la mayoría de ocasiones, las entidades sólo piden realizar el diseño y la construcción del pavimento, más no el mantenimiento, por lo que a menudo contamos con pistas en pésimo estado, aún si se tratan de avenidas principales como es el objeto del presente trabajo.

Se recomienda siempre tener en cuenta la normatividad vigente para el diseño de pavimentos, en vista de las actualizaciones continuas tanto del Manual de Carreteras, como de la norma AASHTO.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ✓ ESTUDIO DE PRE – INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL PROYECTO
“Mejoramiento de la transitabilidad vehicular en la Av. María Elena
Moyano entre los tramos de la Av. El Sol y Av. José Carlos Mariátegui en
el distrito de Villa el Salvador”.
- ✓ ESTUDIO DE TRÁFICO de la Av. María Elena Moyano.
- ✓ INFORME TECNICO. ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE
PAVIMENTACION “Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular De La
Av. María Elena Moyano, Distrito De Villa El Salvador – Lima (Tramo: Av.
El Sol – Av. Mariátegui)”
- ✓ Manual de Carreteras - "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"
Sección: Suelos y Pavimentos.
- ✓ NORMA E. 050 Suelos Y Cimentaciones
- ✓ Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para
Construcción–EG2013
- ✓ Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, parte del Reglamento
Nacional de Edificaciones (RNE).
- ✓ AASHTO, 1993. (1993). AASHTO Guide for Design of Pavement
Structures 1993. Washington, D.C.: AASHTO (American Association of
State Highway and Transportation Officials).