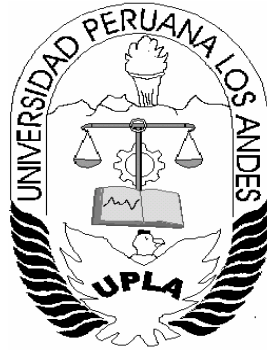


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“PROPUESTA TÉCNICA PARA MEJORAMIENTO
DE VÍAS EN LA ZONA URBANA DEL C.P.
PARATUSHALI DISTRITO Y PROVINCIA SATIPO
- JUNÍN”**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE Y URBANISMO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE Y URBANISMO

PRESENTADO POR:

Bach. SHEYLA JASMIN CASTAÑEDA ALARCON

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ
2017

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. CASIO AURELIO TORRE LÓPEZ
PRESIDENTE**

**ING. JULIO CESAR LLALLICO COLCA
JURADO**

**ING. FERNANDO ALBERTO VARGAS MANRIQUE
JURADO**

**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE**

ASESORES:

**DR. SANTIAGO ZEVALLOS SALINAS
ING. CARLOS FLORES ESPINOZA**

DEDICTORIA:

Al apoyo incondicional en todo el camino de mi vida, Nélida Alarcón Sánchez.
A mis asesores por sus consejos para la conclusión de este proyecto.
A los estudiantes de Ing. Civil para que en esta tesis encuentren un antecedente para trabajos posteriores.

AGRADECIMIENTO

- ✓ Mi agradecimiento sincero al Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana los Andes, Dr. Casio Torres López.
- ✓ A mis asesores Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza y Dr. Santiago Zevallos Salinas por sus atinadas sugerencias y orientaciones en el campo temático de la Ingeniería Civil, quien con su experiencia y habilidades me conduce por el camino del éxito a la investigación.
- ✓ Al Tec. Lab. Javier Santa Cruz Veliz responsable del laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos C.I.A. Santa Cruz, por apoyar en mi investigación, y brindar sus servicios para los ensayos requeridos para realización de la presente propuesta.

Castañeda Alarcón Sheyla Jasmin

“PROPUESTA TÉCNICA PARA MEJORAMIENTO DE VÍAS EN LA ZONA URBANA DEL C.P. PARATUSHIALI Y PROVINCIA SATIPO - JUNÍN”

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICTORIA:	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	21
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	21
1.3. OBJETIVOS	21
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	21
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.4. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.4.1. IMPORTANCIA	23
1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.5.1. ESPACIAL	23
1.5.2. TEMPORAL	23
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	23
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	25
2.2. BASES TEÓRICAS	30
2.2.1. PROPUESTA TÉCNICA: Contiene lo siguiente:	30
2.2.2. MEJORAMIENTO DE VÍAS	31
2.2.3. PAVIMENTOS	32
2.2.4. PAVIMENTOS RÍGIDOS	44
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	69

2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	72
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	72
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	72
2.4.3.	VARIABLES	72
CAPÍTULO III.....		74
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		74
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	74
3.2.	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	74
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	75
3.4.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	75
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	75
3.5.1.	POBLACIÓN.....	75
3.5.2.	TIPO DE MUESTRA.....	76
3.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	76
3.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	79
3.7.1.	TÉCNICAS.....	79
3.7.2.	INSTRUMENTOS	79
3.7.3.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	79
CAPÍTULO IV		80
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		80
4.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	80
4.2.	ESTUDIO DE SUELOS.....	85
4.3.	ESTUDIO DE CANTERA.....	94
4.4.	ESTUDIO HIDROLOGICO.....	97
4.4.1.	CÁLCULO DE SECCIÓN DE CUNETAS	103
4.5.	ESTUDIO DE TRÁFICO	110
4.5.1.	AV. EL SOL	110
4.5.2.	JR. DEL EJÉRCITO – TEODORO FLORES.....	117
4.5.3.	JR. JUPITER - TEODORO NORIEGA.....	120
4.6.	ESTABILIZACIÓN POR SUSTITUCIÓN DE SUELOS	123
4.7.	DISEÑO DE PAVIMENTO METODO ASSHTO 93.....	123
4.7.1.	AV. EL SOL	123
4.7.2.	AV. TEODORO FLORES.....	134
4.7.3.	CALLE TEODORO NORIEGA.....	135
4.7.4.	CALLE JUPITER	137
4.7.5.	CALLE DEL EJÉRCITO	138
4.7.6.	PSJE. ROSARIO DEL ÁGUILA	140
4.7.7.	PSJE. HILSER.....	141
4.7.8.	JUNTAS LONGITUDINALES, JUNTAS TRANSVERSALES DOWELLS Y BARRAS DE AMARRE.....	143
CAPÍTULO V		145
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		145

CONCLUSIONES.....	151
RECOMENDACIONES	153
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01 Categorías de Subrasante según CBR.....	40
Tabla N°02 Valor percentil según ESAL.....	41
Tabla N° 03 Cálculo De Modulo Resiliente	41
Tabla N°04 Pesos Y Medidas	47
Tabla N°05 Pesos Y Medidas	48
Tabla N° 06 Pesos Y Medidas	49
Tabla N° 07 Pesos Y Medidas	50
Tabla N°08 Pesos Y Medidas	51
Tabla N°09 Pesos Y Medidas	52
Tabla N°10 Pesos Y Medidas	53
Tabla N°11 : Pendientes Transversales De Pavimentos, Bermas Cunetas	55
Tabla N°12 Condiciones de Drenaje	65
Tabla N°13 Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd	66
Tabla N°14 Valores de transmisión de Carga J.....	67
Tabla N° 15 Puntos de Control Geo referencial	82
Tabla N°16 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°01	86
Tabla N°17 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°02.....	86
Tabla N°18 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°03.....	87
Tabla N°19 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°04.....	87
Tabla N°20 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°05.....	88
Tabla N°21 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°06.....	88
Tabla N°22 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°07	89
Tabla N°23 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°08.....	89
Tabla N°24 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°09.....	90
Tabla N°25 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°10.....	90
Tabla N°26 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°11	91
Tabla N°27 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°12.....	91
Tabla N°28 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°13.....	92
Tabla N°29 CBR Promedio de Diseño Av. El sol.....	92
Tabla N°30 CBR Promedio de Diseño Av. Teodoro Flores	92
Tabla N°31 CBR Promedio de Diseño Av. Teodoro Noriega	92
Tabla N°32 CBR Promedio de Diseño Jr. Del Ejército	93
Tabla N°33 CBR Promedio de Diseño Jr. Júpiter	93
Tabla N°34 CBR Promedio de Diseño Pasaje Hilser.....	93
Tabla N°35 CBR de Diseño de Pasaje Rosario del Águila	93
Tabla N°36 Requerimiento Granulométricos Para Base Granular	94
Tabla N°37 Valor Relativo De Soporte, Cbr En Base Granular	95
Tabla N°38 Valor Relativo De Soporte, Cbr En Sub Base Granular	95
Tabla N°39 Requerimientos De Ensayos Especiales	95
Tabla N°40 Resumen De Ensayos De Laboratorio Cantera Isla Verde	96
Tabla N°41 Resumen De Ensayos Especiales Cantera Isla Verde	97
Tabla N° 42 Estación Pluviométrica Satipo	98
Tabla N°43 Días De Lluvia Por Mes.....	100
Tabla N°44 Precipitaciones Medias Mensuales Y Anuales	101
Tabla N°45: Valores de los parámetros a y n que junto con K, definen las curvas de probabilidad.Pluviométrica en cada punto de las subzonas	105
Tabla N°46: Subdivisión el Territorio en Zonas y Subzonas Pluviométricas y	

Valores de los Parámetros $K'g$ y eg que definen la distribución de probabilidades de hg en cada punto	106
Tabla N°47: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)	108
Tabla N°48: Valores de K más Usados	109
Tabla N°49: Velocidades límites admisibles	109
Tabla N°50 Conteo volumétrico del tráfico Av. El Sol	111
Tabla N°51 Tasa De Crecimiento Paratushiali	112
Tabla N°52 Proyección Poblacional Anexo De Paratushiali	112
Tabla N°53 Relación De Cargas Por Ejes Para Determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos.....	113
Tabla N°54 Factor Equivalencia Por Eje Y Factor Camión De Vehículos Existentes En El Tramo De Estudio	114
Tabla N°55 Ejes Equivalentes Por Cada Tipo De Vehículo	114
Tabla N°56 Proyección del IMDA en los próximos 20 años av. El sol	115
Tabla N°57 Numero De Repeticiones De Ejes Equivalentes De 8.2 Tn	116
Tabla N°58 Conteo Volumétrico del tráfico Jr. Del Ejército – Teodoro flores ..	117
Tabla N°59 Ejes Equivalentes Por Cada Tipo De Vehículo Jr. Del ejército – Teodoro flores.....	118
Tabla N°60 Proyección del IMDA en los próximos 20 años Jr. Del ejército – Teodoro flores.....	118
Tabla N°61 Numero De Repeticiones De Ejes Equivalentes De 8.2 Tn Jr. Del ejército – Teodoro flores	119
Tabla N°62 Conteo Volumétrico del Tráfico Jr. Júpiter - Teodoro Noriega	120
Tabla N°63 Ejes Equivalentes Por Cada Tipo De Vehículo Jr. Júpiter - Teodoro Noriega	121
Tabla N°64 Proyección Del IMDA En Los Próximos 20 Años Jr. Júpiter - Teodoro noriega.....	121
Tabla N°65 Numero De Repeticiones De Ejes Equivalentes De 8.2 Tn Jr. Júpiter - Teodoro noriega	122
Tabla N°66 Espesores recomendados para Estabilización por sustitución de suelos	123
Tabla N°67 Valores Recomendados De Confiabilidad (R) Y Desviación Estándar Normal (Z_r) Para Una Sola Etapa De 20 Años Según Rango De Trafico	126
Tabla N°68 Índice De Serviciabilidad Final (P_f) Índice De Serviciabilidad Inicial (P_i) Y Diferencia De Serviciabilidad (ΔP_s)	127
Tabla N°69 Valores Recomendados De Resistencia Según Del Trafico Según Rango De Trafico	128
Tabla N°70 Modulo de Reacción de Subrasante.....	129
Tabla N°71 Valores De Coeficiente De Transmisión De Carga J	130
Tabla N°72 Coeficiente De Drenaje De Las Capas Granulares C_d	131
Tabla N°73 Resumen De Variables De Diseño Con El Método De La AASHTO Para Pavimento Rígido.	132
Tabla N°74 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido.	133
Tabla N°75 Resumen De Variables De Diseño Con El Método de la AASHTO para Pavimento Rígido av. Teodoro flores.	134
Tabla N°76 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento rígido Av. Teodoro Flores.....	135
Tabla N°77 Resumen de Variables de diseño con el método de la AASHTO para	

pavimento rígido Av. Teodoro Noriega.....	135
Tabla N°78 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Av. Teodoro Flores.	137
Tabla N°79 Resumen de Variables de Diseño Con El Método de la AASHTO para pavimento rígido Ca Júpiter.	137
Tabla N°80 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Ca. Júpiter.	138
Tabla N°81 Resumen de Variables de Diseño Con El Método De La AASHTO Para Pavimento Rígido Ca. El Ejército.....	138
Tabla N°82 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Ca. El Ejército.	140
Tabla N°83 Resumen de Variables De Diseño Con El Método de la AASHTO Para Pavimento Rígido Psje. Rosario del Águila.....	140
Tabla N°84 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Psje. Rosario del Águila.	141
Tabla N°85 Resumen de Variables de Diseño Con El Método De la AASHTO Para Pavimento Rígido Psje. Hilser	141
Tabla N°86 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Psje. Hilser	143
Tabla N° 87 Diámetros y Longitudes recomendados barras de amarre	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01 Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).	33
Figura N°02 Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).	34
Figura N°03 Estructura De Un Pavimento Flexible	36
Figura N°04 Mapa De Clasificación Climática Del Perú	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°01 Promedio De Días Lluviosos Por Mes.....	100
Gráfico N°02 Promedio De Precipitaciones Medias Mensuales	102
Gráfico N°03 Promedio De Precipitaciones Medias Anuales.....	102
Gráfico N°04: Sección de Cunetas.....	109
Gráfico N°05 Distribución De Volumen De Transito Av. El sol.....	111
Gráfico N°06 Proyección del IMDa en los Próximos 20 años Av. El Sol.....	115
Gráfico N°07 Distribución De Volumen De Transito Jr. Del ejército – Teodoro Flores.....	117
Gráfico N°08 Proyección del IMDa En Los Próximos 20 Años Jr. Del Ejército – Teodoro Flores.....	118
Gráfico N°09 Distribución De Volumen De Transito Jr. Júpiter - Teodoro Noriega	120
Gráfico N°010 Proyección del IMDa en los Próximos 20 Años Jr. Júpiter - Teodoro Noriega	122

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N°01 Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes	54
Ecuación N°02 Modulo de Ruptura	63
Ecuación N°03 Modulo Elástico del Concreto	64
Ecuación N°04: Intensidad De Lluvia	103
Ecuación N°05: Máxima Precipitación en 24 Horas	103
Ecuación N°06: Parámetro de Intensidad en mm.....	103
Ecuación N°07: Caudal De Escorrentía	107
Ecuación N°08: Ecuación de Manning	107
Ecuación N°09 Transito Proyectado al año “n” en veh./día	115
Ecuación N°010 Transito de Diseño.....	116
Ecuación N°011 Diseño para Pavimentos Rígidos ASSHTO 93	124
Ecuación N°012 Modulo de Reacción Efectiva.....	129
Ecuación N°013 Porcentaje de Tiempo En El Pavimento Esta Próximo A La Saturación.....	131

RESUMEN

La presente investigación debe responder al siguiente problema, ¿En qué medida contribuye la propuesta técnica para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P. Paratushiali, distrito y provincia Satipo – Junín?, el objetivo general fue proyectar una propuesta técnica para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P Paratushiali de las 13 cuadras: Av. El Sol, Av. El Ejército, Ca. Júpiter, Ca. Teodoro Noriega, Av. Teodoro Flores, Psje. Hilser y Psje. Rosario del Águila; la hipótesis: La propuesta de diseño de pavimento rígido influirá positivamente en el mejoramiento de vías urbanas en el CP. Paratushiali distrito y provincia Satipo.

El tipo de investigación es aplicada, con un nivel descriptivo – explicativo y con diseño no experimental. La población está conformada por la red vial de Paratushiali. El tipo de muestra es no aleatoria y para este estudio se ha considerado las 13 cuadras de las vías urbanas Av. El Sol, Av. El Ejército, Ca. Júpiter, Ca. Teodoro Noriega, Av. Teodoro Flores, Psje. Hilser y Psje. Rosario del Águila.

La principal conclusión es: La propuesta técnica influirá positivamente para el mejoramiento de vías en la zona urbana, se planteó pavimento rígido para todas las vías en estudio, debido a su excelente durabilidad, estadísticamente se ha demostrado que las carreteras de concreto han soportado hasta tres veces su capacidad de carga de diseño, caso contrario del asfalto que tiene una menor resistencia a eso se añade que los pavimentos flexibles requieren ser conformadas con un mayor número de capas granulares, que necesitan de mayor control técnico en el proceso constructivo esto perjudicial para la propuesta final.

PALABRAS CLAVES: Carreteras de concreto, pavimentos flexibles y capas granulares.

ABSTRACT

The present investigation must answer the following problem: To what extent does the technical proposal contribute to the improvement of roads in the urban area of the C.P. Paratushiali, district and province Satipo - Junin?, the general objective was to project a technical proposal for the improvement of roads in the urban area of CP Paratushiali of the 13 blocks: Av. El Sol, Av. El Ejército, Ca Jupiter, Ca. Teodoro Noriega, Av. Teodoro Flores, Psje. Hilser and Psje. Rosario del Águila; the hypothesis: The rigid pavement design proposal will positively influence the improvement of urban roads in the CP. Paratushiali district and Satipo province.

The type of research is applied, with a descriptive level - explanatory and non-experimental design. The population is made up of the Pararushiali road network. The type of sample is non-random and for this study the 13 blocks of urban roads have been considered Av. El Sol, Av. El Ejército, Ca. Jupiter, Ca. Teodoro Noriega, Av. Teodoro Flores, Psje. Hilser and Psje. Rosario del Aguila.

The main conclusion is: The technical proposal will positively influence the improvement of roads in the urban area, rigid pavement was proposed for all roads under study, due to its excellent durability, statistically it has been shown that concrete roads have supported up to three times its design load capacity, otherwise the asphalt that has a lower resistance to that is added that the flexible pavements require to be conformed with a greater number of granular layers, which require greater technical control in the construction process, this is harmful for costs totals of the proposal.

KEYWORDS: Concrete roads, flexible pavements and granular layers.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de investigación titulado: “**PROPUESTA TÉCNICA PARA MEJORAMIENTO DE VÍAS EN LA ZONA URBANA DEL C.P. PARATUSHIALI DISTRITO Y PROVINCIA SATIPO - JUNÍN**”, se elaboró con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, según las normas vigentes emanadas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana los Andes.

La propuesta técnica para el mejoramiento de la zona urbana de Paratushiali, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Hay gran diversidad de tipos de pavimento, dependiendo del tipo de vehículos que transitaran y del volumen de tráfico.

Debido a su gran rigidez, el pavimento de concreto no requiere capas con una elevada capacidad de soporte. Ahora bien, es necesario disponer una capa entre la explanada y el pavimento para evitar el descalce de este último y asegurar un apoyo continuo, siendo estable ante los agentes atmosféricos.

El diseño de un pavimento rígido es el proceso por el cual los componentes estructurales (carpeta, losa, base, subrasante) de un segmento de carretera son determinados tomando en consideración la naturaleza de la sub-rasante, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico, y las condiciones de mantenimiento.

Así mismo, el pavimento es la parte superior de una carretera incluye todas las capas que se apoyan en el suelo natural, incluidas las bermas.

La presente investigación tiene como objetivo plantear, diseñar y proporcionar una propuesta técnica acorde a las condiciones reales de vías en Paratushiali (topografía, subrasante, tráfico ambiente drenaje entre otros).

Basados en una amplia revisión bibliográfica, en esta primera fase y por ende en la presente investigación, se contextualiza la metodología de diseño ASSHTO 93 donde se define las variables de diseño: el tránsito (ESALs), Serviciabilidad, la confiabilidad (R) y desviación estándar, el suelo y el efecto de

las capas de apoyo (kc), resistencia a flexo tracción del concreto (MR), Modulo elástico del concreto, drenaje (Cd), Transferencia de cargas (J)

La tesis tiene 6 capítulos:

CAPÍTULO I. Contiene planteamiento del problema, formulación del problema, problema General y Específicos, Objetivo General y Específicos, Justificación, Delimitación y Limitaciones de la investigación.

CAPÍTULO II. Se presenta antecedente de estudio, Marco Teórico, se plantea la Hipótesis General y Específica, las Variables e Indicadores y su Operacionalización de cada una de ellas.

CAPÍTULO III. Expone la Metodología de la Investigación, con el tipo de Investigación, Nivel de investigación, Método de la investigación, Diseño de la investigación, Población y muestra, Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Técnicas e Instrumentos

CAPÍTULO V. Contiene los resultados

CAPITULO VI. Contiene la discusión de resultados.

- Conclusiones
- Recomendaciones del tema de investigación con el propósito de dar aporte y trascendencia a la carrera de Ingeniería Civil.
- Se adjuntará las referencias bibliográficas.
- Finalmente se presentará los anexos (cuadros planos certificados entre otros) con información imprescindible que sustentan la elaboración de la tesis.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las características superficiales de las vías, son las relaciones con las capas de rodamiento su importancia deriva de la influencia que tienen en la funcionalidad de la carretera la duración depende del proyecto inicial, de los materiales empleado, en la calidad de construcción y del desgaste o deterioro ejercido por el tránsito y los factores climáticos, entre otros.

Todas las vías sufren un procesos de degradación bajo la acción del tránsito, resultando este proceso más lento, si el pavimento está bien diseñado y bien construido. Por otro lado, los cambios diarios y estacionales, la humedad, la insolación y el régimen de lluvias originan modificaciones en los materiales de la capa de rodadura con tendencias a la fragilizar y a la pérdida de calidad.

El C.P. de Paratushiali se ubica en el distrito Satipo, y sus vías principales se encuentran a nivel de tierra suelta (sin pavimentación) perjudicando al comercio existente y a los vecinos, que con el paso de vehículos se forman nubes de polvo. Esto produce a la población molestias que a la larga van en desmedro de su salud produciendo problemas respiratorios como el asma, la rinitis alérgica, la faringitis, la laringitis, el enrojecimiento en los ojos, irritación en las fosas nasales, irritación de la garganta, alergias y cáncer pulmonar.

En época de lluvias torrenciales propias de la zona, se convierte en

enormes charcos y lodazal, los incrementan el deterioro de la carpeta de rodadura presentando baches, cárcavas, consecuencia del tráfico vehicular y la falta de desagüe pluvial así mismo en esta época es común el ingreso de agua de lluvia a los domicilios por la pendiente y desnivel entre la carpeta de rodadura y veredas.

Por este sector las viviendas se encuentran totalmente consolidadas y por tanto necesitan vivir en mejores condiciones. Por lo que se genera movimiento vehicular y peatonal durante las 24 horas del día, en los 365 días del año.

El planteamiento técnico de las alternativa de solución, comprende el análisis de aspectos; como el uso de materiales adecuados, el diseño tecnológico que responde a valores, costumbres, usos, condiciones ambientales específicas (topografía, clima, intensidad solar); tecnología apropiada, tamaños más económicos y eficientes u los estudios de suelos que permitirán dimensionar el espesor de la base y sub base; asimismo las alternativas propuestas se sujetan a los estándares generales establecidos por el Reglamento Nacional de Construcciones para las características y categoría de la vía a intervenir además en las vías bajo estudio, el diseño geométrico a proponer estará dimensionado técnicamente.

El problema se manifiesta. No existe una propuesta que proponga una solución técnica para el **“MEJORAMIENTO DE VÍAS EN LA ZONA URBANA DEL C.P. PARATUSHIALI DISTRITO Y PROVINCIA SATIPO – JUNIN”**, este problema repercute en el deterioro de las condiciones de vida de la población del centro poblado Paratushiali, la dificultad para el desplazamiento de vehículos, contaminación por los charcos en temporada de invierno y la polvareda en verano; a su vez también influye en mayores costos de mantenimiento de los vehículos, devaluación económica de los predios, reducción de los daños a la salud de las personas (enfermedades respiratorias y alergias), disminución de daños al patrimonio público y privado.

En consecuencia, la presente investigación propone una solución técnica adecuada para el **MEJORAMIENTO DE VÍAS EN LA ZONA URBANA DEL C.P. PARATUSHIALI DISTRITO Y PROVINCIA SATIPO – JUNÍN**, con un pavimento rígido debido a que la provincia de Satipo no cuenta con una planta de asfalto y que trasladarlo de las grandes ciudades generaría un costo adicional y mayor a la de un pavimento de concreto, desde este punto de vista la propuesta será económica, social, paisajista, operativo y de sustentable para así contribuir con el desarrollo de Paratushiali.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida contribuye la propuesta técnica para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P. Paratushiali, distrito y provincia Satipo - Junín?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿Cuál será la metodología de diseño de pavimento adecuada para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P. Paratushiali, distrito y provincia Satipo – Junín?
- b) ¿Cuál será la estructura del pavimento a utilizar para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P. Paratushiali, distrito y provincia Satipo – Junín?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Proyectar una propuesta técnica adecuada para el mejoramiento vial en la zona urbana del C.P. Paratushiali, Distrito y Provincia Satipo – Junín.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Emplear la metodología adecuada para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P. Paratushiali, Distrito y Provincia Satipo – Junín.
- b) Diseñar la estructura del pavimento para el mejoramiento vial en la zona urbana del C.P. Paratushiali, distrito y provincia Satipo – Junín.

1.4. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Valorar la importancia de optimizar las vías es un punto importante, para mejorar los estilos de vida en lo que concierne a salud y confort. A mediados del siglo XX, no se reconocía como solución técnica la pavimentación con cemento hidráulico sin embargo, las vías urbanas comienza a cubrir los antiguos pavimentos de piedra con capas de mezcla asfáltica, a pesar de su poca durabilidad y baja capacidad de soporte en algunos casos para resistir cargas pesadas. El tipo de mejoramiento, se define en función al tipo de subrasante, la vida útil al servicio de la población y el costo de la tecnología a utilizar.

Y considerando los factores mencionados se han hecho necesarios al desarrollo y mejoramiento de vías urbanas de Paratushiali, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población así como contribuir a la disminución del deterioro ambiental.

Por esta razón se propone un diseño con pavimento rígido para el tratamiento de las vías, esperándose que la calzada soporte la cantidad de ejes equivalentes a lo largo de su vida útil al servicio de la población. Esta propuesta de pavimento rígido para mejoramiento de vías de la zona urbana del centro poblado Paratushiali, ha generado un conflicto de orden social y político ante los temores y preocupaciones de los pobladores y que los interesados en el proyecto no han considerado el pavimento flexible un proceso valido siendo este de menos costo comparado con el tipo de pavimento a utilizar.

El interés en el mejoramiento de vías está basado en la conservación del medio ambiente y como alternativa al tratamiento de vías que es intensivo al uso del tránsito y población.

Aunque temas como la salud, el costo de vida y la seguridad de tránsito son las principales de las demandas de la población no son menos importantes los aspectos relacionados con la calidad del medio ambiente, la calidad y cobertura de la infraestructura vial, la calidad del aire y la limpieza de las ciudades.

1.4.1. IMPORTANCIA

El proyecto propuesto es importante porque se opta por la mejor solución técnica como alternativa que garantice un adecuado tránsito vehicular y peatonal, además que los efluentes de las aguas pluviales cumplen con los estándares de técnicos acorde a la zona, y en concordancia con la normatividad vigente, para cumplir con los objetivos, en beneficio del centro poblado de Paratushiali, para un período útil de servicio de 20 años.

1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. ESPACIAL

El diseño comprendió la Av. El Sol y calles: El Ejercito, Júpiter, Teodoro Noriega, Las Flores, Hilser y Rosario del Águila del C.P. Paratushiali, distrito y provincia Satipo – Junín; con una población beneficiaria de 2680 personas.

1.5.2. TEMPORAL

Los datos de la investigación serán recopilados el año 2017.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la implementación con la propuesta de pavimento rígido para el mejoramiento de vías, la principal limitación es referente a las relaciones comunitarias existentes, pues existe resistencia de la población para apoyar

el estudio, por el desconocimiento de los beneficios que pueda generar, presentándose cierto grado de escepticismo e incluso de oposición.

La propia tecnología de solución también posee limitaciones por el orden de espacios para la instalación de las secciones de vías consideradas en el plan de desarrollo urbano.

En lo social es considerado como un fenómeno social ambiental, el estudio beneficiara a la sociedad, fortaleciendo las relaciones sociales ambientales de un conjunto de personas, que hacen uso de los recursos, cuya relación permitirá el mejoramiento de calidad de vida.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Antecedentes Nacionales

A) **Tesis: 2011. Yonel Henry Pecho** “Pavimentación Y Construcción De Veredas De La Zona Industrial – AA-HH Villa Hermosa Y De La Asociación De Vivienda La Esmeralda Del Distrito De Marcona-Provincia De Nazca”: Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica Facultad De Ingeniería Civil; **Ica – Perú.**

Objetivo del Proyecto

El objetivo central del proyecto consiste en las Adecuadas Condiciones para la Tránsito Vehicular y Peatonal en el AA.HH la Esmeralda, AA.HH Villa Hermosa y Zona Industrial del Distrito de Marcona.

Conclusiones

El proyecto de “Pavimentación Y Construcción De Veredas De La Zona Industrial – AA - HH Villa Hermosa Y De La Asociación De Vivienda La Esmeralda Del Distrito De Marcona-Provincia De Nazca”, permitirá recuperar el ornato y elevar el nivel de vida y confort de sus vecinos.

Asimismo la pavimentación de la Zona Industrial, AA.HH Villa Hermosa y la Asociación de Vivienda la Esmeralda del distrito de Marcona permitirá una mejor circulación de los vehículos de transporte particular y de

servicio público, permitiendo con ello una mayor vida útil de las unidades vehiculares.

Con el estudio de suelos realizados en el presente proyecto, se ha llegado a la conclusión de que el terreno de fundación tiene una buena capacidad portante; que se encuentra por encima de 4 Kg/cm².

Se concluye; que la alternativa seleccionada luego de la evaluación realizada, la más eficiente sería la de un pavimento flexible y una carpeta de mezcla asfáltica en caliente.

B) Tesis: 2014. **Kimiko Katherine Harumi Rengifo Arakaki:** “Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)”; Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad De Ciencias e Ingeniería. Lima-Peru

Objetivo del Proyecto

El objetivo de esta tesis consiste en realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera Panamericana Norte.

Conclusiones

Del diseño se concluye que si bien las tres metodologías presentadas en esta tesis son aplicables, los resultados obtenidos varían debido al enfoque que presenta cada una de ellas.

Por ejemplo para pavimento rígido, mientras que la metodología de la PCA contempla análisis por fatiga y por erosión, el método de la AASHTO sólo toma en cuenta el número total de ejes equivalentes que transitan por la vía y los niveles de serviciales requeridos al inicio y al final de la vida útil del pavimento. Los espesores de las capas del pavimento halladas por el primer método son menores que por el segundo. Este diseño pudo haberse obtenido, justamente por el análisis más detallado de los tipos de falla. Es así que mientras con la PCA se alcanzó un espesor de losa de concreto de 30 cm para una base de 15 cm, con la AASHTO se necesita de 33 cm de losa para

satisfacer las mismas condiciones.

Antecedentes locales

A) **Tesis:** 2013. **Elvis Yonny Reyes Trigos:** “Diseño del Pavimento Rígido en las Vías Urbanas en el Jr. Arzobispo del Valle Cuadras. 8,9 y Jr. Tarapacá Cuadras. 13 y 14, del Provincia de Jauja”; Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería. Huancayo – Peru.

Objetivo principal:

- Construcción del pavimento rígido de las vías urbanas en el Jr. Arzobispo del Valle Cuadras. 8,9 y Jr. Tarapacá Cuadras. 13 y 14, del Provincia de Jauja.

Objetivos secundarios:

- Mejorar la transitabilidad de los vehículos que transitan por las vías mencionadas.
- Eliminar el exceso de polvo en las épocas de estiaje.
- Eliminar el excesivo barro de la zona producidas en las épocas de lluvias
- Contribuir a elevar el nivel social, cultural y económico de la provincia
- Elevar el precio de los predios y los terrenos de esta zona
- Mejorar el sistema de articulación vial la Ciudad de Jauja y de sus calles transversales.
- Mejorar el sistema de transitabilidad peatonal de las calles de la ciudad de Jauja.
- Mejorar el entorno urbano de la Provincia.

Conclusiones

El concreto que se utiliza en la construcción del proyecto deberá de llenar los requisitos estipulados en el diseño del mismo, y en las especificaciones que se ubiquen en los planos.

El factor económico será el factor de mayor influencia, para decidir la construcción de cualquier proyecto de infraestructura. Se recomienda que para obtener datos verdaderos en la decisión, se haga un análisis económico que incluya no solamente el valor de la construcción inmediata, sino además los costos de mantenimiento sino son tomados en cuenta, puedan dar la pauta para determinar que un tipo de pavimento, puede dar un costo menor respecto a otro.

El uso de normas y procedimientos estandarizados por la AASHTO Y ASTM, y los requisitos establecidos en las normas peruanas, es lo más recomendable para la construcción de todo tipo de construcción vial, ya que ellos resumen los procedimientos que por largos periodos de prueba han evaluado de manera satisfactoria a los materiales. Es recomendable que toda persona que necesite evaluar materiales en laboratorio, consulte dichos reglamentos y haga sus ensayos según lo descrito, ya que las traducciones y traspaso de información puede cambiar la forma de ensayar los materiales, dando como resultado, datos incorrectos.

El diseño de un pavimento tiene como dato principal para el diseño, tránsito vehicular. La falta de datos confiables para el diseño, pueden dar como resultado, proyectos sobredimensionados que tengan costos mucho más altos de lo permisible, o proyectos que no cumplen con el periodo de servicio para el que fue diseñado. Para evitar lo anterior se recomienda llevar conteos periódicos de tránsito vehicular, no muy frecuentes, pero si periódicos, para obtener datos confiables para el diseño.

B) Tesis: 2013. Freddy Antonio Luis Aguilar: “Construcción De Pavimento Rígido En Los Jirones Alfonso Ugarte Y Bolognesi En El Barrio Conchapata – Provincia De Huamanga – Región Ayacucho”; Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería. Huancayo – Perú.

Objetivo principal.

- Mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en los Jr. Alfonso Ugarte y Bolognesi en el Barrio Conchapata en la provincia de Huamanga, Ayacucho.

Objetivos secundarios.

- Efectuar un diseño adecuado del pavimento rígido, estableciendo el paquete estructural del pavimento.
- Realizar trabajos preliminares de levantamiento topográfico de la zona donde se va a efectuar el diseño.
- Realizar estudios de mecánica de suelos y de tráfico.
- Mejoramiento de las características geométricas de la vía y del sistema de drenaje para evacuación de aguas pluviales.

Conclusiones

- Con el procedimiento y cálculos efectuados, utilizando la metodología AASTHO 93, se consiguió diseñar el paquete estructural del pavimento rígido para los jirones Alfonso Ugarte y Bolognesi en el barrio Conchopata en Ayacucho.
- El uso del método ASSHTO 93, demuestra su vigencia y aplicabilidad para los pavimentos rígidos que se diseñen en nuestra ciudad.
- La ejecución de este proyecto, permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y la accesibilidad peatonal, proporcionándoles mayor seguridad en su desplazamiento a los pobladores de la zona.
- Asimismo disminuirá el índice de contaminación ambiental que se producía por el polvo, por ende mejorando sustancialmente, la calidad de vida de los pobladores.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PROPUESTA TÉCNICA: Contiene lo siguiente:

Resumen y conclusiones: conteniendo una descripción resumida de todos los tópicos del Informe principal.

- a) Exploración de Campo
- b) Características de la Estratigrafía
- c) Diseño
- d) Criterios de Proyecto y Recomendaciones Constructivas

Generalidades: contenido una descripción de la ubicación de las obras, las características topográficas del terreno, el estado de las vías existentes, los tipos de pavimentos a emplearse en el Proyecto, la climatología anualizada y los alcances y limitaciones del Informe Técnico.

Exploración de campo: Con la descripción detallada de los trabajos efectuados en el campo

Ensayos de laboratorio: Con la descripción detallada de los trabajos efectuados en el laboratorio.

Interpretación de los Resultados: Análisis de los ensayos de campo y laboratorio conjuntamente con la información referencial, para elaborar los perfiles estratigráficos típicos, y caracterizar el suelo de cimentación y sub-rasante

Diseño estructural de Pavimentos: con una descripción de los parámetros utilizados con la metodología seleccionada.

2.2.2. MEJORAMIENTO DE VÍAS

MEJORAMIENTO

Mejoras de la geometría horizontal y vertical del camino, el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal para incrementar la capacidad de la vía, la seguridad de los vehículos y la velocidad de circulación. También la ampliación de la calzada, la elevación del estándar del tipo de superficie y la construcción de estructuras como alcantarillas grandes, puentes o intersecciones.¹

2.2.2.1. PROYECTOS DE MEJORAMIENTO

Se trata de modificar la geometría y dimensiones originales de la vía con el fin de mejorar su nivel de servicio y adecuarla a las condiciones requeridas por el tránsito actual y futuro. Comprende tres tipos de trabajos que son: ampliación, rectificación y pavimentación. La ampliación se puede hacer sobre la calzada existente, también se puede tratar de la construcción de bermas o ambas actividades. La rectificación se refiere al mejoramiento del alineamiento horizontal y vertical con el fin de garantizar una velocidad de diseño adoptada. La pavimentación corresponde al diseño y construcción de la estructura de pavimento. ²Este tipo de proyecto requiere de diseño geométrico y las actividades principales son:

- Ampliación de calzada
- Construcción de nuevos carriles
- Construcción de bermas
- Rectificación (alineamiento horizontal y vertical)

¹ Ministerio de Economía y Finanzas. "Guía Simplificada para la identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a nivel de Perfil". (2011). Lima-Perú

² John Jairo Agudelo Ospina. "Diseño Geométrico de Vías". (2002). Medellín-Colombia: 1era Edición

- Construcción de obras de drenaje y sub-drenaje
 - Construcción de estructura del pavimento
 - Estabilización de afirmados
 - Tratamientos superficiales o riegos
 - Señalización vertical
 - Demarcación lineal
 - Construcción de afirmado

2.2.3. PAVIMENTOS

En concepto de pavimentación se puede explicar cómo la acción de proporcionar superficies adecuadas, para el tránsito de vehículos y personas en los espacios (áreas) de circulación de un loteo (calles y pasajes).

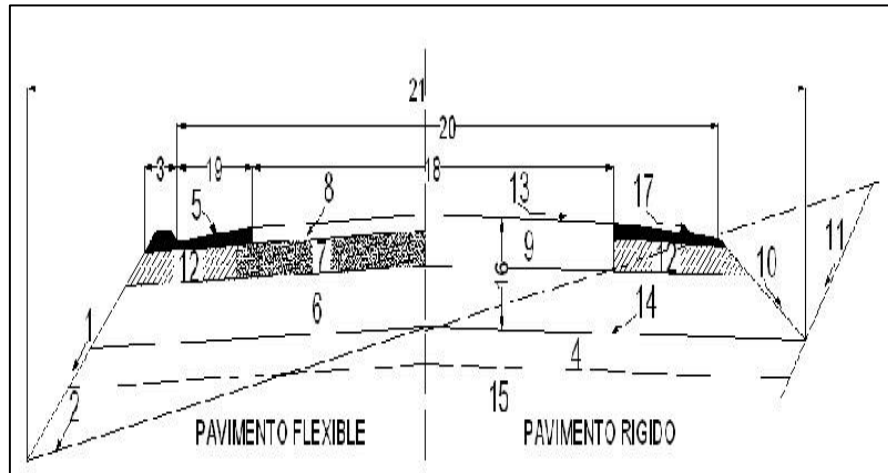
La pavimentación, en realidad es sólo una parte del proyecto, el cuál como toda obra vial incluye otras especialidades complementarias entre sí, que han de ser motivo de estudio, diseño y materialización, entre las que destacan: geometría (alineamientos geométricos y sección transversal), infraestructura u obra básica, superestructura (pavimentación propiamente tal), obras de drenaje y saneamiento, elementos de control, seguridad, iluminación y señalización, estructuras y obras de protección, y finalmente obras especiales, así como pavimento, es una estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura.

2.2.3.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS

Un pavimento es un elemento estructural formado por varias capas paralelas de espesor y calidad diferentes que,

se colocan sobre el terreno natural nivelado, perfilado y compactado para soportar un tráfico previsto en un periodo de tiempo dado.³

Figura N°01 Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).



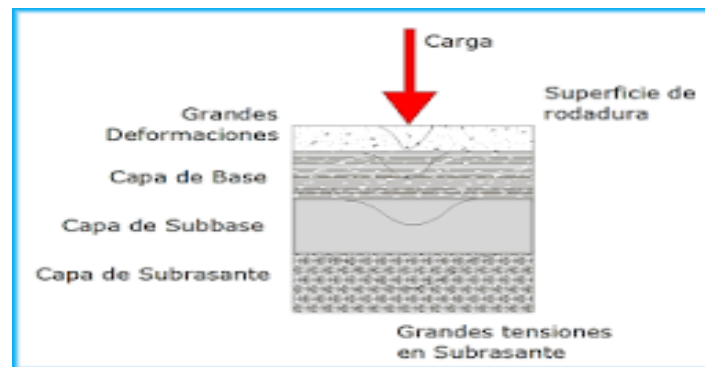
En la figura N° 01 se tienen los siguientes elementos constitutivos, que conforman la sección de construcción de un camino:

1. Talud en terraplén
2. Nivel de la superficie natural de terreno
3. Bordillo
4. Capa subrasante
5. Material asfáltico en el acotamiento lateral
6. Subbase
7. Base granular
8. Carpeta asfáltica
9. Losa de concreto hidráulico
10. Cuneta de la sección en corte
11. Talud de la cuneta en la sección en corte
12. Material de base en el acotamiento
13. Bombeo de la corona
14. Nivel de la subrasante
15. Nivel de las terracerías

³ Ing. German Vivar Romero (1980). "Pavimentos". 1° edición, Centro de Desarrollo Profesional en Ingeniería, Concejo Departamental del CIP, Universidad Peruana Los Andes Huancayo-Perú. Editorial: 1 era Edición.

16. Estructura del pavimento
17. Superficie asfáltica para el acotamiento
18. Carriles de circulación, ancho de calzada
19. Acotamientos
20. Ancho de corona
21. Ancho total del camino.

Figura N°02 Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).



De acuerdo a la figura N° 02, podemos decir que, un pavimento está formado de arriba hacia abajo por:

- La superficie de rodadura, que en el caso de los pavimentos rígidos, es también el principal elemento estructural.
- La base, que puede ser de agregados aglomerados o sin aglomerar.
- La sub-base
- La sub – rasante

2.2.3.2. DISEÑO DE PAVIMENTOS

Es el proceso por el cual los componentes estructurales carpeta, losa, base, subbase y subrasante de un segmento de carretera son determinados tomando en consideración la naturaleza de la subrasante, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico y las condiciones de mantenimiento.

En forma resumida el diseño de la estructura del pavimento es, establecer espesores y rigideces de los

materiales para mantener la vía bajo un cierto nivel de deterioro y confort. ⁴

2.2.3.3. ETAPAS DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS

- Estudio de la Subrasante
- Definición del tipo de superficie de rodadura y los componentes estructurales
- Selección de los materiales
- Estudio de tráfico
- Sectorización del tramo
- Diseño de los espesores de cada capa
- Análisis del ciclo de vida
- Determinación del tipo de pavimento y de los espesores finales.

2.2.3.4. FUNCIONES DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS

- Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable sin demoras excesivas.
- Proporcionar a los vehículos acceso bajo cualquier condición de clima.
- Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante.
- Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos.
- Limitar el ruido y la contaminación del aire.

2.2.3.5. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS

Los tipos de pavimentos son los siguientes.

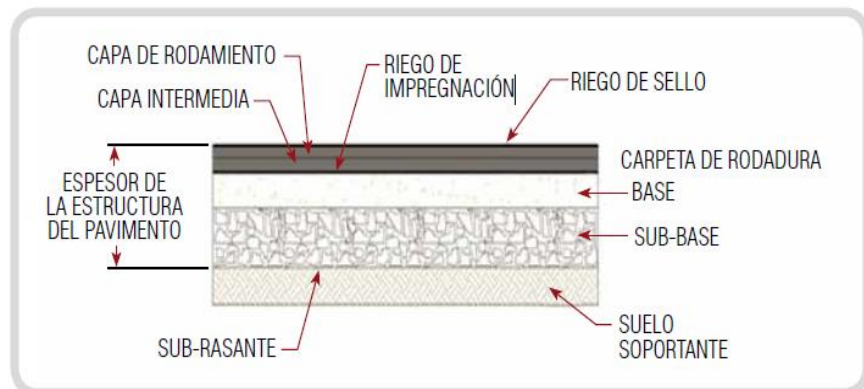
- Pavimento flexible
- Pavimento semiflexible
- Pavimento semirrígido
- Pavimento rígido

⁴ M.Sc.Ing. José Rafael Menéndez Acurio. "Ingeniería de Pavimentos". (2009).Lima- Perú: Editorial ICG. 1ra Edición.

A. Pavimento flexible

Es una estructura compuesta por capas granulares subbase, base y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser el caso, aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

Figura N°03 Estructura De Un Pavimento Flexible



B. Pavimento Semiflexible

Compuestos por una base y una carpeta asfálticas, estando constituidos por una intermedia y otra de rodadura; cuentan con una sub-base granular.

C. Pavimento Semirrígido

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o

sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados.⁵

D. Pavimento rígido

Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo. Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías:

Grafico N° 4 Estructura de pavimento rígido



2.2.3.6. FACTORES DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.2.3.6.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Se desarrolla bajo los fundamentos de la norma DG-2001 que es el manual de diseño geométrico de carreteras y bajo el plan de desarrollo urbano y diagrama vial en el caso de vías urbanas. Están compuestos básicamente por los planos de ubicación, localización,

⁵ Ministerio de Economía y Finanzas. "Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras". (2015):JMD.1era Edición.

planta, perfil longitudinal, secciones de vía acorde al tipo de vía en estudio y demás detalles.

2.2.3.6.2. ESTUDIO DE SUELOS CANTERAS Y FUENTES DE AGUAS, SUBRASANTE Y/O TERRENO DE FUNDACIÓN.

Los trabajos relacionados al comportamiento de los suelos no son tomados en cuenta para una evaluación completa de transmisión de cargas a las masas de suelos; solo se basan en la determinación de la capacidad de carga como insumo de diseño, dejando de lado los problemas de deformación a lo largo del tiempo y solo evaluando la estabilidad de los suelos y cargas.⁶

A. Canteras

El número de pozo de exploración está determinado por volumen del material, cuyas frecuencias están definidas en la norma E.M-2000 Manual de ensayo de materiales para carretera los ensayos a considerar son los siguientes, los mismo que para subrasante abrasión los Ángeles, equivalente arena, partículas en una y dos caras facturadas, partículas chatas y alargadas, sales solubles totales.

B. Fuentes de agua

Básicamente las fuentes de agua en un proyecto vial cumpliendo funciones, la primera para alcanzar los niveles óptimos en los materiales a compactar y en segundo lugar, para elaborar concreto, siendo el concreto quien requiere mayor

⁶ Wilfredo Gutiérrez Lazares. "Mecánica de Suelos aplicada a vías de Transporte" (2016). Primera Edición: Editorial Macro EIRL. Lima: Perú

calidad de agua los análisis físico químicos deben estar enfocados a dichos parámetros.

C. CBR de diseño

El ensayo de CBR, es una medida indirecta de la resistencia del suelo a la penetración y trata de un ensayo relativamente simple para obtener un indicador de la resistencia del suelo a la penetración y un indicador de la resistencia del suelo de la subrasante, subbase y base para uso en carreteras y aeropuertos que por sí mismo, no representa una propiedad fundamental del material.

Sería inadecuado y poco práctico ejecutar una sección de pavimento por cada tipo de suelo representativo, por ello es importante definir un CBR representativo, cuyo valor represente un equilibrio entre la estabilidad de la estructura y su economía que se le denomina CBR de diseño.

El procedimiento sugerido para la determinación de CBR de Diseño, es el de los percentiles cuyos valores fueron establecidos por el instituto norteamericano del asfalto.

En caso de la norma peruana MTC. 2012. Se considera un material apto para ser considerado como subrasante cuando su CBR $\geq 6\%$. Si tiene un CBR menor se debe plantear el mejoramiento o reemplazo de dicho suelo, el CBR de diseño se calcula de acuerdo a los siguientes pasos.

- En los sectores con 6 a más valores de CBR realizado se determinara el valor de CBR de diseño en base al promedio del total de los valores analizados por sector.

- En los sectores con menor 6 CBR realizados se determinara con base a lo siguiente:
 - Si los valores son parecidos o similares tomar el valor promedio.
 - Si los valores no son parecidos o no son similares tomara el valor critico (el más bajo)
- Una vez definido el valor de CBR de diseño para cada sector de características homogéneas se clasificara en que categoría de subrasante pertenece según el siguiente cuadro.

Tabla N°01 Categorías de Subrasante según CBR

CATEGORIAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante pobre	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S ₂ : Subrasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S ₃ : Subrasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S ₄ : Subrasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S ₅ : Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración Propia

- Percentiles: son valores estadísticos, resultantes de la ponderación y organización de valores objetivos, en el caso de pavimentos, se emplea para determinar el CBR de principal criterio el equilibrio económico, el instituto del asfalto norteamericano sugiere el siguiente cuadro.

Tabla N°02 Valor Percentil según ESAL

ESAL	VALOR PERCENTIL
Menor de 10000	60%
Entre 10000 y 1000000	70%
Mayor a 1000000	87.5%

Fuente: Instituto del Asfalto Norteamericano

Cuando CBR < 7.2%	$MR=1500 \times CBR$
Para CBR DE 7.2 a 20%	$MR=3000 \times CBR^{0.65}$
Para suelos granulares	$MR=4326 \times \ln(CBR+241)$

- **Módulo de Resiliencia**

Las metodologías actuales de diseño de pavimentos reconocidas por nuestras normas requieren del módulo de resiliencia o módulo resiliente; como dato de diseño que representa la capacidad de soporte del terreno el módulo de resiliencia MR representa el módulo de elasticidad del terreno. De las diversas investigaciones se concluye que un módulo de resiliencia de 30000 PSI corresponde a un CBR del 100%.

Tabla N° 03 Cálculo De Módulo Resiliente

Cuando CBR < 7.2%	$MR=1500 \times CBR$
Para CBR DE 7.2 a 20%	$MR=3000 \times CBR^{0.65}$
Para suelos granulares	$MR=4326 \times \ln(CBR+241)$

Fuente: Instituto del Asfalto Norteamericano

2.2.3.6.3. HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Dentro de los factores que interactúan como una estructura de tránsito tenemos el aspecto climático, que es calculado por medio de la hidrología y controlado por medio del drenaje.

A. Clasificación: de acuerdo a los lineamientos de pro vías descentralizadas tenemos dos grupos.

- **Por el sentido de escorrentía**

De acuerdo a este criterio tenemos el sistema longitudinal que discurre paralelo al eje de la vía (subdrenes, cunetas, zanjas de coronación etc. y el drenaje transversal cuyo sistema permite que las aguas discurren perpendiculares a los ejes de la vía (pontones, alcantarillas, bombeo, etc.)

- **Por la cota**

Se tiene básicamente al drenaje superficial y al drenaje subterráneo, pendiente ser estos longitudinales o transversales.

2.2.3.6.4. ESTUDIO DE TRÁFICO

El tráfico es uno de los factores más importante, su correcta determinación depende de muchos factores que puedan conducir a una estimación inadecuada del mismo, los métodos actuales se basan en transformar los diferentes tipos de vehículos en un eje estándar equivalente para posteriormente calcular el número de repeticiones de ejes equivalente en el periodo de diseño de pavimentos.

A. Objetivos:

- Determinar la cantidad de vehículos según tipo.
- Determinar el origen y destino.
- Calcular el tipo de deterioro que produce.

cada vehículo y el conjunto de ellos.

- Identificar el comportamiento y variaciones horarias.
- Proporcionar parámetros de diseño y evaluación de las vías en estudio.
- Opcionalmente puede verificarse el estado mecánico, antigüedad y probabilidades de renovación del parque automotor.

B. Tipos de tráfico

Los manuales y normas nacionales homologadas a normas del AASHTO consideran tres tipos principales de tráfico.

- **Tráfico normal**

Esta referido a los vehículos que circulan por la vía en estudio y que son identificados en el proceso del conteo.

- **Tráfico generado**

Es un valor estimado de los posibles nuevos vehículos que circularan por la vía a consecuencia de las mejoras económicas y bienestar que generara la infraestructura, cuando se construye o apertura una carretera el tráfico es generado.

- **Trafico desviado**

Está compuesto por vehículos que originalmente usaban otra vía o vías alternas y que modifican su ruta debido a la ejecución de mejoras de la vía en estudio.

C. Ubicación de estaciones

Estación de control o conteo, es el punto donde se efectúan la medición de volúmenes de

vehículos, el principal criterio para la ubicación de estaciones es tener una estación entre dos puntos de importancia, los peajes son puntos de control que entre sus funciones principales tiene la de realizar el conteo y clasificación del tráfico.

En primer lugar se necesita el plano clave del proyecto seguido del plano de ubicación y localización dentro del contexto del diagrama vial (carreteras) o dentro del sistema vial de una ciudad.

2.2.4. PAVIMENTOS RÍGIDOS

Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye.

Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante.⁷

Existen tres tipos de pavimentos de concreto:

- Pavimentos de concreto simple con juntas
- Pavimentos de concreto reforzado con juntas
- Pavimentos de concreto continuamente reforzados

Los pavimentos de concreto con juntas son los que mejor se aplican a la realidad nacional, debido a su buen desempeño y a los periodos de diseño que usualmente se emplean.

⁷ Ministerio de transportes y comunicaciones. “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (2014). Lima Perú:

2.2.4.1. ANÁLISIS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Los pavimentos rígidos, se conforman por una subbase y por una losa de concreto hidráulico, el cual le va a dar una resistencia a la flexión y de compresión, este tipo de pavimento se va a ver afectado en gran parte por los esfuerzos que tenga que resistir al expandirse o contraerse por cambios de temperatura y por la condiciones climáticas, es esto que su diseño toma como parámetros los siguientes conceptos: volumen, resistencia del concreto que se va a utilizar, condiciones climática, entre otros.

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

A. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Se pueden usar 3 métodos para determinar los esfuerzos y deflexiones en pavimentos de concreto: formulas directos, diagrama de influencia y programas de elementos finitos para computadora.

B. MODELOS DE RESPUESTA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Las fallas mayores de pavimento de concreto, contra los que el pavimento es diseñado consisten en agrietamiento, escalonamiento, bombeo y punzonamientos. La degradación de la regularidad y calidad de manejo en el tiempo afectará severamente la funcionalidad del pavimento. Estas fallas son

comúnmente causadas por esfuerzos excesivos, deformaciones y deflexiones.⁸

C. AGRIETAMIENTO

El agrietamiento en pavimentos de concreto puede ocurrir debido a esfuerzos estáticos excesivos o a deformaciones debido a los esfuerzos de fatiga/deformación. Los grandes esfuerzos que pueden causar el agrietamiento pueden ser inducidos por una combinación de factores, incluyendo fuerzas de contracción que son desarrolladas debido a la temperatura y/o a cambios en el volumen de humedad que causa el pandeo y deflexión, y a cargas de tráfico.





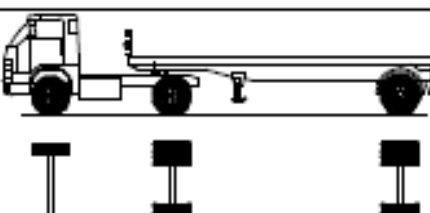
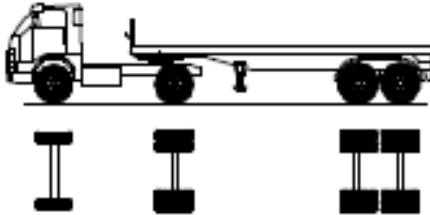
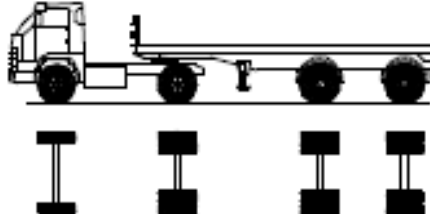
2.2.4.2. TRÁFICO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

A. TIPOS DE VEHÍCULOS

Los tipos de vehículos y sus características están definidos en el reglamento de tránsito. Los cuadros siguientes muestran la información requerida para el diseño. En algunos casos el diseño se efectúa con los pesos y características de los vehículos de acuerdo al conteo vehicular y el pesado de los mismos, en especial en tramos donde no se cuenta con control de pesos.

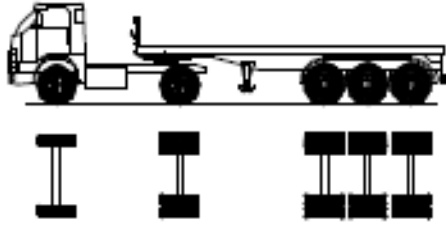
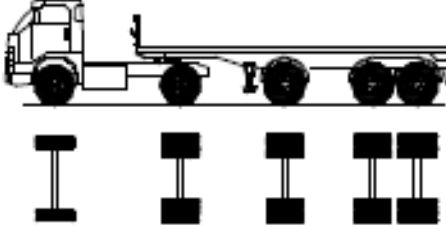
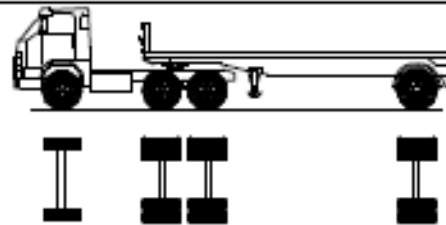
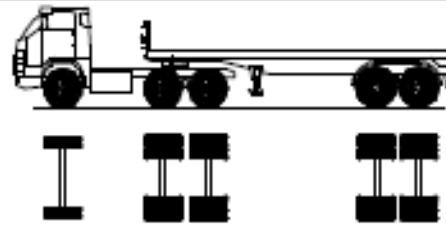
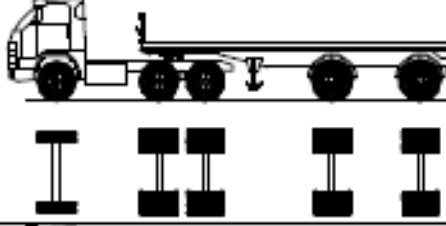
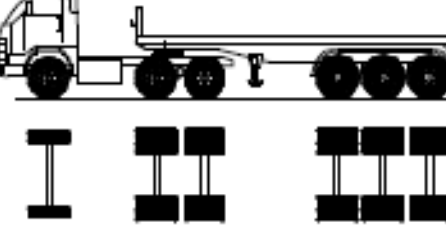
⁸ M.Sc.Ing. José Rafael Menéndez Acurio. "ingeniería de pavimentos" (2009). Lima-Perú: 1era Edición. Editorial ICG

Tabla N°04 Pesos Y Medidas

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)		
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1°	2°	3°		4°	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30	
8x4		13,20	7+7 ⁽⁵⁾	18	---	---	---	32	
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29	
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36	
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40	

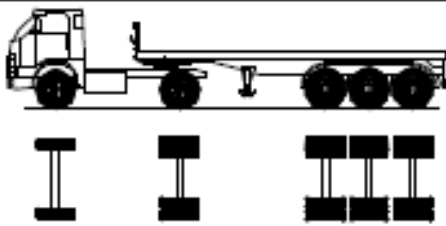
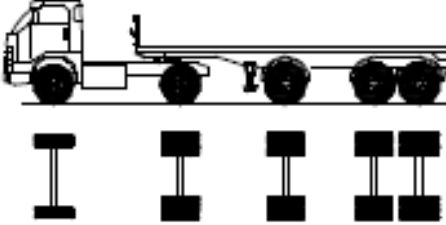
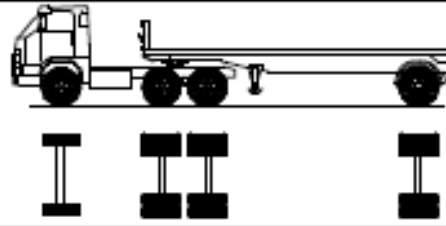
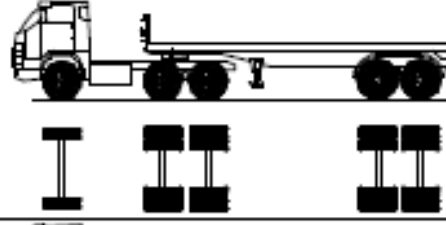
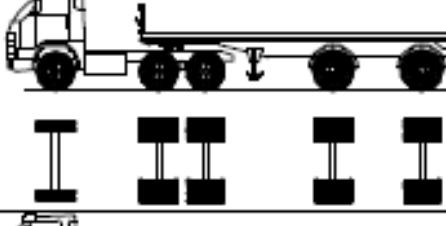
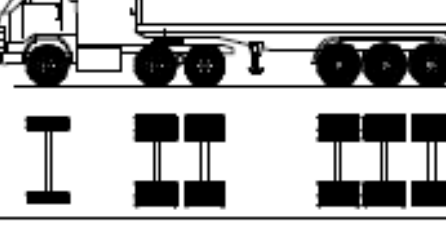
Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

Tabla N°05 Pesos Y Medidas

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 ⁽⁴⁾	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 ⁽²⁾

Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

Tabla N° 06 Pesos Y Medidas

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 ⁽⁴⁾	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 ⁽²⁾

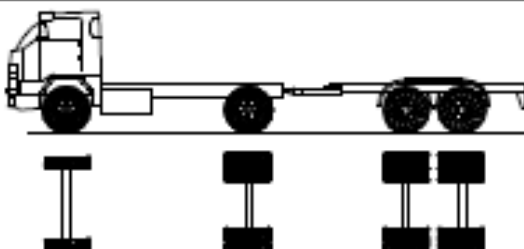
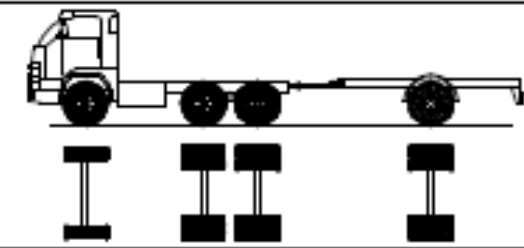
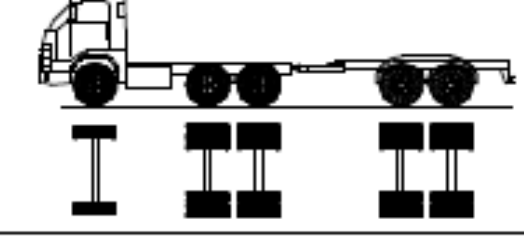
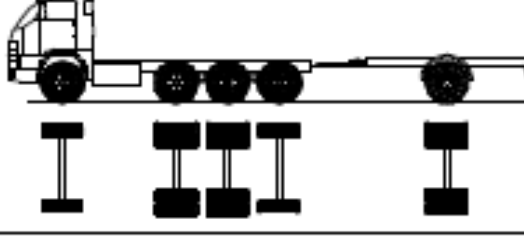
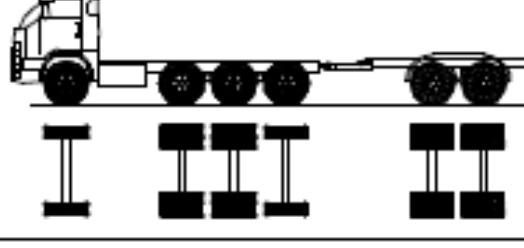
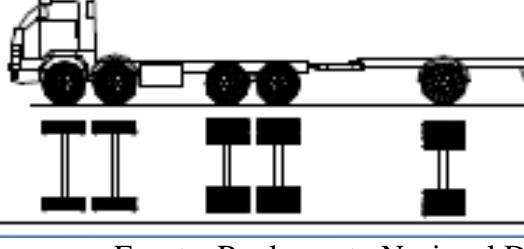
Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

Tabla N° 07 Pesos Y Medidas

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C4R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	---	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	11	---	48 ⁽²⁾
8x4R3		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
C2RB1		20,50	7	11	11	---	---	29

Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

Tabla N°08 Pesos Y Medidas

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2RB2		20,50	7	11	18	---	---	38
C3RB1		20,50	7	18	11	---	---	38
C3RB2		20,50	7	18	18	---	---	43
C4RB1		20,50	7	23 ⁽¹⁾	11	---	---	41
C4RB2		20,50	7	23 ⁽¹⁾	18	---	---	48
6x4 RB1		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	11	---	---	43

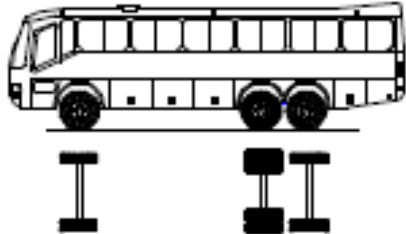
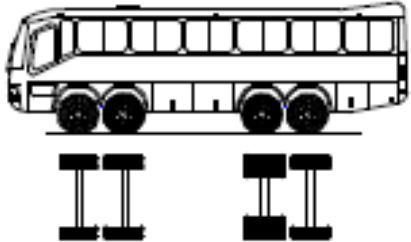
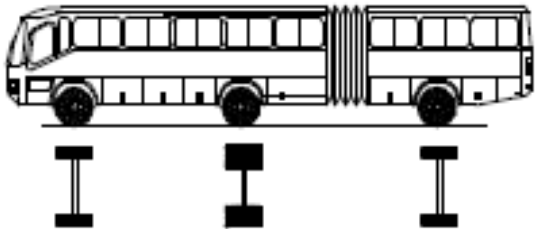
Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

Tabla N°09 Pesos Y Medidas

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Max. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto max. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
8x4 RB2		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	18	---	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	---	48 ⁽²⁾
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11 + 11 ⁽³⁾	---	48 ⁽²⁾
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11	11 + 11 ⁽³⁾	48 ⁽²⁾
B2		13,20	7	11	---	---	---	18

Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

Tabla N° 10 Pesos Y Medidas

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
B3-1		14,00	7	16	--	--	--	23
B4-1		15,00	7+7 ^(B)	16	--	--	--	30
BA-1		18,30	7	11	7	--	--	25

Fuente: Reglamento Nacional De Vehículos

B. DETERMINACIÓN DE TRÁFICO DE DISEÑO

Datos de tráfico requerido.

- Cargas máximas
- Configuración de las cargas
- Presión de los neumáticos
- Tránsito para el año inicial
- Periodo de diseño
- Tasa de crecimiento

C. CÁLCULO DE EJES DE DISEÑO

Para el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalente de 8.2 tn. en el periodo de diseño, se debe usar la siguiente expresión por tipo de vehículo, el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

Ecuación N°01 Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes

$$\mathbf{N_{rep \ de \ EE \ 8.2 \ tn} = \Sigma [EE_{\text{dia-carril}} \times F_{ca} \times 365]}$$

2.2.4.3. DRENAJE EN PAVIMENTOS

Con motivos de seguridad al tránsito y durabilidad de la obra, todo proyecto pavimentación, debe contar con elementos de drenaje y saneamiento que eviten la llegada de agua tanto a la superestructura como a la infraestructura, o bien que ésta sea conducida fuera de la obra en caso de afectar alguna de estas estructuras. En particular la zona de circulación de los vehículos (calzadas) resulta ser una de las zonas más críticas frente a la seguridad de la circulación. Por otro lado la presencia de agua en la infraestructura provoca disminución en la vida útil de la obra. Para ello se han de disponer elementos que permitan el escurrimiento, captación y conducción de las aguas tanto superficial como subterránea y superficialmente. Entre estos elementos se pueden mencionar está el bombeo de la calzada, que permite escurrir transversalmente las aguas hacia la cunetas longitudinales laterales, además de los sumideros (cámaras receptoras) que reciben las aguas de las cunetas para luego conducirlas subterráneamente a puntos de desagüe habilitados.

Esta conducción subterránea puede ser a través de la modalidad de canales cerrados o también por medio de drenes de infiltración que permiten reducir el gasto a la red colectora de aguas lluvias, permitiendo la restitución del acuífero del lugar.

Las cunetas se conforman a partir de las soleras, que además de cumplir con una función de seguridad y delimitación de la calzada, cumple la función de encauzar el escurrimiento de aguas superficiales, hasta los sumideros de aguas lluvias. En aquellas zonas donde la vía se desarrolle sobre un terraplén o una zona de corte, conviene proyectar canales longitudinales interceptores de aguas fuera de la plataforma, denominados fosos y contrafosos, respectivamente. No obstante esta solución es más frecuente en caminos rurales que en proyectos de pavimentación urbana.

Método para controlar la presencia de agua:

- **Prevención:** Evitar el ingreso de agua a los elementos estructurales del pavimento.
- **Remoción**

Tabla N°11 : Pendientes Transversales De Pavimentos, Bermas Cunetas

Parámetro	Pavimento	Berma	Cunetas
Pendiente (pulg/pies)	3/16-3/8	3/8-3/4	03-6
Pendiente (%)	1.5-3.0	3.0-6.0	25.0-50.0

Fuente: Ingeniería de Pavimentos ICG

2.2.4.4. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

2.2.4.4.1. MÉTODO AASHTO 1986/1993

El método tradicionalmente utilizado para diseñar pavimentos es el basado en la metodología AASHTO, la

que ha sido actualizada en varias ocasiones, siendo la última versión la del año 1998. En esta metodología, se utilizan relaciones entre los parámetros que por iteración permiten determinar un espesor de losa de hormigón como diseño

El método AASHTO 93, estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final, que se debe mantener al concluir el periodo de diseño.

A. Factores De Diseño

El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida en servicio. La ecuación fundamental AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\begin{aligned} \log_{10} W_{82} = Z_R + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{L + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 \\ - 0.32 P_T) X \log_{10} \left(\frac{M_R C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 X J (0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_C / K)^{0.25}}} \right) \end{aligned}$$

Dónde:

$W_{8.2}$: Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Z_r : Desviación normal estándar.

S_0 : Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D : Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

ΔPSI : Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

P_t : Índice de serviciabilidad o servicio final.

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

C_d : Coeficiente de drenaje.

J : Coeficiente de transmisión de carga en la juntas.

E_c : Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

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

2.2.4.4.1.1. PARÁMETROS QUE INTERVIENEN

2.2.4.4.1.1.1. PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño es la vida teórica del pavimento, antes que requiera una rehabilitación mayor o una reconstrucción. No representa necesariamente la vida real de pavimento, la cual puede ser de lejos mayor

que la de diseño, o más corta debido a incrementos en el tráfico no previsto.⁹ El manual de carreteras (suelos, geología, geotecnia y pavimentos) recomienda un periodo de diseño para pavimento rígido como mínimo de 20 años.

2.2.4.4.1.1.2. VARIABLES

A. EL TRÁNSITO (ESALS)

El periodo está ligado a la cantidad de tránsito asociada en ese periodo, para el carril de diseño. El periodo de diseño mínimo recomendado es de 20 años.

Una de las características propias del método AASHTO 93 es la simplificación del efecto del tránsito introduciendo el concepto de ejes equivalente.

Es decir, transforma las cargas de ejes de todo tipo de vehículo en ejes simples equivalentes de 8.2 Ton. de peso, comúnmente llamados ESALS (Equivalent Single Axle Load, por sus siglas en ingles). El cálculo de la EE de diseño estará de acuerdo al subcapítulo tráfico en pavimentos rígidos.

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos rígidos, el

⁹ Reglamento Nacional de Edificaciones "C.E.010 – Aceras y Pavimentos" (2010) Lima - Perú

manual de carreteras, lo define en tres categorías:

- Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.
- Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.
- Caminos que tienen un tránsito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño. Esta categoría de caminos, no está incluida en el presente manual, el diseño de pavimentos será materia de Estudio Especial por el Ingeniero Projectista, analizando diversas alternativas de pavimento equivalentes y justificando la solución adoptada.

B. SERVICIABILIDAD

La serviciabilidad, se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario, (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como: grietas, fallas, peladuras, etc., que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

El concepto de serviciabilidad está basado en cinco aspectos fundamentales resumidos:

- Las carreteras están hechas para el confort y conveniencia del público usuario.
- El confort, o calidad de la transitabilidad, es materia de una respuesta subjetiva de la opinión del usuario.
- La serviciabilidad puede ser expresada por medio de la calificación hecha por los usuarios de la carretera y se denomina la calificación de la serviciabilidad.
- Existen características físicas de un pavimento que pueden ser medidas objetivamente y que pueden relacionarse a las evaluaciones subjetivas. Este procedimiento produce un índice de serviciabilidad objetivo.
- El comportamiento puede representarse por la historia de la serviciabilidad del pavimento.
- Cuando el conductor circula por primera vez o en repetidas ocasiones sobre una vialidad, experimenta la sensación de seguridad o inseguridad dependiendo de lo que ve y del grado de dificultad para controlar el vehículo. El principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario es

la calidad de rodamiento que depende de la regularidad o rugosidad superficial del pavimento. La valoración de este parámetro define el concepto de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, por sus siglas en inglés).

- El PSI califica a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores de 0 a 5.
- Claro está, que si el usuario observa agrietamientos o deterioros sobre la superficie del camino aún sin apreciar deformaciones, la clasificación decrece.
- El diseño estructural basado en la serviciabilidad, considera necesario determinar el índice de serviciabilidad inicial (P0) y el índice de serviciabilidad final (Pt), para la vida útil o de diseño del pavimento.

C. LA CONFIABILIDAD “R” Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR (SO)

El concepto de confiabilidad ha sido incorporado con el propósito de cuantificar la variabilidad, propia de los materiales, procesos constructivos y de supervisión que hacen que pavimentos contruidos de la misma forma presenten comportamientos de deterioro diferentes. La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad,

que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño, siguiendo conceptos estadísticos que consideran una distribución normal de las variables involucradas. El rango sugerido por ASSHTO está comprendido entre $0.30 < S_o < 0.40$.¹⁰

D. EL SUELO Y EL EFECTO DE LAS CAPAS DE APOYO (KC)

Caracterizada a través del módulo de reacción de la subrasante K en PCI. Si la losa se apoya directamente sobre la subrasante, el k que se utiliza en el diseño es que se obtenga de la subrasante. Sin embargo, cuando la losa se apoya sobre una capa granular de subbase o base, sobre un material estabilizado con cementante hidráulico, el k de manera obvia incrementa.¹¹

E. RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)

Un incremento en el módulo de ruptura del concreto, resulta en una reducción de los agrietamientos de la losa. Esta tendencia está de acuerdo con los principios mecanicistas; sin embargo, debe notarse que el módulo de elasticidad está correlacionado con

¹⁰ Ministerio de Transportes y Comunicaciones. "Manual Carreteras: secciones de suelos, geología, geotecnia y pavimentos" (2014)

¹¹ Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano "Pavimentos, Materiales, construcción y diseño" (2015) Lima PERU, 1° Edición. Editorial Macro EIRL

la resistencia, y un módulo mayor genera esfuerzos mayores.¹²

El módulo M_r del concreto se correlaciona con el módulo de compresión (f'_c) del concreto mediante la siguiente regresión:

Ecuación N°02 Modulo de Ruptura

$$M_r = a\sqrt{f'_c} \left(\text{valores } \frac{\text{enkg}}{\text{cm}^2} \right), \text{ segun el ACI 363}$$

Donde los valores “a” varían entre 1.99 y 3.18

F. MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO

El módulo de elasticidad del concreto, es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexo tracción, a través de correlaciones establecidas.

En el caso de concretos de alto desempeño, con resistencia a la compresión superior a 40 Mpa, la estimación utilizando las fórmulas propuestas por distintos códigos puede ser incierta puesto que existen variables que no han sido contempladas, lo que

¹² Paul Garnica Anguas, José Antonio Gómez López, Jesús Armando Sesma Martínez "Mecánica de Materiales para Pavimentos"(2002) MEXICO.

las hace objeto de continuo estudio y ajuste.¹³

AASHTO 93, indica que el modulo elástico, puede ser estimado usando una correlación, precisando la correlación recomendada por el ACI:

Ecuación N°03 Modulo Elástico del Concreto

$$E = 57000X(f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

El ensayo ASTM C – 469 calcula el módulo de elasticidad del concreto

G. DRENAJE (CD)

El agua presente en los pavimentos puede provocar estos daños:

- Migración de partículas de suelo, creando problemas de erosión.
- Fallas producidas por un escurrimiento incontrolado que llevan a la saturación, exceso de sub presión o exceso de fuerzas de filtración.
- Ablandamiento de la subrasante cuando ésta se satura y permanece saturada durante un prolongado período.

¹³ MBA, Ing. Mario Becerra Salas (2012). "Tópicos de Pavimentos de Concreto Diseño, Construcción y Supervisión" Lima- Perú

- Degradación de la calidad del material del pavimento por acción de la humedad, por ejemplo: descascaramiento o peladuras en pavimentos asfálticos y fisuras de durabilidad en pavimentos de hormigón.¹⁴

Pasos para el cálculo del Cd

- Se determina la calidad del material como drenaje en función de sus dimensiones, granulometría, y características de permeabilidad.

Tabla N°12 Condiciones de Drenaje

Calidad de Drenaje	50% de saturacion en:	85% de saturacion en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Fuente: Ingeniería de Pavimentos ICG

Si el material después de ser saturado con agua cumple con uno de los requisitos del Cuadro anterior, se puede considerar como un drenaje excelente, bueno, regular, pobre o muy pobre.

¹⁴ Ing. Oscar V. Cordo (2006) "Diseño de Pavimentos Método AASHTO 93" La Paz - Bolivia

- Una vez caracterizado el material y su calidad de drenaje, se calcula el Cd correlacionándolo con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación, utilizando para ello el Cuadro siguiente:

Tabla N°13 Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Ingeniería de Pavimentos ICG

H. Transferencia de cargas (J)

Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura, como transmisora de cargas entre juntas y fisuras.

J, es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tiene una estructura de pavimento rígido de transferir o distribuir cargas en la zonas más propensa de fallas (juntas). Este parámetro a dimensionalmente tiene en cuenta el

efecto que genera sobre las juntas y sobre la transferencia de cargas el confinamiento lateral de la losa. Para juntas con pasadores, el valor recomendado de J es 2.7 y 3.2, si la losa se encuentra confinada y no confinada respectivamente. Para juntas sin pasadores, los valores de J pueden llegar a aumentar hasta 4.2 y 4.4, si la losa se encuentra confinada y no confinada respectivamente.¹⁵

Sus valores dependen del tipo de pavimento de concreto a construir, la existencia o no de berma lateral y su tipo, la existencia o no de dispositivos de transmisión de cargas.

El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de losa de concreto. Es decir, a menor valor de J, menor espesor de concreto.

Tabla N°14 Valores de transmisión de Carga J

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

Fuente: Ingeniería de Pavimentos ICG

¹⁵ Hugo Alexander Rondon Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano "Pavimentos, Materiales, construcción y diseño" (2015) Lima PERU, 1° Edición. Editorial Macro EIRL

Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de transmisión de carga J asumido, fue de 3.2, considerando las condiciones de la prueba AASHTO, que representa como soporte lateral una berma de material granular o una berma con carpeta asfáltica.

2.2.4.5. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

A. SERVICIABILIDAD

La serviciabilidad, se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc., que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

El concepto de serviciabilidad está basado en cinco aspectos fundamentales resumidos como sigue:

1. Las carreteras están hechas para el confort y conveniencia del público usuario.
2. El confort, o calidad de la transitabilidad, es materia de una respuesta subjetiva de la opinión del usuario.
3. La serviciabilidad puede ser expresada por medio de la calificación hecha por los usuarios de la carretera y se denomina la calificación de la serviciabilidad.
4. Existen características físicas de un pavimento que pueden ser medidas objetivamente y que pueden relacionarse a las evaluaciones subjetivas. Este

procedimiento produce un índice de serviciabilidad objetivo.

5. El comportamiento puede representarse por la historia de la serviciabilidad del pavimento.

Cuando el conductor circula por primera vez o en repetidas ocasiones sobre una vialidad, experimenta la sensación de seguridad o inseguridad dependiendo de lo que ve y del grado de dificultad para controlar el vehículo. El principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario, es la calidad de rodamiento que depende de la regularidad o rugosidad superficial del pavimento. La valoración de este parámetro define el concepto de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, por sus siglas en inglés).

El PSI califica a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores de 0 a 5.

Claro está, que si el usuario observa agrietamientos o deterioros sobre la superficie del camino aún sin apreciar deformaciones, la clasificación decrece.

El diseño estructural basado en la serviciabilidad, considera necesario determinar el índice de serviciabilidad inicial (P0) y el índice de serviciabilidad final (Pt), para la vida útil o de diseño del pavimento.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

– Corte

El corte es la parte de la explanación, constituida por la excavación del terreno natural hasta alcanzar el nivel de la subrasante del camino.

– Rasante del camino

Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

– **Subrasante**

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

– **Berma**

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para el estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

– **Carril**

Parte de la calzada, destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

– **Calzada**

Parte de una carretera dispuesta para la circulación de vehículos.

– **Superficie de rodadura**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

– **Cuneta**

Canales abiertos contruídos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento.

– **Base**

Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con

tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

– **Subbase**

Capa que forma parte de la estructura de un pavimento, que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de base.

– **Pavimento**

Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por capa de rodadura, base y subbase.

– **Afirmado**

El afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas.

– **Subdrenaje**

Obra de drenaje, tiene por finalidad deprimir la napa freática que afecta la vía por efectos de capilaridad.

– **Derecho de vía**

Faja de terreno de ancha variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La propuesta del diseño de pavimento rígido influirá positivamente en el mejoramiento de vías urbanas en el C.P. Paratushiali distrito y provincia Satipo - Junín.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) La metodología adecuada para el mejoramiento de vías en la zona urbana del C.P. Paratushiali, Distrito y Provincia Satipo – Junín; será AASHTO 93 (Guide for the Design of Pavement Structures de 1993) para pavimentos rígidos.

- b) El diseño de la estructura del pavimento para la propuesta técnica del mejoramiento vial en la zona urbana del C.P. Paratushiali, distrito y provincia Satipo – Junín, garantizará un servicio adecuado en el lapso de 20 años de vida útil.

2.4.3. VARIABLES

2.4.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Y = Propuesta Técnica con pavimento rígido.

Indicadores:

- a) Parámetros de diseño de pavimentos para la propuesta técnica.
- b) Vida útil del pavimento a construir.
- c) Condiciones climáticas y de drenaje para propuesta técnica.
- d) Parámetros para diseño de cunetas.
- e) Plan de Desarrollo Urbano de Paratushiali.

2.4.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

X =Mejoramiento De Vías

Indicadores

- a) Estudio de suelos ínsitu y en laboratorio para la propuesta técnica.
- b) Clasificación sistema vial urbano actual.
- c) Características del tránsito.
- d) Características de la sub rasante.
- e) Características geométricas de vía.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por su finalidad de estudio, el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas, el objetivo general y objetivos específicos de la investigación es de tipo: APLICADA.

3.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO.

Los **estudios descriptivos** buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Los **estudios explicativos** van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño que se utilizó en el trabajo de investigación es **NO EXPERIMENTAL**.

Diseño de Investigación no experimental, podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde **no** hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la **investigación no experimental** observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.¹⁶

3.4. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. METODO GENERAL

Son nexos y regularidades obtenidas no sólo por vía experimental, sino también mediante el pensamiento abstracto. Conocimiento superior a la experiencia sensorial. Sintetiza los conocimientos anteriores. Puede adelantarse a los datos de la experiencia.

Para la investigación será: Deductivo, inductivo, analítico, sintético y sistemático.

3.4.2. METODO ESPECIFICICO

El método específico utilizado para el diseño del pavimento rígido es AASHTO 93.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. POBLACIÓN

La aplicación del trabajo de investigación tiene como población la red vial del C.P. Paratushiali, Satipo - Junín.

¹⁶ Dr. Roberto Hernández Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado y Dra. María del Pilar Baptista Lucio. "Metodología de la Investigación" México, 5ta Edición. Editorial McGRAW – HILL/ Interamericana Editores, S.A. DE C.V.

3.5.2. TIPO DE MUESTRA

El tipo de muestra es NO ALEATORIO, conformado por la vía local Av. El Sol, y las calles: El Ejercito, Júpiter, Teodoro Noriega, Teodoro Flores, Pasaje. Hilser y Pasaje Rosario del Águila.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Propuesta Técnica con Pavimento Rígido.
DE VARIABLE)**

(CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN)

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTA LA VARIABLE – ÍTEMS
Conceptualmente, se define como el contenido una descripción de la ubicación de las obras, las características topográficas del terreno, el estado de las vías existentes, los tipos de pavimentos a emplearse en el Proyecto, la climatología anualizada y los alcances y limitaciones del Informe Técnico.	Operacionalmente, se define como la mejor solución a los requerimientos de la acción suelos, carga vehicular, topografía, hidrología.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parámetros de diseño de pavimento rígido ▪ Sección transversal de obras de drenajes. ▪ Sección transversal de las vías a considerar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño de pavimentos para la propuesta técnica. ▪ Condiciones climáticas y de drenaje para propuesta técnica. ▪ Plan de Desarrollo Urbano de Paratushiali. 	<p>Se cuantifica mediante variables de diseño que determinan, el espesor correcto del pavimento rígido, pero se califica en base a controles tolerancias y requerimientos establecidos en la norma CE.010 Pavimentos urbanos, Normativa del Ministerio de Transportes sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.</p> <p>Se cuantifica en m³/s., para el cálculo del caudal de escorrentía según normativa peruana</p> <p>Se cuantifica en distancias existentes de las secciones de vías según el plan urbano de Paratushiali.</p>

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS	NATURALEZA	ESC. DE MEDICIÓN	FORMA DE MEDIR
<p>TÉCNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensayos ▪ Evaluación <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Certificados de ensayos. ▪ Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos. 	Las técnicas e instrumentos de la investigación se han estructurado de acuerdo al análisis y evaluación de la mejor propuesta para mejoramiento de vías en la zona urbana de Paratushiali -Satipo– Junín.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable: Cuantitativa - Cualitativa 	Discreta – De intervalo	Directa: Polítoma

**VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Mejoramiento de Vías.
VARIABLE)**

(CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTA LA VARIABLE - ÍTEMS
En concepto de mejoramiento de vías, se puede explicar cómo la acción de proporcionar superficies adecuadas para el tránsito de vehículos y personas en los espacios (áreas) de circulación de un loteo (calles y pasajes). Con la ayuda de los estudios debidos para lograr las mejoras en la zona.	Operacionalmente, se define como un conjunto de estudios, que se preparan para un diseño correcto que se rijan de acuerdo a la normativa peruana, su función más importante es proporcionar vías accesibles para peatones y vehículos así confort a la población.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propiedades mecánicas de los materiales que constituyen la estructura del pavimento. ▪ Propiedades mecánicas de los materiales de sub base y base. ▪ Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn. ▪ Características del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensayos de Mecánica de Suelos, con el fin de determinar si se ajustan a las normas requeridas. ▪ Estudio de cantera a fin de determinar si el material se ajusta a la normativa. ▪ Estudio de Tráfico in situ. ▪ Estudio topográfico 	<p>Se cuantifica, mediante ensayos que determinan las propiedades físico - mecánicas de los materiales, pero se califica en base a controles tolerancias y requerimientos establecidos en la norma CE.010 Pavimentos urbanos.</p> <p>Se cuantifica, mediante ensayos que determinan las propiedades físico - mecánicas de los materiales, pero se califica en base a controles tolerancias y requerimientos establecidos en la norma (EM-2000).</p> <p>Se cuantifica, mediante el conteo diario de vehículos en el transcurso de una semana en función a la normativa del Ministerio de Transportes y Reglamento nacional de vehículos para los pesos de vehículos</p> <p>Se cuantifica, mediante levantamiento topográfico.</p>

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN	FORMA DE MEDIR
<p>TÉCNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensayos ▪ Evaluación <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Certificados de ensayos ▪ Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos. 	Las técnicas e instrumentos de la investigación se han estructurado de acuerdo al análisis y evaluación de la mejor propuesta, para mejoramiento de vías en la zona urbana de Paratushiali -Satipo– Junín.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable: ▪ Cuantitativa- Cualitativa 	Discreta – De intervalo	Directa: Polítoma

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. TÉCNICAS

Se realizarán visitas a la zona de estudio, donde se obtendrá información de campo, la cual posteriormente se procesará en gabinete siguiendo una secuencia metodológica convencional, y así se podrá hallar las mejores opciones en cuanto a la infraestructura que permita satisfacer la demanda para el tipo de pavimento a utilizar para que resulten acordes con la solución económica, tecnología disponible y un nivel de servicio aceptable.

3.7.2. INSTRUMENTOS

El instrumento que se aplicó en la unidad de análisis fueron principalmente los certificados de los ensayos de mecánica de suelos y el estudio de tráfico.

3.7.3. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

- **Microsoft Excel:** Para exportar cuadros y datos estadísticos de los resultados y datos obtenidos de los ensayos destructivos y no destructivos.
- **Microsoft Word:** Para la elaboración de la parte descriptiva de las fichas Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.
- **AutoCAD:** Para establecer la localización, delimitación, puntos de investigación y área de influencia del proyecto.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Se determinó la posición de un punto sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio: dos distancias y una elevación o una distancia, una elevación y una dirección. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco (grados sexagesimales).

4.1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

Como parte del desarrollo para **“PROPUESTA TÉCNICA PARA MEJORAMIENTO DE VÍAS EN LA ZONA URBANA DEL C.P. PARATUSHIALI Y PROVINCIA SATIPO - JUNÍN”**. Se establece que se debe de realizar el levantamiento topográfico para el diseño. Para proporcionar toda la información necesaria para efectuar los diseños que demandó la elaboración de la presente propuesta.

4.1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

SECTOR	:	C.P PARATUSHIALI
DISTRITO	:	SATIPO
PROVINCIA	:	SATIPO

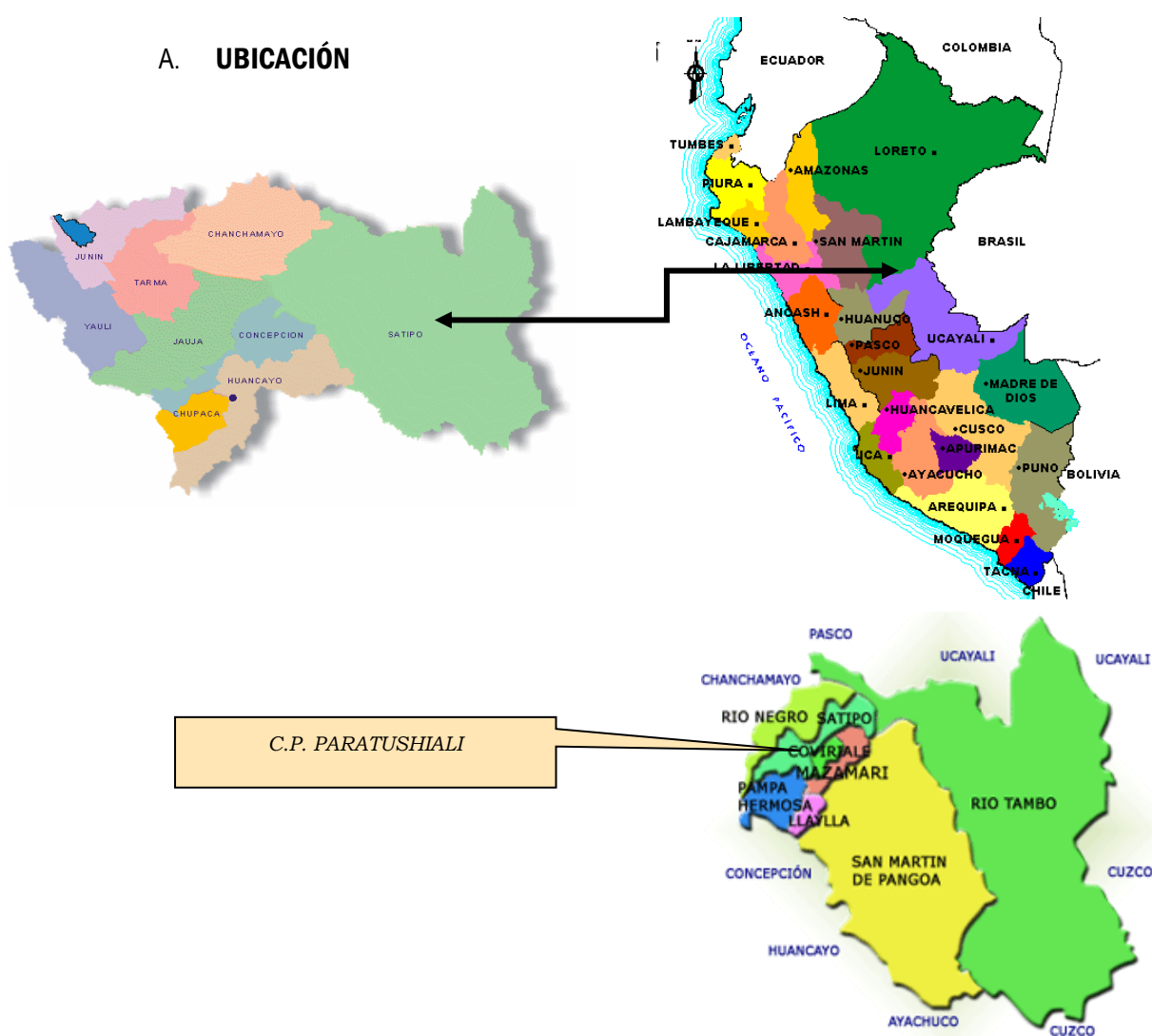
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REGIÓN : JUNÍN

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM	
OESTE	SUR	NORTE	ESTE
74°42 '0.88"	11°17 '26.54 "	8751860	532714

ALTITUD : 753.00 m.s.n.m.

A. UBICACIÓN



LÍMITES PROVINCIALES

- Norte: Provincia Chanchamayo (Dpto. Junín), Oxapampa (Dpto. Pasco) y Provincia Atalaya (Dpto. Ucayali).
- Sur: Provincia Tayacaja (Dpto. Huancavelica), Provincia Huanta (Dpto. Ayacucho) y Provincia Convención (Dpto. Cusco).
- Este: Provincia Atalaya (Dpto. Ucayali) y Provincia La Convención (Dpto. Cusco).
- Oeste: Provincias Chanchamayo, Jauja, Concepción y Huancayo (Dpto. Junín),
Provincia Tayacaja (Dpto. Huancavelica).

4.1.3. ESTABLECIMIENTO DE LA POLIGONAL DE APOYO

El levantamiento topográfico, es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes, la representación de medidas tomadas en el campo, reflejan información para elaborar perfiles y planos topográficos.

4.1.3.1. PUNTOS DE GEOREFERENCIACIÓN

Se ha elaborado la siguiente información sobre los puntos de control oficiales existentes dentro del área de trabajo.

Las coordenadas topográficas de los PUNTOS DE CONTROL GEOREFERENCIAL establecidas son:

Tabla N° 15 Puntos de Control Geo referencial

PUNTO	COORDENADAS			ZONA	DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	COTA		
BMA -01	8734373.9259	561432.3094	708.25	1	<i>PINTURA ESPRITE DE COLOR ROJA EN FORMA DE UN TRIANGULO CIRCUNCRITA EN UN CIRCULO</i>
BMB -02	8734099.4109	561442.0645	707.31	1	<i>PINTURA ESPRITE DE COLOR ROJA EN FORMA DE UN TRIANGULO</i>

					<i>CIRCUNCRITA EN UN CIRCULO</i>
BMC - 03	8734628.0624	561319.8671	707.41	1	<i>PINTURA ESPRITE DE COLOR ROJA EN FORMA DE UN TRIANGULO CIRCUNCRITA EN UN CIRCULO</i>

Los puntos de control se encuentran instalados con marcas imborrables, para ser conservados.

Los puntos establecidos forman una poligonal de apoyo enlazada al sistema de coordenadas UTM datum WGS84, mediante un enlace directo a los puntos de control geo referencial indicados, conformando un sistema de poligonales cerradas y abiertas.

Clases de levantamientos:

a) Topográficos

Por abarcar superficies reducidas, se realizan despreciando la curvatura de la tierra sin error apreciable.

b) Geodésicos

Son levantamientos en grandes extensiones y se considera la curvatura terrestre. Los levantamientos topográficos son los más comunes y los que más interesan, los geodésicos son de motivo especial al cual se dedica la Geodesia.

4.1.4. LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

Para trabajos de Planimetría o en el levantamiento Plan métrico, debido a las características propias de la propuesta, se ha empleado una poligonal Abierta, en cada estación marcada y documentada que nos sirve para levantar con precisión los detalles encontrados cercanos a la estación topográfica, levantados con equipos de precisión al segundo llamada estación total.

Dicha poligonal Abierta, está constituida por estaciones topográficas marcadas en campo, a partir de los cuales se han lanzado visuales, empleando el método de radiación, para fijar detalles así como puntos auxiliares en casos necesarios.

✓ **Poligonal Abierta**

Debido a la precisión del trabajo, es necesario realizar medidas de corrección internas de la poligonal, y tomar medidas cuando estas no se pueden ver. Para tener un buen levantamiento topográfico de buzones, calles, postes, veredas y más detalles encontrados en la zona de estudio, se han medido los ángulos horizontales, verticales, coordenados UTM debido a que se trabajará con una precisión de error “cero”. Los detalles topográficos como son postes existentes, calles, veredas, buzones ALEDAÑAS A LA ZONA DE ESTUDIO se han levantado ubicando prismas, para luego ser barrido con la estación total desde una determinada estación o punto de apoyo. Con los datos obtenidos en campo se graficará y se plasmará en planos de planta y perfil y secciones puntos de partida con GPS de precisión para poder definir dos puntos exactos de levantamiento.

4.1.5. LEVANTAMIENTO ALTIMETRICO

✓ **Nivelación**

La nivelación o altimetría, tiene como objetivo fundamental determinar la diferencia de nivel entre dos o más puntos situados sobre el terreno. En topografía, a la altitud de un punto se le denomina cota, pudiendo ser estas absolutas o relativas, según esté referida al nivel medio del mar o bien al nivel de un plano de altitud arbitraria. En este caso se ha tomado una cota absoluta. Para determinar el nivel de un punto es necesario empezar con algún otro punto de nivel conocido llamado comúnmente BM (Bench Mark). La nivelación de adelante es la lectura de un punto de nivel conocido. La nivelación de atrás es la lectura de un

punto cuyo nivel se quiere determinar. Al medir las cotas de diversos puntos, las diferencias de niveles pueden ser tan grandes que el instrumento se debe estacionar a otra posición. Cuando se hace esto, se visa con el instrumento un punto cuyo nivel se ha encontrado previamente, denominándosele a éste punto de enlace o amarre. Para el levantamiento altimétrico se ha realizado tomando como referencia la cota marcada por el equipo geodésico de alta Precisión GPS marca Trinber diferencial.

4.2. ESTUDIO DE SUELOS

Los trabajos para el estudio de mecánica de suelos, se han desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo que permitan establecer las propiedades físicas del suelo de fundación.


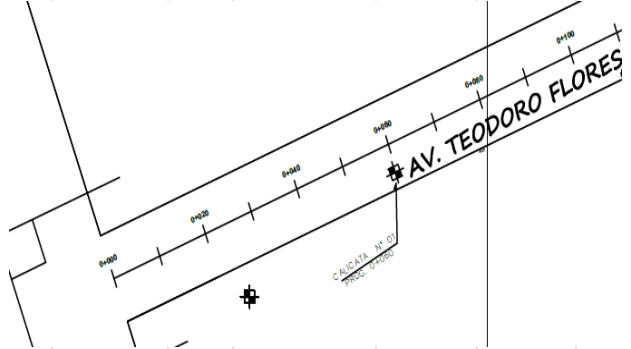
Los trabajos se desarrollaron en tres etapas; inicialmente los trabajos correspondientes a la revisión de la información que se cuenta de la zona y las prospecciones de campo, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características físicas de los suelos realizada en el laboratorio; y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño.

Los trabajos de campo, se orientaron a explorar el suelo de fundación, mediante la ejecución de calicatas, se realizaron 13 calicatas distribuidas en el área de estudio que se encuentra dentro de las instalaciones del C.P. Denominadas C-1 a C-13. Se tomaron muestras disturbadas de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado de Mecánica de Suelos.

Los datos proporcionados para esta tesis incluyen las características del suelo, el ensayo Próctor Modificado ASTM


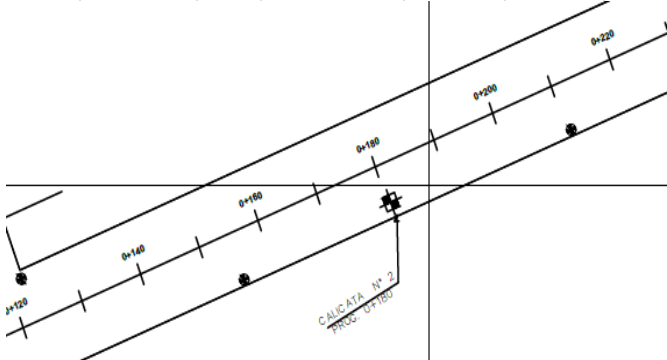
(D-1557), análisis mecánico por tamizado NTP 339.128(99), límites de Atterberg NTP 339.129 (99) y el valor relativo soporte C.B.R. método de compactación AASHTO T-180D. Los resultados de los ensayos de laboratorio son los siguientes:

Tabla N°16 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°01

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
1	AV. TEODORO FLORES	0+060	8751953.91	532580.25				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
						C.B.R.		
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %	
C-1	M-1	1.5	CL	A-6(5)	1.65	18.5	5.53	4.16


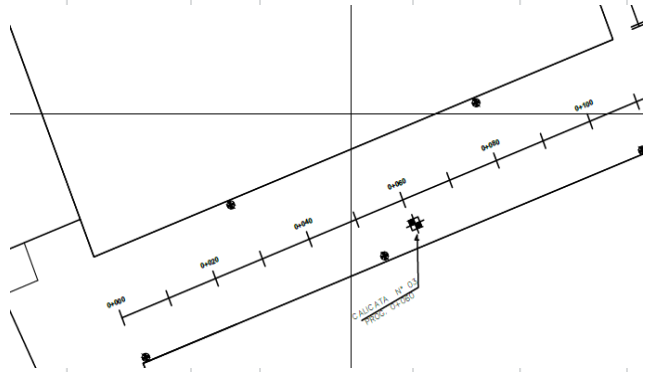
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°01

Tabla N°17 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°02

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
2	AV. TEODORO FLORES	0+180	8751997.99	532693.88				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
						C.B.R.		
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %	
C-2	M-1	1.5	SC	A-6(3)	1.78	18	12.18	8.25


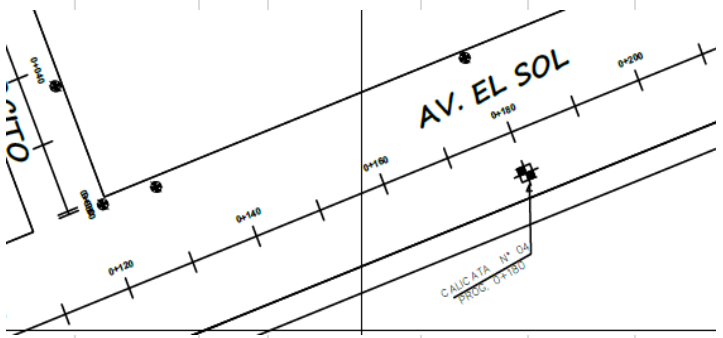
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°02

Tabla N°18 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°03

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
3	AV. EL SOL	0+060	8751878.82	532611.99				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-3	M-1	1.5	CL	A-6(6)	1.75	18.3	11.93	7.42


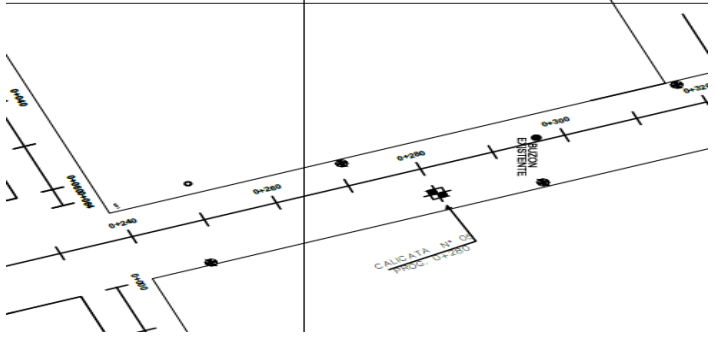
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°03

Tabla N°19 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°04

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
4	AV. EL SOL	0+180	8751921.77	532723.51				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-4	M-1	1.5	CL	A-6(6)	1.63	19.5	5.02	3.27



Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°04

Tabla N°20 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°05

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
5	AV. EL SOL	0+280	8751958.95	532817.23				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
							C.B.R.	
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %
C-5	M-1	1.5	CL	A-6(7)	1.68	17.7	8.86	6.11


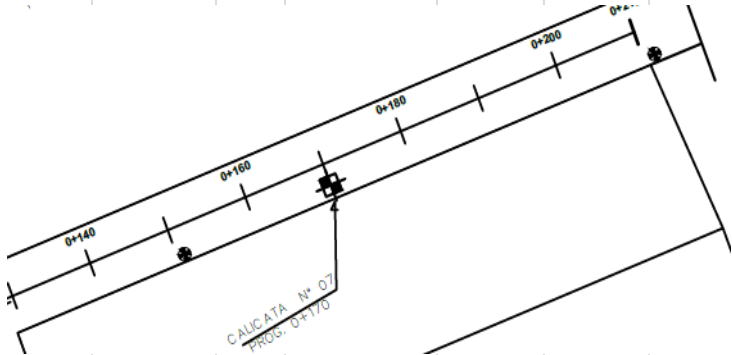
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°05

Tabla N°21 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°06

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
6	AV. TEODORO NORIEGA	0+070	8751838.64	532758.02				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
							C.B.R.	
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %
C-6	M-1	1.5	ML	A-4(1)	1.78	18	12.18	8.06

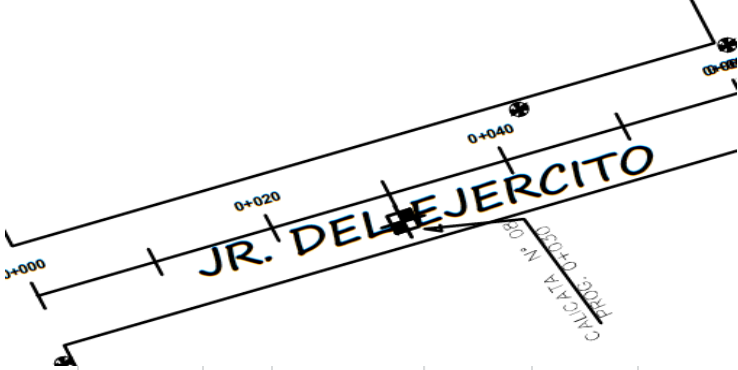
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°06

Tabla N°22 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°07

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
7	AV. TEODORO NORIEGA	0+170	8751874.94	532850.87				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-7	M-1	1.5	SC	A-4(1)	1.66	17	8.49	5.77


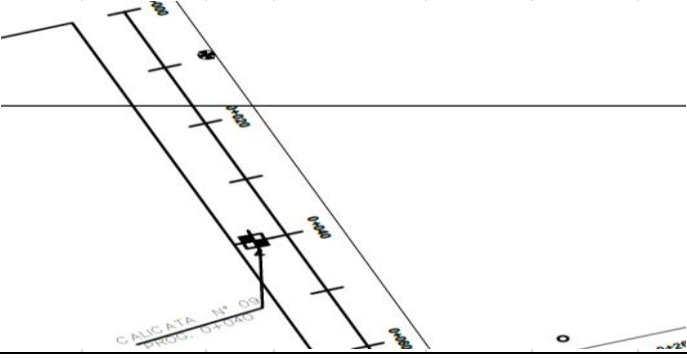
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°07

Tabla N°23 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°08

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
8	JR. DEL EJERCITO	0+030	8751944.95	532850.87				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-8	M-1	1.5	CL	A-6(5)	1.65	18.5	6.64	4.78


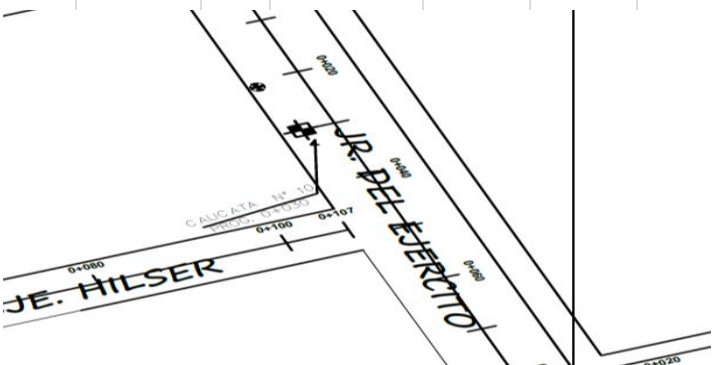
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°08

Tabla N°24 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°09

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
9	JR. JUPITER	0+040	8751977.35	532756.74				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-9	M-2	1.5	CL	A-4(3)	1.7	17.5	9.22	6.67


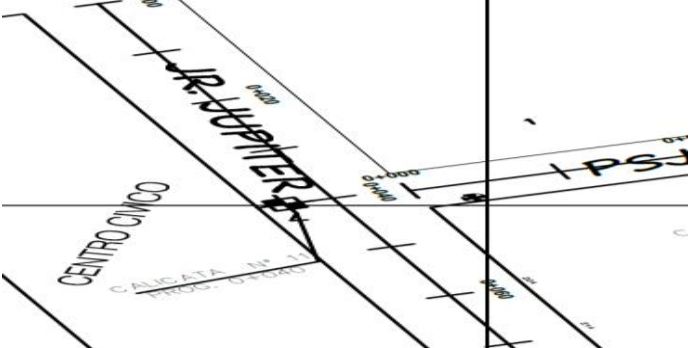
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°09

Tabla N°25 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°10

N° CALICATA	CALLE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
10	JR. DEL EJERCITO	0+030	8751865.76	532673.30				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-10	M-3	1.5	CL	A-6(9)	1.68	18.2	8.71	6.29


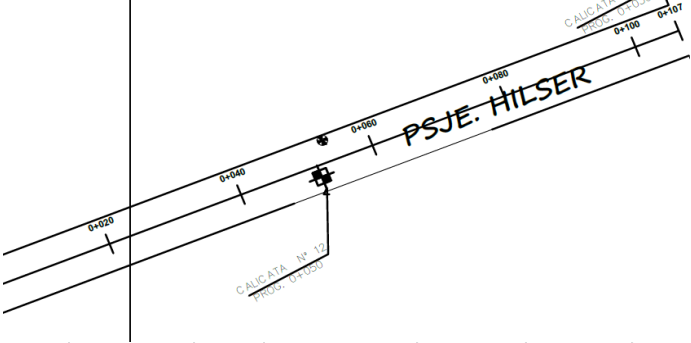
Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°10

Tabla N°26 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°11

N° CALICATA	CALE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
11	AV. EL SOL	0+040	8751900.39	532788.14				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-11	M-4	1.5	CL	A-6(6)	1.67	17	8.27	5.66

Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°11

Tabla N°27 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°12

N° CALICATA	CALE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
12	PSJE. HILSER	0+050	8751826.21	532626.76				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-12	M-5	1.5	SC	A-6(3)	1.75	18	12.18	8.69

Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°12

Tabla N°28 Resultados De Estudio De Mecánica De Suelos Calicata N°13

N° CALICATA	CALE	PROGRESIVA	COORDENADAS		OBSERVACIONES			
			NORTE	ESTE				
13	PSAJE. ROSARIO DEL AGUILAR	0+030	8751918.21	532837.62				
FOTOGRAFIA - UBICACIÓN DE CALICATA								
RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS								
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-13	M-6	1.5	ML	A-4(3)	1.67	17.3	7.38	5.22

Fuente: Elaboración Propia según certificados de suelos de calicata N°13

Tabla N°29 CBR Promedio de Diseño Av. El sol

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-3	M-1	1.5	CL	A-6(6)	1.75	18.3	11.93	7.42
C-4	M-1	1.5	CL	A-6(6)	1.63	19.5	5.02	3.27
C-5	M-1	1.5	CL	A-6(7)	1.68	17.7	8.86	6.11
CBR PROMEDIO							8.60	5.60

Fuente: Elaboración Propia según tablas N°18, 19 Y 20

Tabla N°30 CBR Promedio de Diseño Av. Teodoro Flores

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	C.B.R.	
							100% MDS	MDS 95 %
C-1	M-1	1.5	CL	A-6(5)	1.65	18.5	5.53	4.16
C-2	M-1	1.5	CS	A-6(3)	1.63	19.5	12.18	8.25
CBR PROMEDIO							8.86	6.21

Fuente: Elaboración Propia según tablas N°16 Y 17

Tabla N°31 CBR Promedio de Diseño Av. Teodoro Noriega

							C.B.R.	
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %
C-6	M-1	1.5	ML	A-4(1)	1.78	18	12.18	8.06
C-7	M-1	1.5	SC	A-4(1)	1.66	17	8.49	5.77
CBR PROMEDIO							10.34	6.92

Fuente: Elaboración Propia según tablas N°21 Y 22

Tabla N° 32 CBR Promedio de Diseño Jr. Del Ejército

							C.B.R.	
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %
C-8	M-1	1.5	CL	A-6(5)	1.65	18.5	6.64	6.2
C-10	M-1	1.5	CL	A-6(9)	1.68	18.2	8.71	6.29
CBR PROMEDIO							7.68	6.25

Fuente: Elaboración Propia según tablas N°23 Y 25

Tabla N°33 CBR Promedio de Diseño Jr. Júpiter

							C.B.R.	
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %
C-9	M-1	1.5	CL	A-4(3)	1.7	17.5	9.22	6.67
C-11	M-1	1.5	CL	A-6(6)	1.67	17	8.27	5.66
CBR PROMEDIO							8.75	6.17

Fuente: Elaboración Propia según tablas N°24 Y 26

Tabla N°34 CBR Promedio de Diseño Pasaje Hílser

							C.B.R.	
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %
C-12	M-1	1.5	SC	A-6(3)	1.75	18	12.18	8.69
CBR PROMEDIO							12.18	8.69

Fuente: Elaboración Propia según tablas N°27

Tabla N°35 CBR de Diseño de Pasaje Rosario del Águila

							C.B.R.	
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	ASSHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. %	100% MDS	MDS 95 %
C-13	M-1	1.5	SC	A-6(3)	1.75	18	7.38	7.22
CBR PROMEDIO							7.38	7.22

Fuente: Elaboración Propia según tablas N°28

4.3. ESTUDIO DE CANTERA

Como se menciona anteriormente, la estructura de un pavimento rígido está conformado por capas granulares las cuales son extraídas de canteras cercanas al lugar donde se realizarán los trabajos. Tanto el material granular, que serán usados en el proyecto deben cumplir con ciertas características indicadas en las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)¹⁷.

Para nuestro caso se considera una cantera **ISLA VERDE**, cercana que se encuentra a 3 km de la zona de estudio y las especificaciones de esta se dan a continuación.

REQUISITOS PARA LOS MATERIALES GRANULARES

Para el material de la base, la sección 305 de la **EG-2000** especifica requerimientos granulométricos. Así como para la subbase existen cuatro gradaciones. La gradación A sólo es necesaria para carreteras que van a ser construidas por encima de los 3000 m.s.n.m, para el tramo de esta tesis cualquiera de las otras tres gradaciones es aceptable.

Tabla N°36 Requerimiento Granulométricos Para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100
25 mm (1")	...	75-95	100	100
9.5 mm (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm(N°4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm(N°10)	15-40	20-45	25-50	40-70
4.25 um(N°40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 um(N°200)	2-8	5-15	5-15	8-15

¹⁷ Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2000). Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 (Segunda edic.) Lima: Perú

Fuente: Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM-2000) del MTC

Así mismo el valor relativo de soporte debe ser el siguiente:

Tabla N°37 Valor Relativo De Soporte, CBR En Base Granular

Para carreteras de Segunda Clase, Tercera Clase, Bajo volumen de Transito; o, para carreteras con Trafico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para carreteras de Primera Clase, Carreteras Duales o Multicarril, Autopistas; o, para carreteras con Trafico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$	Mínimo 100%

Fuente: Manual de Carreteras, sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Tabla N°38 Valor Relativo De Soporte, CBR En Sub Base Granular

CBR en subbase granular	Mínimo 40%
-------------------------	------------

Fuente: Manual de Carreteras, sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Tabla N°39 Requerimientos De Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Requerimiento	
		< 3,000 msnm	$\geq 3,000$ msnm
Abrasión	MTC E 207	50 % máx	
CBR (tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE)	MTC E 132	40 % mín	
CBR (tráfico $> 15 \times 10^6$ EE)	MTC E 132	60 % mín	
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx	
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx	4% máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín	35% mín
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.	
Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 211	20% máx	

Fuente: Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM-2000) del MTC

Canteras

Como ya se mencionó previamente cerca del tramo en estudio existe la cantera Isla Verde. Los resultados de sus ensayos se muestran a continuación:

Cantera Isla Verde

Ubicada en a 3.5 Km de la zona urbana de Paratushiali. Se tomaron muestras para realizar ensayos granulométricos, de los límites de Atterberg y clasificación de los suelos, las cuales dieron los siguientes resultados:

Tabla N°40 Resumen De Ensayos De Laboratorio Cantera Isla Verde

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Análisis granulométrico % que pasa				Límites de Atterberg			Clasificación de suelos	
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L	L.P	I.P	SUCS	AASHTO
CIV-1	M-1	1.50-2.00	43.5	33	15.6	5.7	20	18	2	GP-GM	A-1-a(0)

Fuente: Elaboración Propia según Certificados de Suelos de la Cantera Isla Verde

Como se observa del cuadro anterior, el material predominante es arena bien graduada. En el caso de la granulometría requerida para la base, este material cumple con la gradación B de la Tabla 34 presentada anteriormente.

Por otro lado, el CBR al 100% de la máxima densidad seca (MDS) del material de esta cantera es 85.9% que corresponden a las muestras M-1.

Los demás requerimientos referidos a la sub base y base se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N°41 Resumen De Ensayos Especiales Cantera Isla Verde

Características	Cantera	Requerimientos	Verificación
	Isla Verde	Sub Base	Sub Base
CBR al 95% de M.D.S	56.30%		
CBR al 100% de M.D.S	85.90%	40% min	cumple
Abrasión	35%	50% máx.	cumple
Durabilidad de Gravas			
Durabilidad de Arenas			
Equivalencia de Arena	50%	25% min	cumple
Adherencia en gravas			
- Revestimiento			
- Desprendimiento			
Adhesividad en arenas			
Limite Líquido	20%	25% máx.	cumple
Índice de plasticidad	2%	6% máx.	cumple
Pasa malla #4	100%		
Pasa malla #200	5.70%		

Fuente: Elaboración Propia según: Certificados de Suelos de la Cantera Isla Verde y Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM-2000) del MTC

4.4. ESTUDIO HIDROLOGICO

El servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), proporciona los datos de precipitación media diaria de diversas estaciones ubicadas en diversas zonas del país. Los valores de las precipitaciones son tomadas a las 7 de la mañana y a las 7 de la noche. Así mismo se registran las temperaturas máximas y mínimas todos los días; además se encuentra publicado el mapa de clasificación climática del Perú del cual se puede determinar el clima típico de la zona de estudio.

Estación: La estación pluviométrica, más cercana localizada en la zona de estudio, es la de Satipo, la misma que es operada por el SENAMHI, cuya descripción de su ubicación se detalla a continuación.

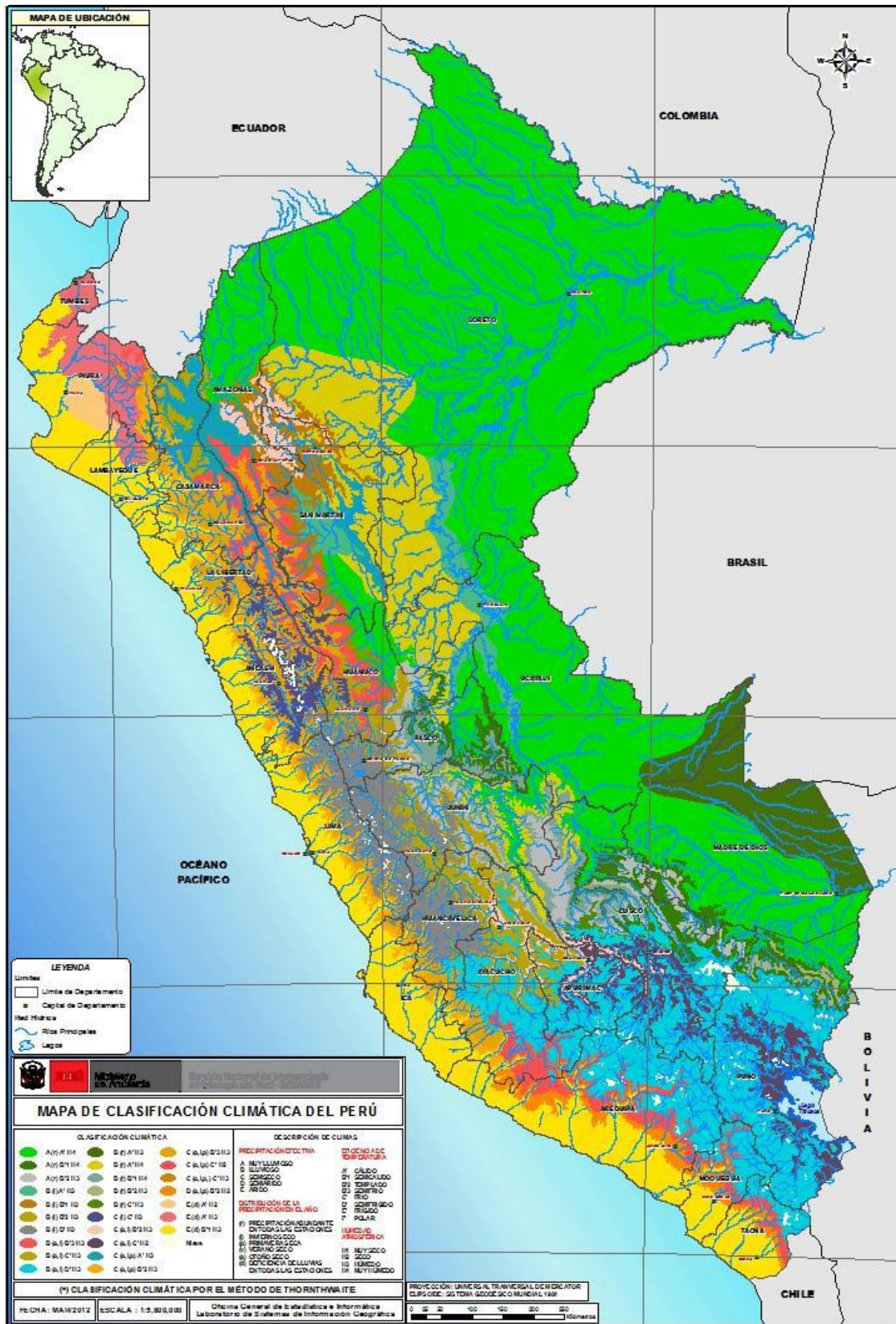
Tabla N° 42 Estación Pluviométrica Satipo

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	UBICACIÓN		ALTITUD msnm
	LATITUD SUR	LATITUD OESTE	
SATIPO	11° 13' 41"	74° 37' 3"	660

Clima

Como se mencionó en el inciso anterior, el SENAMHI ha publicado el mapa de clasificación climática de nuestro país, el cual se muestra a continuación:

Figura N°4 Mapa De Clasificación Climática Del Perú



Fuente: Portal web del SENAMHI

La zona de trabajo de la tesis, se encuentra en el C.P. Paratushiali, entre los distritos de Pampa Hermosa y Satipo; en el mapa el lugar donde se realiza la propuesta técnica, se encuentra encerrado por un cuadrado, y pertenece a la clasificación climática A(r)A'H₄, el cual es denominado selva tropical muy húmeda, clima del tipo muy lluvioso, cálido muy húmedo, con invierno seco y abundante precipitación durante todo el año, permanentemente húmedo por la alta concentración de vapor de agua en la atmosfera. Esta zona se caracteriza por ser muy instables (disminución de la temperatura con la altura), la temperatura promedio anual de verano a invierno es de 27°C y en periodo de friaje bajan hasta 10°C. La variación de la temperatura horaria es perceptible y el ambiente es muy caluroso y sofocante al mediodía y cálido en la noche.

Cantidad de días lluviosos al mes y precipitaciones promedio anuales:

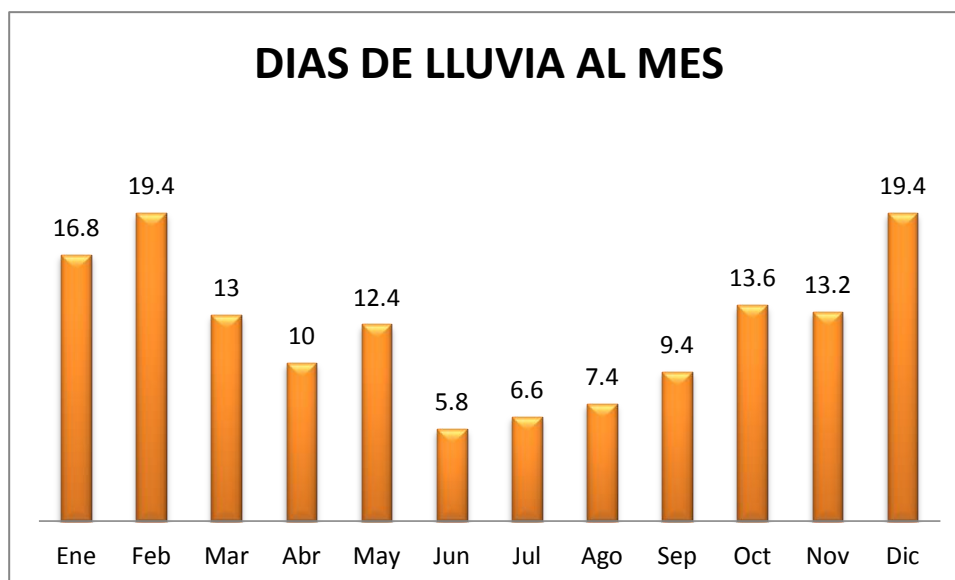
Con los datos de SENAMHI de las precipitaciones medias diarias se determina los días de lluvia por mes, así como el promedio de precipitaciones mensuales y anuales. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla N°43 Días De Lluvia Por Mes

AÑO	MES											
	Ene.	Feb.	Mar	Abr	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2011	14	21	9	9	13	2	8	7	7	14	11	16
2012	13	21	9	9	11	4	4	5	7	10	15	24
2013	12	13	15	5	10	10	5	5	7	16	16	18
2014	21	23	17	12	13	4	9	6	12	13	10	19
2015	24	19	15	15	15	9	7	14	14	15	14	20
Promedio	16.8	19.4	13	10	12.4	5.8	6.6	7.4	9.4	13.6	13.2	19.4

FUENTE: Elaboración Propia en los datos históricos del portal web del SENAMHI
[http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/ dat_esta_tipo.php?estaciones=000571](http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/dat_esta_tipo.php?estaciones=000571)

Gráfico N°01 Promedio De Días Lluviosos Por Mes



FUENTE: Elaboración Propia según Tabla N°43

Según el gráfico se observa que los meses más lluviosos son: Enero, Febrero y Diciembre. Los meses con menos precipitaciones son: Junio, Julio y Agosto.

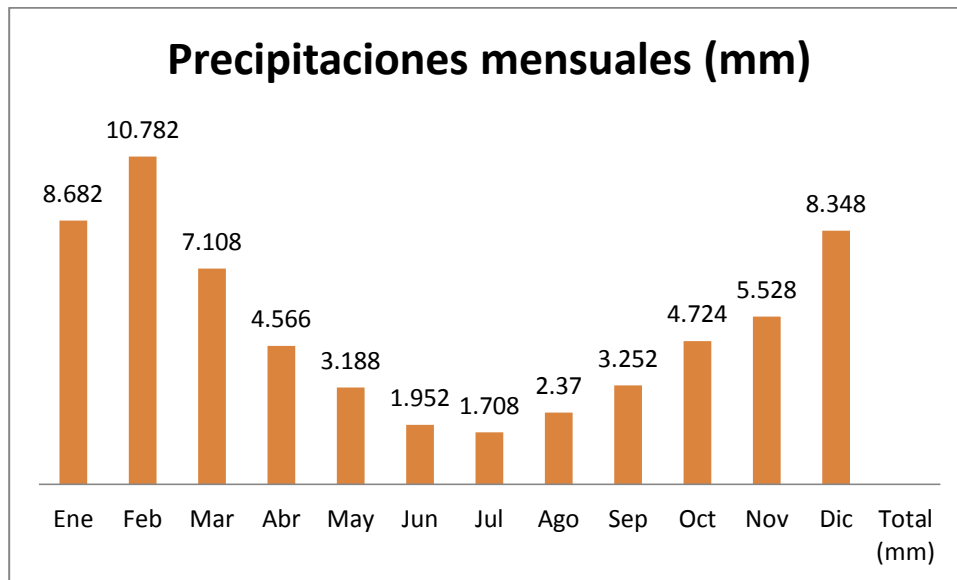
Tabla N°44 Precipitaciones Medias Mensuales Y Anuales

Año	MES												Total (mm)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2011	9.85	11	2.05	7.62	4.90	1.25	3.23	2.15	3.08	7.92	4.25	7.5	64.8
2012	7.88	15.38	8.55	5.34	2.40	1.56	0.69	0.95	1.24	3.58	6.61	14.00	68.18
2013	4.68	11.95	7.29	1.13	1.05	3.77	0.57	4.87	2.18	4.35	3.76	6.84	52.44
2014	11.00	7.52	8.46	4.09	3.06	2.13	2.99	1.2	4.25	2.85	4.99	7.53	60.07
2015	10	8.06	9.19	4.65	4.53	1.05	1.06	2.68	5.51	4.92	8.03	5.87	65.55
Promedio	8.682	10.78	7.108	4.566	3.188	1.95	1.708	2.37	3.25	4.724	5.53	8.348	

FUENTE: Elaboración Propia en los datos históricos del portal web del SENAMHI

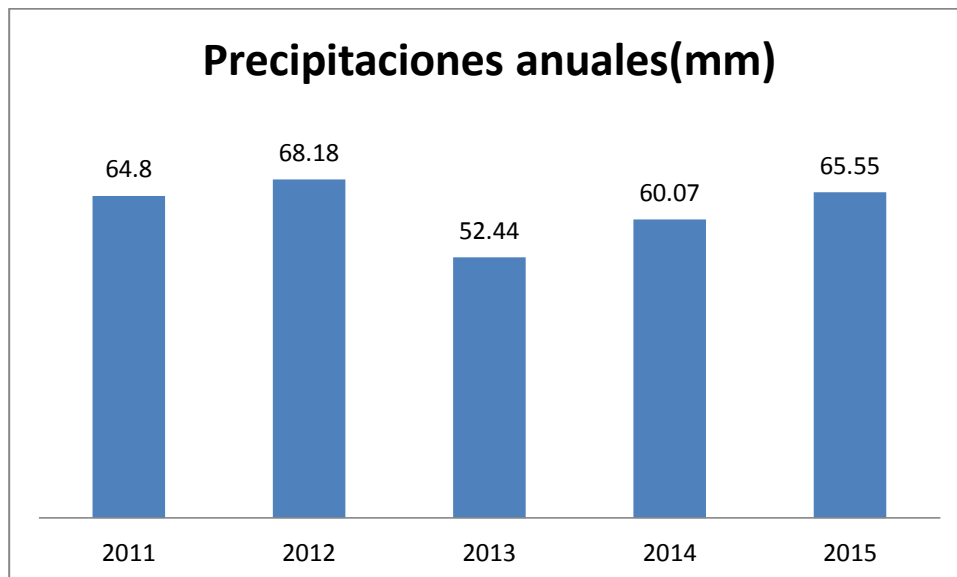
http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/dat_esta_tipo.php?estaciones=000571

Gráfico N°02 Promedio De Precipitaciones Medias Mensuales



FUENTE: Elaboración Propia según Tabla N°44

Gráfico N°03 Promedio De Precipitaciones Medias Anuales



FUENTE: Elaboración Propia según Tabla N°44

Se observa que las precipitaciones anuales son altas, varían de 52.44 a 68.18 mm al año. Es importante anotar que en lo que iba del 2015 se llegó a

una precipitación anual de 65.55 mm, lo que concuerda estadísticamente con los años anteriores.

4.4.1. CÁLCULO DE SECCIÓN DE CUNETAS

CONSIDERACIONES PARA ÁREA EFECTIVA (SEGÚN NORMA OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO)

- El esquema de la divisoria del drenaje debe seguir fronteras de la cuenca y de ninguna manera las fronteras comerciales de los terrenos que se utiliza en el diseño de los alcantarillados de desagüe.
- El diseñador puede tomar en cuenta otros efectos que considere apreciablemente: proximidad del nivel freático, porosidad del subsuelo, almacenamiento por depresiones del terreno, etc.

CÁLCULO DE LA INTESIDAD DE LLUVIA - Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano

Ecuación N°04: Intensidad De Lluvia

$$i = a (1+K \text{ Log } T) (t + b) ^ (n-1)$$

Donde:

i	=	Intensidad de la lluvia (mm/hora)
a	=	parámetro de intensidad (mm)
K	=	parámetro de frecuencia (adimensional)
b	=	parámetro (hora)
n	=	parámetro de duración (adimensional)
t	=	duración (hora)

Ecuación N°05: Máxima Precipitación en 24 Horas

$$P_{24} = \varepsilon_g \cdot (1 + K \cdot \log T)$$

Ecuación N°06: Parámetro de Intensidad en mm

$$a = \left(\frac{1}{t_g} \right)^n \cdot \varepsilon_g$$

Dónde:

P₂₄	=	Máxima Precipitación en 24 horas
T	=	Tiempo de retorno

		duración de la lluvia diaria, asumido un Promedio de 15.2 para Perú.
t_g		De 15.2 para Perú.
K	=	K'_g
b	=	0.5 horas (Costa, centro y sur) 0.4 horas (Sierra) 0.2 horas (Costa norte y Selva)
ϵ_γ	=	Parámetro para determinar P_{24} .

Consideraciones de Diseño:

- Se usa el Método Racional que es aplicable para cuencas menores de 13 Km²
- Según Norma peruana OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO
- Según norma OS.060. el periodo de retorno será de 5 a 10 años.

$a =$	2.160 mm	(Tabla 45)
$K =$	0.553	(Tabla 46)
$T =$	10.000 años	Retorno
$t =$	1.000 h	Duración (Zona Selva)
$b =$	0.200 h	
$n =$	0.405	(Tabla 45)

$i =$	8.000 mm/h
-------	------------

Tabla N°45: Valores de los parámetros a y n que junto con K, definen las curvas de probabilidad. Pluviométrica en cada punto de las sub zonas

SUBZONA	ESTACION	N° TOTAL DE ESTACIONES	VALOR DE n	VALOR DE a
I23 ₁	321-385	2	0.357	32.2
I23 ₃	384-787-805	3	0.405	$a = 37.85 - 0.0083 Y$
I23 ₁₃	244-193	2	0.432	
I23 ₅	850-903	2	0.353	9.2
I23 ₆	840-913-918 958	4	0.38	11
I23 ₈	654-674-679 709-713-714 732-745-752	9	0.232	14
I23 ₉	769	1	0.242	12.1
I23 ₁₀	446-557-594 653-672-696 708-711-712 715-717-724 757-773	14	0.254	$a = 3.01 + 0.0025 Y$
I23 ₁₁	508-667-719 750-771	5	0.286	$a = .46 + 0.0023 Y$
5 a ₂	935-968	2	0.301	$a = 14.1 - 0.078 D_c$
5 a ₅	559	1	0.303	$a = -2.6 + 0.0031 Y$
5 a ₁₀	248	1	0.434	$a = 5.80 + 0.0009 Y$

FUENTE: Norma peruana OS.060 Drenaje Pluvial Urbano

Tabla N°46: Subdivisión el Territorio en Zonas y Sub zonas Pluviométricas y Valores de los Parámetros K'_g y ϵ_g que definen la distribución de probabilidades de h_g en cada punto

ZONA	K'_g	Subzona	ϵ_g	ϵ_g
123	$K'_g = 0.553$	1231	$\epsilon_g =$	85
		1232	$\epsilon_g =$	75
		1233	$\epsilon_g =$	100 - 0.022 Y
		1234	$\epsilon_g =$	70 - 0.019 Y
		1235	$\epsilon_g =$	24
		1236	$\epsilon_g =$	30.5
		1237	$\epsilon_g =$	-2 + 0.006 Y
		1238	$\epsilon_g =$	26.6
		1239	$\epsilon_g =$	23.3
		12310	$\epsilon_g =$	6 + 0.005 Y
		12311	$\epsilon_g =$	1 + 0.005 Y
		12312	$\epsilon_g =$	75
		12313	$\epsilon_g =$	70
4	$K'_g = 0.861$	41	$\epsilon_g =$	20
5a	$K'_g = 11 \cdot \epsilon_g^{-0.85}$	5 a ₁	$\epsilon_g =$	-7.6 + 0.006 Y (Y>2300)
		5 a ₂	$\epsilon_g =$	32 - 0.177 D _c
		5 a ₃	$\epsilon_g =$	-13 + 0.010 Y (Y>2300)
		5 a ₄	$\epsilon_g =$	3.8 + 0.0053 Y (Y>1500)
		5 a ₅	$\epsilon_g =$	-6 + 0.007 Y (Y>2300)
		5 a ₆	$\epsilon_g =$	1.4 + 0.0067
		5 a ₇	$\epsilon_g =$	-2 + 0.007 Y (Y>2000)
		5 a ₈	$\epsilon_g =$	24 + 0.0025 Y
		5 a ₉	$\epsilon_g =$	9.4 + 0.0067 Y
		5 a ₁₀	$\epsilon_g =$	18.8 + 0.0028 Y
		5 a ₁₁	$\epsilon_g =$	32.4 + 0.004 Y
		5 a ₁₂	$\epsilon_g =$	19.0 + 0.005 Y
		5 a ₁₃	$\epsilon_g =$	23.0 + 0.0143 Y
		5 a ₁₄	$\epsilon_g =$	4.0 + 0.010 Y
5b	$K'_g = 130 \cdot \epsilon_g^{-1.4}$	5 b ₁	$\epsilon_g =$	4 + 0.010 (Y>1000)
		5 b ₂	$\epsilon_g =$	41
		5 b ₃	$\epsilon_g =$	23.0 + 0.143 Y
		5 b ₄	$\epsilon_g =$	32.4 + 0.004 Y
		5 b ₅	$\epsilon_g =$	9.4 + 0.0067 Y
6	$K'_g = 5.4 \cdot \epsilon_g^{-0.6}$	61	$\epsilon_g =$	30 - 0.50 D _c
9	$K'_g = 22.5 \cdot \epsilon_g^{-0.85}$	91	$\epsilon_g =$	61.5
		92	$\epsilon_g =$	-4.5 + 0.323 D _m (30 ≤ D _m ≤ 110)
		93	$\epsilon_g =$	31 + 0.475(D _m - 110) (D _m ≤ 110)
10	$K'_g = 1.45$	101	$\epsilon_g =$	12.5 + 0.95 D _m
Y	: Altitud en msnm			
D _c	: Distancia a la cordillera en km			
D _m	: Distancia al mar en km			

FUENTE: Norma peruana OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO

CÁLCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA - ÁREA DE DRENAJE

Ecuación N°07: Caudal De Escorrentía

$$Q = 0.278 C.I.A'$$

- Q** = Caudal o descarga máxima de diseño
C = Coeficiente de escorrentía
I = Intensidad máxima de lluvia producida.
A' = Área de Influencia

Reemplazando valores en la Formula:

C	0.95	(Pavimento)
I	8.00	mm
A'	0.0599	KM2

$$Q = 0.126 \text{ m}^3/\text{seg.}$$
$$Q = 126.456 \text{ lt}/\text{seg.}$$

SECCIÓN DE LA CUNETETA RECTAGULAR:

a. Capacidad de las cunetas

Se rige por dos límites

- Caudal con la cuneta llena
- Caudal que produce máxima velocidad admisible

Ecuación N°08: Ecuación de Manning

$$A.R^{2/3} = \frac{Q.n}{S^{1/2}}$$

$$Q = \frac{0.284 \times d^{8/3} \times S^{0.5}}{n}$$
$$V = \frac{0.450 \times d^{2/3} \times S^{0.5}}{n}$$

Dónde:

Q: Caudal (m³/seg)

V: Velocidad media (m/s)

A: Área de la sección (m²)

P: Perímetro mojado (m)

R_h: A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado).

S: Pendiente del fondo (m/m)

N: Coeficiente de rugosidad de Manning

Tabla N°47: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)

TIPO DE CANAL			MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido b. Acero soldado con remaches c. Metal corrugado sub - dren dren para aguas lluvias	0.009 0.010 0.013 0.017 0.021	0.010 0.012 0.016 0.019 0.024	0.013 0.014 0.017 0.021 0.030
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto tubo recto y libre de basuras tubo con curvas, conexiones afinado tubo de alcantarillado con cámaras, entradas. Tubo con moldaje de acero. Tubo de moldaje madera cepillada Tubo con moldaje madera en bruto b. Madera duelas laminada y tratada c. Albañilería de piedra.	0.010 0.011 0.011 0.013 0.012 0.012 0.015 0.010 0.015 0.018	0.011 0.013 0.012 0.015 0.013 0.014 0.017 0.012 0.017 0.025	0.013 0.014 0.014 0.017 0.014 0.016 0.020 0.014 0.020 0.030
B. CANALES REVESTIDOS	B.1 METAL	a. Acero liso sin pintar pintado b. Corrugado	0.011 0.012 0.021	0.012 0.013 0.025	0.014 0.017 0.030
	B.2 NO METÁLICO	a. Madera Sin tratamiento Tratada Planchas b. Concreto afinado con plana afinado con fondo de grava sin afinar excavado en roca de buena calidad excavado en roca descompuesta c. Albañilería piedra con mortero piedra sola	0.010 0.011 0.012 0.011 0.015 0.014 0.017 0.022 0.017 0.023	0.012 0.012 0.015 0.013 0.017 0.017 0.020 0.027 0.025 0.032	0.014 0.015 0.018 0.015 0.020 0.020 0.020 0.030 0.035

Fuente: Manual de carreteras sección “Hidrología, Hidráulica y Drenaje”

Tabla N°48: Valores de K más Usados

Cunetas excavadas en el terreno	K = 33
Cunetas en roca	K = 25
Cunetas de concreto	K = 67

Fuente: Manual de carreteras sección “Hidrología, Hidráulica y Drenaje”

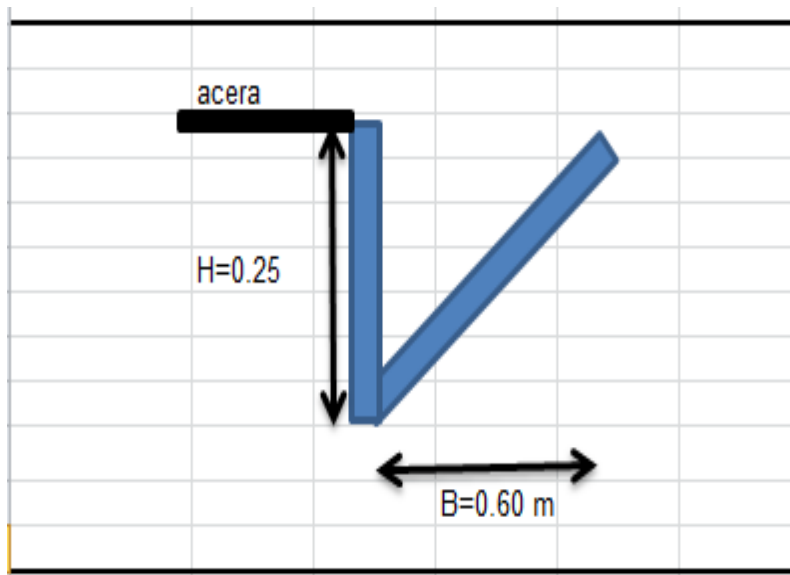
Tabla N°49: Velocidades límites admisibles

TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD LIMITE ADMISIBLE (M/S)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

Fuente: Manual de carreteras sección “Hidrología, Hidráulica y Drenaje”

SECCIÓN DE CUNETAS

Gráfico N°04: Sección de Cunetas



4.5. ESTUDIO DE TRÁFICO

La obtención del presente Estudio de Tráfico Vehicular, se ha realizado con un apropiado cronograma de trabajo, el que comprende de una evaluación y análisis del tráfico de la zona de estudio.

Para el logro del estudio de tráfico

- Desarrollar el Estudio de Tráfico Vehicular de la C.P. Paratushiali. Como parte del estudio básico para el diseño del pavimento para la propuesta técnica.
- Realizar el conteo de los vehículos que transitan por las vías que forman parte del proyecto.
- Determinar los IMDA (Índice Medio Diario Anual) de los vehículos que transitan por dichas calle, para realizar un diseño correcto para definir las estructuras de pavimentación de las vías en estudio.

Características del tramo en estudio

La calle el sol se caracteriza por ser interdistrital ya que conecta el distrito de Satipo con el distrito de rio negro, así mismo transitan una gran variedad y cantidad de vehículos livianos y pesados desde moto lineales hasta camiones.

Las calles adicionales que componen el área urbana es de menor tráfico a comparación de calle el sol.

4.5.1. AV. EL SOL

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

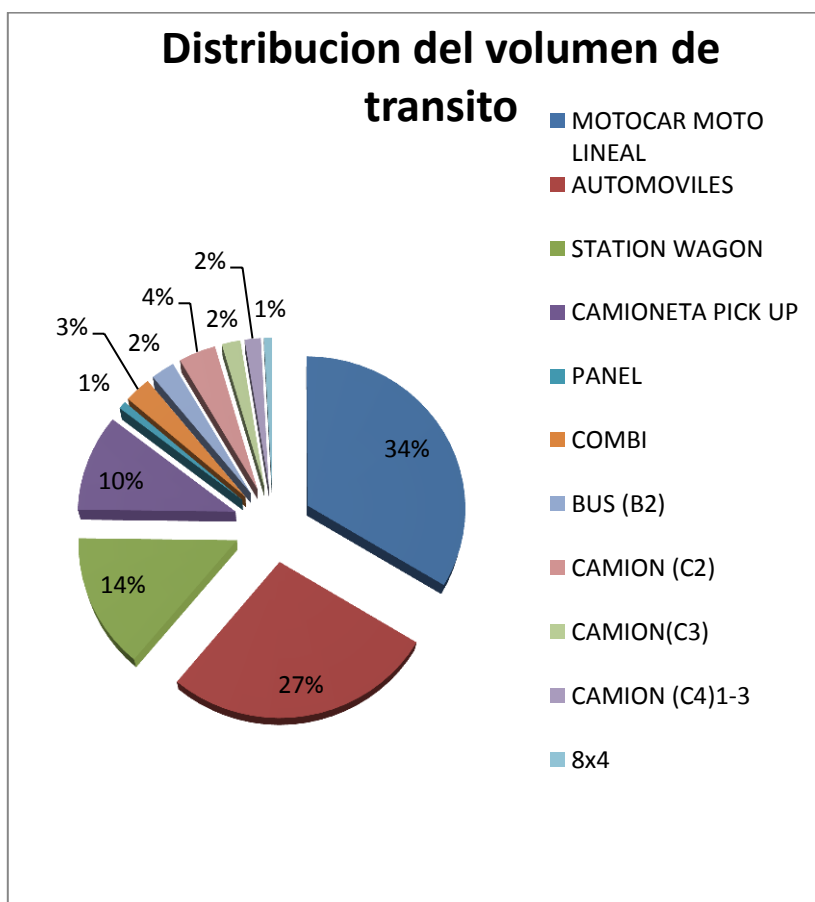
Se muestra la tabla resumen de la cantidad y tipo de vehículos de acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos:

Tabla N°50 Conteo volumétrico del tráfico Av. El Sol

CONFIGURACION VEHICULAR	CANTIDAD DE VEHICULOS
MOTOCAR MOTO LINEAL	121.00
AUTOMOVILES	98.00
STATION WAGON	51.00
CAMIONETA PICK UP	37.00
PANEL	3.00
COMBI	10.00
BUS (B2)	9.00
CAMION (C2)	14.00
CAMION(C3)	7.00
CAMION (C4)1-3	6.00
8x4	3.00

FUENTE: Elaboración propia según Conteo Vehicular.

Gráfico N°05 Distribución De Volumen De Transito Av. El sol



Del gráfico se observa que la mayor cantidad de vehículos que transitan por la zona son motos lineales, automóviles, seguidos sation wagon, camioneta pick up, y luego por camión (C2).

Estimación de transito futuro

Tabla N°51 Tasa De Crecimiento Paratushiali

TASA DE CRECIMIENTO						
Año	Año de Diferencia	Población	Crecimiento Absoluto	Tasa de Crecimiento	Proyección	
1981		298			%	%
1993	12	366	68	1178%	1.73%	0.2
2007	14	563	197	41532%	3.12%	0.1
					3.12%	

FUENTE: INEI 2007 (Crecimiento Poblacional)

Tabla N°52 Proyección Poblacional Anexo De Paratushiali

PROYECCION POBLACIONAL ANEXO PARATUSHIALI	
2007	563
2008	581
2009	599
2010	617
2011	637
2012	657
2013	677
2014	698
2015	720
2016	743

FUENTE: Elaboración Propia en Base al INEI 2007

Número de repeticiones de ejes equivalentes

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderadamente tiene importancia.¹⁸

Si bien el pesaje constituye el medio más preciso para determinar las características de equivalencia del tránsito real con respecto a ejes sencillos de 8.2 ton., lo costoso que resultan estos estudios impiden efectuarlos para todos los diseños de pavimentos que se deban acometer. Por tanto, cuando se deba efectuar un diseño para un tramo de vía en el cual no se tengan datos sobre el pesaje quedan dos alternativas: tomar el valor correspondiente a una vía cerrada del cual se posea dicha información, si se considera que las características del tránsito en los dos tramos es similar; o estimar el factor camión a través de alguna otro procedimiento de tipo empírico.¹⁹

Tabla N°53 Relación De Cargas Por Ejes Para Determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EE8.2Tn)
Eje simple de ruedas simples (EEs1)	$EE_{s1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^{4.1}$
Eje simple de ruedas dobles (EEs2)	$EE_{s2} = \left[\frac{P}{8.2} \right]^{4.1}$
Eje Tándem (1eje ruedas dobles+1eje rueda simple)(EETA1)	$EE_{TA1} = \left[\frac{P}{13.0} \right]^{4.1}$
Eje Tándem (2eje ruedas dobles)(EETA2)	$EE_{TA2} = \left[\frac{P}{13.3} \right]^{4.1}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple)(EETR1)	$EE_{TR1} = \left[\frac{P}{16.6} \right]^{4.1}$
Ejes Tridem(3 ejes de ruedas dobles)(EETR2)	$EE_{TR2} = \left[\frac{P}{17.5} \right]^4$
P=peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras, sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

¹⁸ Ministerio de transportes y comunicaciones (2014) "manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos" Lima: Perú

¹⁹ Alfonso Montejo Fonseca (2006) "ingeniería de pavimentos" editorial Stella Valbuena García: 3era edición, Bogotá Colombia

Tabla N°54 Factor Equivalencia Por Eje Y Factor Camión De Vehículos Existentes En El Tramo De Estudio

TIPO DE VEHICULO	PESO MAXIMO EN (TN)				FACTOR EE			FACTOR CAMION	
	EJE DELANTERO	1 EJE	2 EJE	3 EJE	EJE DELANTERO	1 EJE	2 EJE		3 EJE
MOTOCAR MOTO LINEAL	0.3				0.00000313				0.000003
AUTOMOVILES	7				1.27283418				1.272834
STATION WAGON	7				1.27283418				1.272834
CAMIONETA PICK UP	7				1.27283418				1.272834
PANEL	7				1.27283418				1.272834
COMBI	7				1.27283418				1.272834
BUS (B2)	7	11			1.27283418	3.33482627			4.607660
CAMION (C2)	7	10			1.27283418	2.25612525			3.528959
CAMION(C3)	7	16			1.27283418	2.13353711			3.406371
CAMION (C4)1-3	7	23			1.27283418	3.68535214			4.958186
8X4	7	7	18		1.27283418	1.27283418	3.45800441		6.003673

Fuente: Elaboración propia en base a parámetros del Manual de Carreteras Sección de Suelos, Geología y Pavimentos.

Tabla N°55 Ejes Equivalentes Por Cada Tipo De Vehículo

TIPO DE VEHICULO	IMD	FACTOR DE CARRIL	FACTOR DE DIRECCION	Fvpi	Fpi	EE
MOTOCAR MOTO LINEAL	121.00	0.50	0.50	0.000003	0.47	4.4365E-05
AUTOMOVILES	98.00	0.50	0.50	1.272834	0.94	29.1886334
STATION WAGON	51.00	0.50	0.50	1.272834	0.94	15.1900031
CAMIONETA PICK UP	37.00	0.50	0.50	1.272834	0.94	11.0201983
PANEL	3.00	0.50	0.50	1.272834	0.94	0.89352959
COMBI	10.00	0.50	0.50	1.272834	0.94	2.97843198
BUS (B2)	9.00	0.50	0.50	4.607660	1.08	11.1966149
CAMION (C2)	14.00	0.50	0.50	3.528959	1.01	12.4501688
CAMION(C3)	7.00	0.50	0.50	3.406371	1.14	6.81359417
CAMION (C4)1-3	6.00	0.50	0.50	4.958186	1.21	8.96935905
8X4	3.00	0.50	0.50	6.003673	1.14	5.14664848
TOTAL	359.00					

Fuente: Elaboración propia en base a parámetros del Manual de Carreteras Sección de Suelos, Geología y Pavimentos.

Proyección del índice medio diario anual (IMD):

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.²⁰

²⁰ Ministerio de Transporte y comunicaciones (2014) "manual de carreteras (sección suelos, geología, geotecnia y pavimentos)" Lima - Perú

Ecuación N°09 Transito Projectado al año “n” en veh./día

$$Tn = To(1 + r)^{n-1}$$

Dónde:

Tn = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

To = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del periodo de diseño

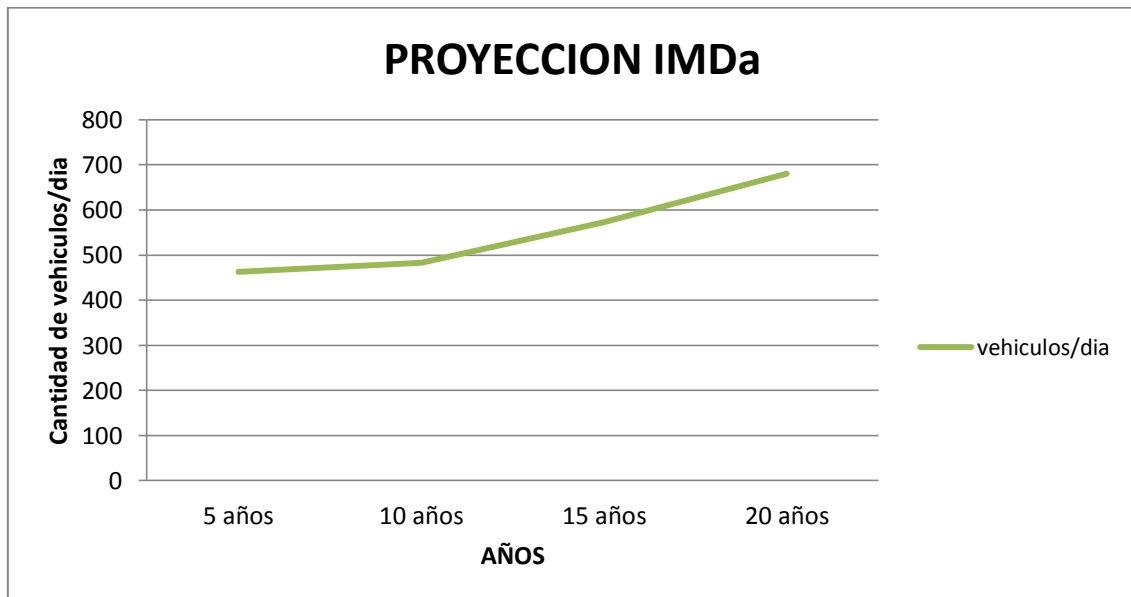
r = Tasa anual de crecimiento del transito

Tabla N°56 Proyección del IMDA en los próximos 20 años av. El sol

n años	vehículos/día
5 años	463
10 años	483
15 años	573
20 años	680

Fuente: Elaboración propia según crecimiento poblacional Paratushiali

Gráfico N°06 Proyección del IMDa en los Próximos 20 años Av. El Sol



Fuente: Elaboración Propia según Tabla N°56

TRÁNSITO DE DISEÑO O NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 Tn.

Una vez obtenido los datos anteriores se procede al cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn. que estará dado por la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos:

Ecuación N°010 Tránsito de Diseño

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

Tabla N°57 Número De Repeticiones De Ejes Equivalentes De 8.2 Tn.

TIPO DE VEHICULO	EE	Fca	Año	Nro de Rep. EE 8.2 t
MOTOCAR MOTO LI	4.43648E-05	27.20	365	0.44046613
AUTOMOVILES	29.18863336	27.20	365	289793.097
STATION WAGON	15.19000308	27.20	365	150810.693
CAMIONETA PICK U	11.02019831	27.20	365	109411.679
PANEL	0.893529593	27.20	365	8871.21725
COMBI	2.978431976	27.20	365	29570.7242
BUS (B2)	11.1966149	27.20	365	111163.194
CAMION (C2)	12.45016885	36.79	365	167185.225
CAMION(C3)	6.813594165	36.79	365	91495.3272
CAMION (C4)1-3	8.969359054	36.79	365	120443.693
8X4	5.146648479	36.79	365	69110.9971
TOTAL				1147856.29

Fuente: Elaboración propia en base a parámetros del Manual de Carreteras
Sección de Suelos, Geología y Pavimentos.

4.5.2. JR. DEL EJÉRCITO – TEODORO FLORES

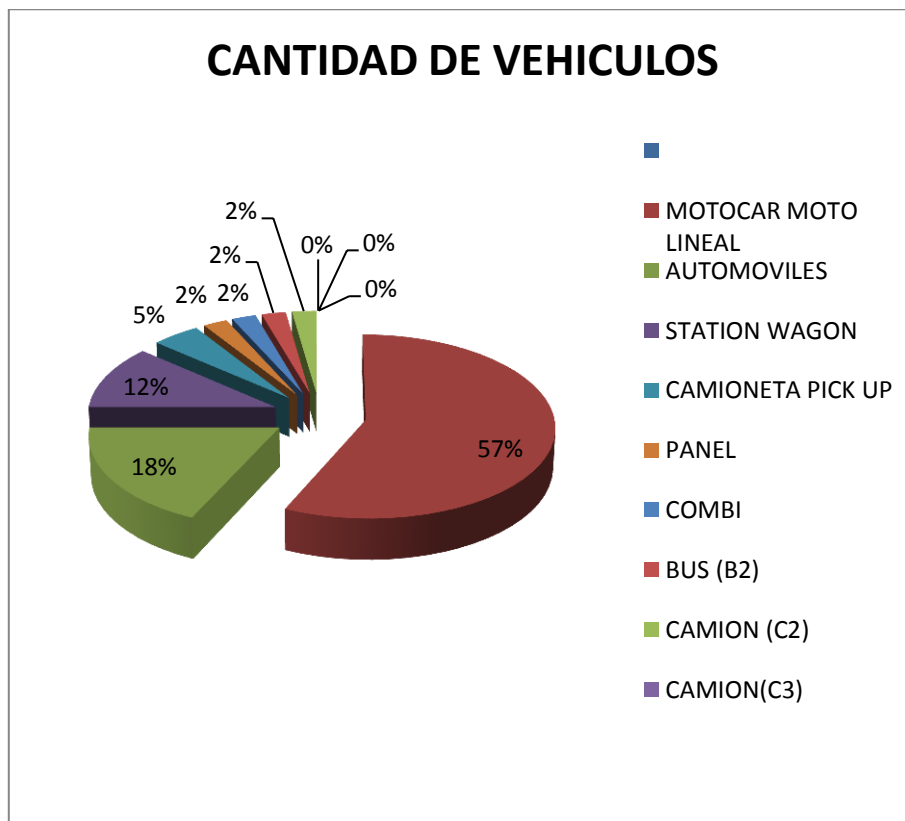
ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

Tabla N°58 Conteo Volumétrico del tráfico Jr. Del Ejército – Teodoro flores

CONFIGURACION VEHICULAR	CANTIDAD DE VEHICULOS
MOTOCAR MOTO LINEAL	25.00
AUTOMOVILES	8.00
STATION WAGON	5.00
CAMIONETA PICK UP	2.00
PANEL	1.00
COMBI	1.00
BUS (B2)	1.00
CAMION (C2)	1.00
CAMION (C3)	0.00
CAMION (C4)	0.00
8X4	0.00
TOTAL	44.00

Fuente: Elaboración propia según Conteo Vehicular

Gráfico N°07 Distribución De Volumen De Tránsito Jr. Del Ejército – Teodoro Flores



Fuente: Elaboración propia según Tabla N°58

Número de repeticiones de ejes equivalentes

Tabla N°59 Ejes Equivalentes Por Cada Tipo De Vehículo Jr. Del Ejército – Teodoro flores

TIPO DE VEHICULO	IMD	FACTOR DE CARRIL	FACTOR DE DIRECCION	Fvpi	Fpi	EE
MOTOCAR MOTO LINEAL	25.00	0.80	1.00	0.000003	0.155	9.7147E-06
AUTOMOVILES	8.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	7.29894031
STATION WAGON	5.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	4.56183769
CAMIONETA PICK UP	2.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	1.82473508
PANEL	1.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	0.91236754
COMBI	1.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	0.91236754
BUS (B2)	1.00	0.80	1.00	4.607660	1.130	4.16532505
CAMION (C2)	1.00	0.80	1.00	3.528959	1.013	2.85986872
CAMION(C3)	0.00	0.80	1.00	3.406371	1.247	0
CAMION (C4)	0.00	0.80	1.00	4.958186	1.364	0
8X4	0.00	0.80	1.00	6.003673	1.247	0
TOTAL	44.00					

Fuente: Elaboración propia en base a parámetros del Manual de Carreteras
Sección de Suelos, Geología y Pavimentos.

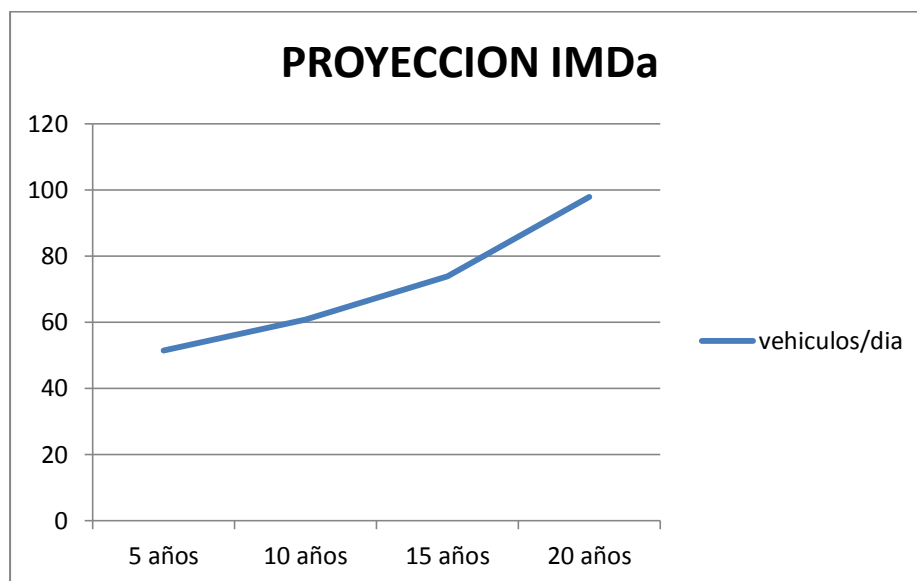
Proyección del índice medio diario anual (IMD):

Tabla N°60 Proyección del IMDA en los próximos 20 años Jr. Del ejército – Teodoro flores

n años	vehículos/día
5 años	51
10 años	61
15 años	74
20 años	98

Fuente: Elaboración propia según crecimiento poblacional Paratushiali

Gráfico N°8 Proyección del IMDa En Los Próximos 20 Años Jr. Del Ejército – Teodoro Flores



FUENTE: Elaboración Propia según Tabla N°60

Tránsito de diseño o número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn:

Tabla N°61 Numero De Repeticiones De Ejes Equivalentes De 8.2 Tn Jr. Del ejército – Teodoro flores

TIPO DE VEHICULO	EE	Fca	Año	Nro de Rep. EE 8.2 t
MOTOCAR MOTO LINEAL	9.71468E-06	27.20	365	0.0964
AUTOMOVILES	7.298940309	27.20	365	72463.8794
STATION WAGON	4.561837693	27.20	365	45289.9246
CAMIONETA PICK UP	1.824735077	27.20	365	18115.9698
PANEL	0.912367539	27.20	365	9057.9849
COMBI	0.912367539	27.20	365	9057.9849
BUS (B2)	4.165325048	27.20	365	41353.3471
CAMION (C2)	2.859868717	36.79	365	38403.3181
CAMION(C3)	0	36.79	365	0.0000
CAMION (C4)	0	36.79	365	0.0000
8X4	0	36.79	365	0.0000
TOTAL				233742.5053

FUENTE: elaboración propia según Tabla N° 59

4.5.3. JR. JUPITER - TEODORO NORIEGA

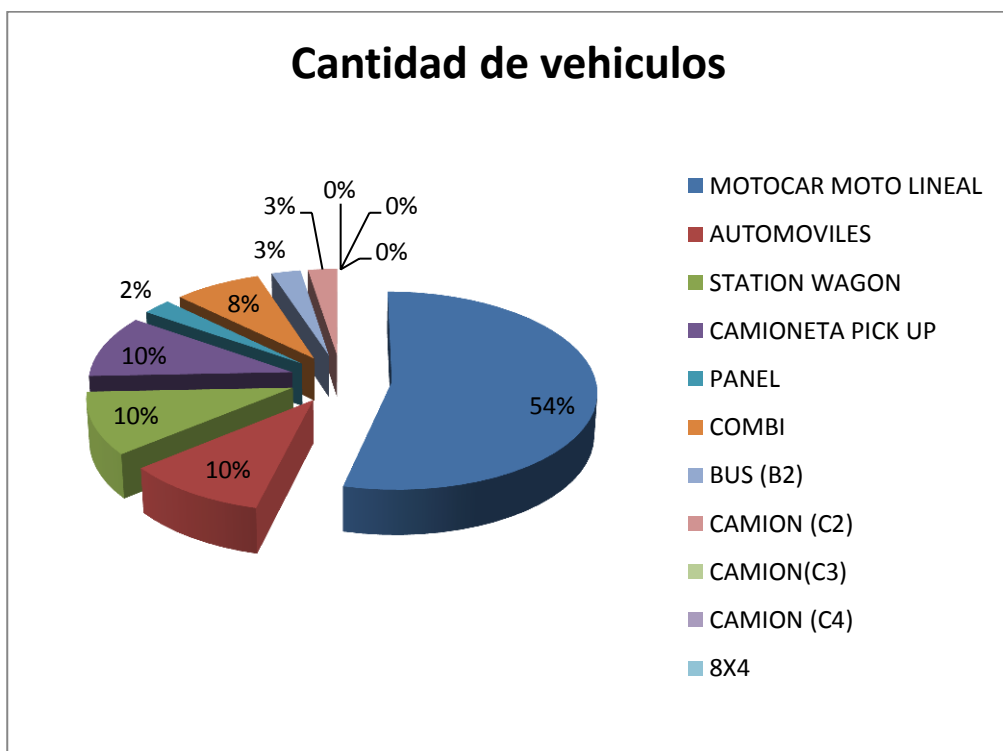
ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

Tabla N°62 Conteo Volumétrico del Tráfico Jr. Júpiter - Teodoro Noriega

CONFIGURACION VEHICULAR	CANTIDAD DE
MOTOCAR MOTO LINEAL	21.00
AUTOMOVILES	4.00
STATION WAGON	4.00
CAMIONETA PICK UP	4.00
PANEL	1.00
COMBI	3.00
BUS (B2)	1.00
CAMION (C2)	1.00
CAMION(C3)	0.00
CAMION (C4)	0.00
8X4	0.00
TOTAL	39.00

Fuente: Elaboración propia según estudio de tráfico (Conteo Vehicular)

Gráfico N°09 Distribución De Volumen De Tránsito Jr. Júpiter - Teodoro Noriega



Fuente: Elaboración propia según Tabla N°62

Número de repeticiones de ejes equivalentes

Tabla N°63 Ejes Equivalentes Por Cada Tipo De Vehículo Jr. Júpiter - Teodoro Noriega

TIPO DE VEHICULO	IMD	FACTOR DE CARRIL	FACTOR DE DIRECCION	Fvpi	Fpi	EE
MOTOCAR MOTO LINEAL	21.00	0.80	1.00	0.000003	0.155	8.1603E-06
AUTOMOVILES	4.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	3.64947015
STATION WAGON	4.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	3.64947015
CAMIONETA PICK UP	4.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	3.64947015
PANEL	1.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	0.91236754
COMBI	3.00	0.80	1.00	1.272834	0.896	2.73710262
BUS (B2)	1.00	0.80	1.00	4.607660	1.130	4.16532505
CAMION (C2)	1.00	0.80	1.00	3.528959	1.013	2.85986872
CAMION (C3)	0.00	0.80	1.00	3.406371	1.247	0
CAMION (C4)	0.00	0.80	1.00	4.958186	1.364	0
8X4	0.00	0.80	1.00	6.003673	1.247	0
TOTAL	39.00					

Fuente: Elaboración propia en base a parámetros del Manual de Carreteras
Sección de Suelos, Geología y Pavimentos.

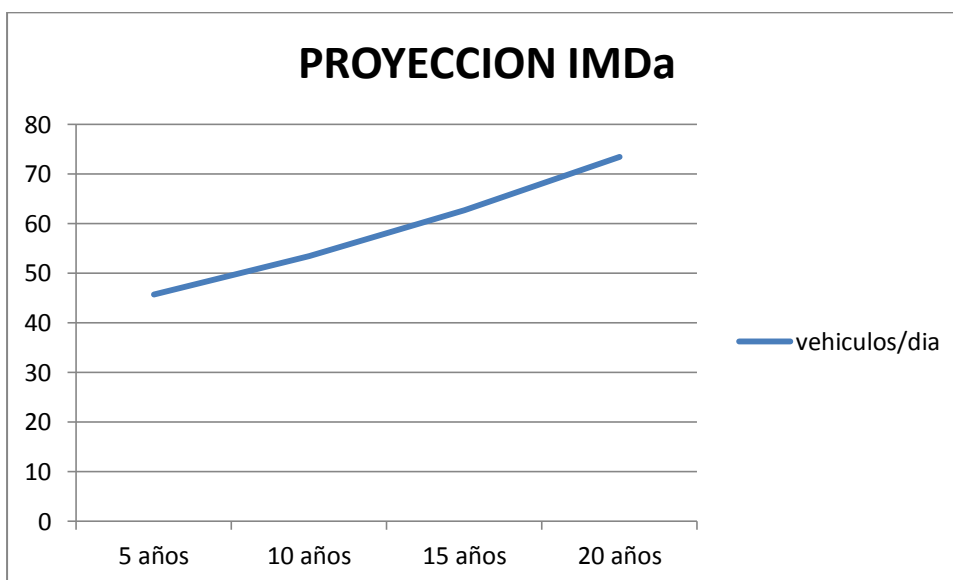
Proyección del índice medio diario anual (IMD):

Tabla N°64 Proyección Del IMDA En Los Próximos 20 Años Jr. Júpiter - Teodoro noriega

n años	vehículos/día
5 años	46
10 años	53
15 años	63
20 años	73

Fuente: Elaboración propia según estudio de tráfico (Conteo vehicular)

Gráfico N°010 Proyección del IMDA en los Próximos 20 Años Jr. Júpiter - Teodoro Noriega



Fuente: Elaboración Propia según Tabla N°64

Tránsito de diseño o número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn

Tabla N°65 Número De Repeticiones De Ejes Equivalentes De 8.2 Tn Jr. Júpiter - Teodoro noriega

TIPO DE VEHICULO	EE	Fca	Año	Nro de Rep. EE 8.2 t
MOTOCAR MOTO LINEAL	8.16034E-06	27.20	365	0.0810
AUTOMOVILES	3.649470154	27.20	365	36231.9397
STATION WAGON	3.649470154	27.20	365	36231.9397
CAMIONETA PICK UP	3.649470154	27.20	365	36231.9397
PANEL	0.912367539	27.20	365	9057.9849
COMBI	2.737102616	27.20	365	27173.9548
BUS (B2)	4.165325048	27.20	365	41353.3471
CAMION (C2)	2.859868717	36.79	365	38403.3181
CAMION(C3)	0	36.79	365	0.0000
CAMION (C4)	0	36.79	365	0.0000
8X4	0	36.79	365	0.0000
TOTAL				224684.5049

Fuente: Elaboración propia según Tabla N°63

4.6. ESTABILIZACIÓN POR SUSTITUCIÓN DE SUELOS

Debido a la sub rasante encontrada en la zona de estudio (Av. El sol) tienen valores de soporte entre $CBR \geq 3\%$ y $CBR < 6\%$ por ende consideradas sub rasantes pobre el manual de carreteras recomienda los siguientes espesores de material a reemplazar:

Tabla N°66 Espesores recomendados para Estabilización por sustitución de suelos

TRÁFICO		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25000	25
25001	75000	30
75001	150000	30
150001	300000	35
300001	500000	40
500001	750000	40
750001	1000000	45
1000001	1500000	55
1500001	3000000	55
3000001	5000000	60
5000001	7500000	60
7500001	10000000	65
10000001	12500000	65
12000001	15000000	65
15000001	20000000	70
20000001	25000000	75
25000001	30000000	75

Fuente: Manual de Carreteras, sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

4.7. DISEÑO DE PAVIMENTO METODO ASSHTO 93

4.7.1. AV. EL SOL

– OBJETIVO DEL DISEÑO

Dotar a la estructura del pavimento de las condiciones mínimas para soportar las cargas vehiculares proyectadas durante

un periodo de diseño de 20 años, utilizando el software de la Ecuación ASSTHO 93.

– **ESPEORES DEL PAVIMENTO**

El diseño del pavimento rígido, se ha efectuado por el Método AASHTO.

– **METODO AASTHO-93**

Para el diseño en Paratushiali, se utiliza el método ASSHTO 93 que es el más utilizado y de mayor satisfacción a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

– **FORMULACIÓN DE DISEÑO**

La ecuación básica de diseño a la que llego AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos para un desarrollo analítico, se encuentra plasmada; también en nomogramas de cálculo, esta esencialmente basada en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que se presenta.

Ecuación N°011 Diseño para Pavimentos Rígidos ASSHTO 93

$$\begin{aligned} \log_{10} W_{82} = Z_R + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{L + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 \\ - 0.32 P_T) \times \log_{10}\left(\frac{M_R C_{dx}(0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 X J(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_C/K)^{0.25}})}\right) \end{aligned}$$

Dónde:

$W_{8.2}$: Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Z_r : Desviación normal estándar.

S_0 : Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pa

imiento.

D : Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

Δ PSI : Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

P_t : índice de serviciabilidad o servicio final.

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

C_d : Coeficiente de drenaje.

J : Coeficiente de transmisión de carga en la juntas.

E_c : Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

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

Datos de entrada:

- Número de ejes equivalentes

Este valor fue determinado en el estudio de tráfico, con ayuda de los factores destructivos, el IMD y la tasa de crecimiento anual. Resultó $1.15E+06$.

- Periodo de diseño

El periodo de diseño para pavimentos rígidos es de 20 años, como lo recomienda el Manual de Carreteras en la sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

- Confiabilidad

La confiabilidad determina la probabilidad de que la estructura del pavimento se comporte satisfactoriamente durante el período de diseño, resistiendo las cargas del tráfico y las condiciones climáticas de la zona. Al decir que se comporte satisfactoriamente, se habla de que mantenga su capacidad estructural, funcional y al mismo tiempo que brinde seguridad y confort al usuario.

La selección de un adecuado nivel de confiabilidad para el diseño depende principalmente del nivel de uso y las consecuencias o riesgos asociados con la construcción de un pavimento de menor espesor.

Según la **C.E 010 NORMA TÉCNICA DE ACERAS Y PAVIMENTOS**, clasifica las vías de urbanas de acuerdo a su funcionalidad en cuatro tipos:

- Expresas.
- Arteriales.
- Colectoras.
- Locales

Tabla N°67 Valores Recomendados De Confiabilidad (R) Y Desviación Estándar Normal (Zr) Para Una Sola Etapa De 20 Años Según Rango De Tráfico

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

Fuente: Manual de Carreteras Sección de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Para un pavimento rígido con ejes equivalentes acumulados, que se encuentra entre 1'000001 a 1'500000, la Tabla N°57 del Manual de Carreteras señala niveles recomendados de 85%.

- Desviación estándar normal

Este valor depende directamente del nivel de confiabilidad elegido. Se obtiene del área de la curva normal estándar.

Para un nivel de confiabilidad de 85%, la desviación estándar es -1.036 según la Tabla N°67.

- Error estándar combinado (So)

El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre $0.30 < So < 0.40$, en el Manual de Carreteras recomiendan un $So = 0.35$.

- Serviciabilidad

Tabla N°68 Índice De Serviciabilidad Final (Pt) Índice De Serviciabilidad Inicial (Pi) Y Diferencia De Serviciabilidad (Δ Psi)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80

Fuente: Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Para para caminos de bajos volúmenes de transito como la de este proyecto el Manual de Carreteras recomienda un valor de serviciabilidad inicial de 4.30 y 2.50.

Por lo tanto, la pérdida de serviciabilidad es la diferencia entre el índice inicial y el final lo que da como resultado 1.80.

- Resistencia a la flexo tracción del concreto.

**Tabla N°69 Valores Recomendados De Resistencia Según Del
Tráfico Según Rango De Tráfico**

Rangos de Tráfico Pesados Expresados en EE	Resistencia Mínima a la flexo tracción del concreto (MR)	Resistencia Mínima Equivalente a la Compresión del Concreto (F'c)
≤ 5000000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 500000 EE ≤ 15000000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15000000 EE	45 kg/cm ²	350kg/cm ²

Fuente: Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Se considera la resistencia a la compresión (f'c) a los 28 días del concreto en el orden de 210 kg/cm, el módulo de ruptura de concreto necesario para el tráfico encontrado en la zona es de 463.7 psi.

- Módulo Elástico del Concreto

Según la Norma Peruana de Concreto Armado, para determinar el módulo de elasticidad del concreto (EC) existe una correlación entre dicho módulo y la resistencia a la compresión. Esta relación es la siguiente:

$$E = 57000X(F' C)^{0.5} \dots\dots\dots(F'c \text{ en PSI})$$

ASTM - 469

Con el valor de resistencia considerado, resulta un módulo de elasticidad de 3503968.23 psi.

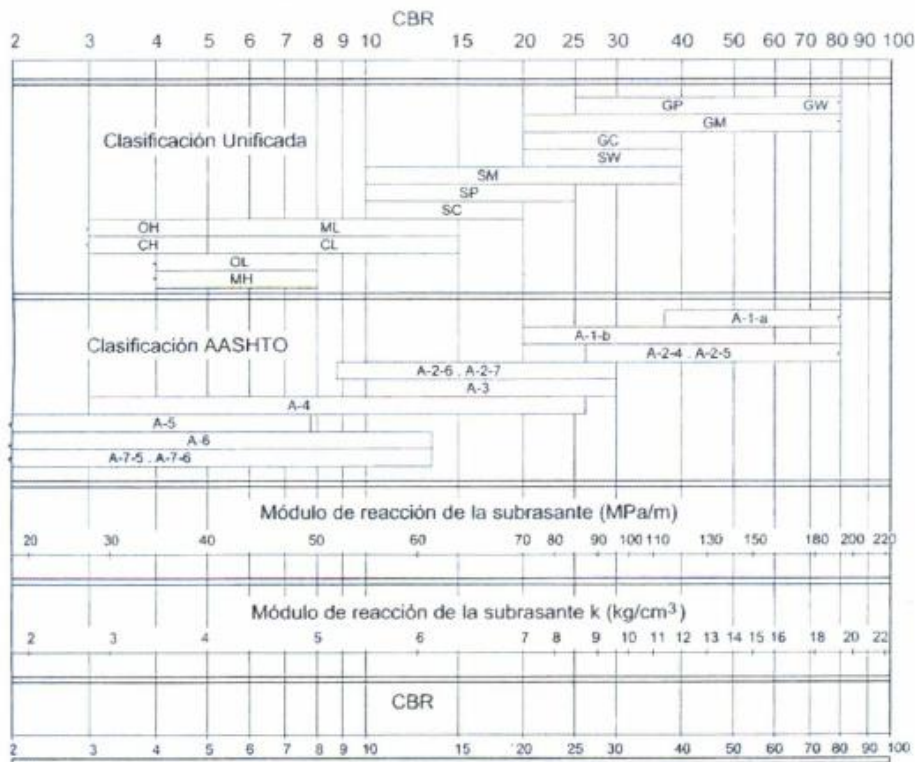
- Módulo de reacción de la subrasante

Se consideran como materiales aptos, para las capas de la sub rasante, suelos con CBR igual o mayor de 6%. Para nuestro caso la subrasante es menor al 6% se requiere la estabilización de suelos por sustitución de suelos con la tabla N° 66 se determina sustitución de suelos de 25 cm según el tráfico que muestra la

zona, y será reemplazado por material de la cantera isla verde, que presenta CBR de al 95% de MDS de 56.30% y al 100% MDS de 85.90%, el cual arroja un módulo de reacción de subrasante con suelo de reemplazo es de 149.154 Mpa/m. 204.96 Mpa

- Módulo de reacción efectiva.

Tabla N°70 Módulo de Reacción de Subrasante



Fuente: Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Se considera un espesor de subbase de 15cm y utilizando la Tabla anterior de la guía de dicha asociación se interpoló y se obtuvo un módulo de reacción efectiva (*K efect.*) de 15.65 Kg/cm3.

Ecuación N°012 Módulo de Reacción Efectiva

$$Kc = [1 + (h/38)^2 x (K_1/k_0)^{2/3}]^{0.5} x k_0$$

Dónde:

K1 (Kg/cm³): Coeficiente de reacción de la subbase granular

Kc (Kg/cm³): Coeficiente de reacción combinado

K0 (Kg/cm³): Coeficiente de reacción de la sub rasante

H : Espesor de la subbase granular

- Coeficiente de transferencia de carga

Tabla N°71 Valores De Coeficiente De Transmisión De Carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRAULICO	
	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
VALORE J	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

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

El coeficiente de transmisión o transferencia de carga (J) cuantifica la habilidad de la estructura del pavimento para distribuir las cargas a través de las discontinuidades como las juntas o grietas.

Este valor depende de si se decide usar pasadores (dowels) o no y del tipo de berma que se construirá.

En este caso se ha decidido utilizar pasadores para procurar mejorar las condiciones de deformación en las juntas. Las bermas serán de concreto Bajo este contexto la AASHTO define un valor de 2.8 para J según tabla N° 71.

- Coeficiente de drenaje

La presencia de agua puede afectar al pavimento, produciendo erosión en el material granular o degradando el material de la carpeta de rodadura por humedad.

Para obtener el coeficiente de drenaje (Cd), se debe contar con dos parámetros: la calidad de drenaje del suelo de la subbase y el porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.

Como el material a utilizar es una grava pobremente gradada, se considerará una calidad de drenaje buena.

Para estimar el segundo parámetro se recurre a las recomendaciones del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Ellos proponen la siguiente fórmula:

Ecuación N°013 Porcentaje de Tiempo En El Pavimento Esta Próximo A La Saturación

$$P = \frac{(S + R)X100}{365}$$

Dónde:

P = Porcentaje de tiempo en que el pavimento está próximo a la saturación

S = Días de traslape entre la época lluviosa y seca

R = Días con lluvia en que el pavimento puede drenar hasta el 85% del estado de saturación en 24 horas o menos.

En el estudio hidrológico se determinó que los días lluviosos eran 20 mientras que los días de traslape entre época lluviosa y seca fueron 10. De este modo aplicando la fórmula señalada líneas arriba, se obtiene un porcentaje de 30%.

Tabla N°72 Coeficiente De Drenaje De Las Capas Granulares Cd

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto e niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25-1.2	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1,10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy Pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Fuente: Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

De acuerdo a la Tabla N°72, para una calidad de drenaje regular, y Como el porcentaje de tiempo que el pavimento está próximo a la saturación fue de 30%, corresponde un valor Cd de 0.90.

Al principio de esta sección se mostró la ecuación de diseño que se emplea en esa metodología, luego se han hallado los valores de cada término justificándose debidamente. El resumen de estos se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N°73 Resumen De Variables De Diseño Con El Método De La AASHTO Para Pavimento Rígido.

Parámetros	Valor	Unidades
Numero de ejes equivalentes(w18)	1.15E+06	ESAL
Periodo de diseño	20	Años
Confiabilidad (R)	85%	
Desviación estándar normal (Zr)	-1.036	
Desviación estándar combinada o total (So)	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial (PSIi)	4.30	
Índice de serviciabilidad final (PSIf)	2.50	
Perdida de serviciabilidad (Δ PSI)	1.80	
Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	210	kg/cm2
Módulo de elasticidad del concreto(Ec)	3.12E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto(S'c)	463.70	psi
CBR de la subrasante	5.60%	
Módulo de reacción de la subrasante (K)	142.60	psi
Módulo de reacción efectivo (Kefect)	152.60	psi
Espesor de la subbase	15.00	cm
Coeficiente de Transferencia (J)	2.80	
Coeficiente de drenaje (Cd)	0.90	

Fuente: Elaboración Propia según tabla N°57 y 29

- Cálculo del espesor de la losa de concreto

Con los datos mostrados en la Tabla N° 73 y utilizando la ecuación AASHTO 93, se obtiene un espesor de 8.2 pulgadas o 20.83 cm.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % $Z_r = -1.037$ So 0.35

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.30 PSI final 2.5

Módulo de reacción de la subrasante
 k 152.6 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) 3122018.58 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 2.8
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) 463.7 Coeficiente de drenaje - (Cd) 0.9

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 = 1147856.29**
 Calcular W18

Espesor de losa (plg)
D = 8.2

Como se mencionó en la sección anterior, para calcular el módulo de reacción efectivo de la subrasante se asume un espesor de subbase de 15 cm, lo que da como resultado un espesor de la losa de concreto de 20.83 cm. Para intentar disminuir el espesor de la losa se puede aumentar el espesor de la subbase, con lo que cambiaría el módulo de reacción efectivo pero todos los demás parámetros se mantendrían constantes.

Tabla N°74 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido.

ALTERNATIVA	ESPESOR
Espesor de subbase (cm)	15
Espesor de losa de concreto (cm)	21

Fuente: Elaboración Propia según Ecuación AASHTO 93 y anexos del Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

4.7.2. AV. TEODORO FLORES

Tabla N°75 Resumen De Variables De Diseño Con El Método de la AASHTO para Pavimento Rígido av. Teodoro flores.

Parámetros	Valor	Unidades
Numero de ejes equivalentes(w18)	2.34E+05	ESAL
Periodo de diseño	20	Años
Confiabilidad (R)	70%	
Desviación estándar normal (Zr)	-0.524	
Desviación estándar combinada o total (So)	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial (PSIi)	4.10	
Índice de serviciabilidad final (PSIf)	2.00	
Perdida de serviciabilidad (Δ PSI)	2.10	
Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	210	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto(Ec)	3.12E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto(S'c)	463.70	psi
CBR de la subrasante	6.20%	
Módulo de reacción de la subrasante (K)	44.15	psi
Módulo de reacción efectivo (Kefect)	51.41	psi
Espesor de la subbase	15.00	cm
Coefficiente de Transferencia (J)	3.80	
Coefficiente de drenaje (Cd)	0.90	

Fuente: Elaboración Propia según Tabla N°61 y 30

- **Cálculo del espesor de la losa de concreto**

Con los datos mostrados en la Tabla N°75 y utilizando la ecuación AASHTO 93, se obtiene un espesor de 6.1 pulgadas o 15.49 cm.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 70 % $Z_r = -0.524$ So 0.35

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.1 PSI final 2

Módulo de reacción de la subrasante
 k 51.41 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) 3122018.58 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 2.8
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) 463.7 Coeficiente de drenaje - (Cd) 0.9

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 =** 233742.51 **D =** 6.1
 Calcular W18

Tabla N°76 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento rígido Av. Teodoro Flores.

ALTERNATIVA	ESPESOR
Espesor de subbase (cm)	15
Espesor de losa de concreto	16

Fuente: Elaboración Propia según Ecuación AASHTO 93 y anexos del Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

4.7.3. CALLE TEODORO NORIEGA

Tabla N°77 Resumen de Variables de diseño con el método de la AASHTO para pavimento rígido Av. Teodoro Noriega.

Parámetros	Valor	Unidades
Numero de ejes equivalentes(w18)	2.25E+05	ESAL
Periodo de diseño	20	Años
Confiabilidad (R)	70%	
Desviación estándar normal (Zr)	-0.524	

Desviación estándar combinada o total (So)	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial (PSIi)	4.10	
Índice de serviciabilidad final (PSIf)	2.00	
Perdida de serviciabilidad (Δ PSI)	2.10	
Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	210	kg/cm2
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	3.12E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto (S'c)	463.70	psi
CBR de la subrasante	6.92%	
Módulo de reacción de la subrasante (K)	46.64	psi
Módulo de reacción efectivo (Kefect)	62.62	psi
Espesor de la subbase	15.00	cm
Coefficiente de Transferencia (J)	2.80	
Coefficiente de drenaje (Cd)	0.90	

Fuente: Elaboración Propia según Tabla N°31 y 65

- **Cálculo del espesor de la losa de concreto**

Con los datos mostrados en la Tabla N°77 y utilizando la ecuación AASHTO 93, se obtiene un espesor de 6.0 pulgadas o 15.24 cm.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % Zr=-0.524 So = 0.35

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4.1 PSI final = 2

Módulo de reacción de la subrasante: k = 62.63 pci

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) = 3122018.58
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) = 463.7
Coefficiente de transmisión de carga - (J) = 2.8
Coefficiente de drenaje - (Cd) = 0.9

Tipo de Análisis: Calcular D **W18 = 224684.5**
 Calcular W18

Espesor de losa (plg): **D = 6.0**

Calcular Salir

Tabla N°78 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Av. Teodoro Flores.

ALTERNATIVA	ESPESOR
Espesor de subbase (cm)	15
Espesor de losa de concreto	16

Fuente: Elaboración Propia según Ecuación AASHTO 93 y anexos del Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

4.7.4. CALLE JUPITER

Tabla N°79 Resumen de Variables de Diseño Con El Método de la AASHTO para pavimento rígido Ca Júpiter.

Parámetros	Valor	Unidades
Numero de ejes equivalentes(w18)	2.25E+05	ESAL
Periodo de diseño	20	Años
Confiabilidad (R)	70%	
Desviación estándar normal (Zr)	-0.524	
Desviación estándar combinada o total (So)	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial (PSIi)	4.10	
Índice de serviciabilidad final (PSIf)	2.00	
Perdida de serviciabilidad (Δ PSI)	2.10	
Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	210	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto(Ec)	3.12E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto(S'c)	463.70	psi
CBR de la subrasante	6.17%	
Módulo de reacción de la subrasante (K)	44.04	psi
Módulo de reacción efectivo (Kefect)	59.75	psi
Espesor de la subbase	15.00	cm
Coefficiente de Transferencia (J)	2.80	
Coefficiente de drenaje (Cd)	0.90	

Fuente: Elaboración Propia según Tabla N° 33 y 65

- **Cálculo del espesor de la losa de concreto**

Con los datos mostrados en la Tabla N°79 y utilizando la ecuación AASHTO 93, se obtiene un espesor de 6.0 pulgadas o 15.24 cm.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 70 % $Z_r = -0.524$ So 0.35

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.1 PSI final 2

Módulo de reacción de la subrasante
 k 59.75 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) 3122018.58 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 2.8
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) 463.7 Coeficiente de drenaje - (Cd) 0.9

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 = 224684.5**
 Calcular W18

Esesor de losa (plg)
D = 6.0

Tabla N°80 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Ca. Júpiter.

ALTERNATIVA	ESPESOR
Esesor de subbase (cm)	15
Esesor de losa de concreto	16

Fuente: Elaboración Propia según Ecuación AASHTO 93 y anexos del Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

4.7.5. CALLE DEL EJÉRCITO

Tabla N°81 Resumen de Variables de Diseño Con El Método De La AASHTO Para Pavimento Rígido Ca. El Ejército.

Parámetros	Valor	Unidades
Numero de ejes equivalentes(w18)	2.34E+05	ESAL
Periodo de diseño	20	Años
Confiabilidad (R)	70%	
Desviación estándar normal (Zr)	-0.524	
Desviación estándar combinada o total (So)	0.35	

Índice de serviciabilidad inicial (PSIi)	4.10	
Índice de serviciabilidad final (PSIf)	2.00	
Perdida de serviciabilidad (Δ PSI)	2.10	
Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	210	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	3.12E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto (S'c)	463.00	psi
CBR de la subrasante	5.60%	
Módulo de reacción de la subrasante (K)	44.33	psi
Módulo de reacción efectivo (Kefect)	51.60	psi
Espesor de la subbase	15.00	cm
Coefficiente de Transferencia (J)	2.80	
Coefficiente de drenaje (Cd)	0.90	

Fuente: Elaboración Propia según Tabla N° 32 y 61

- **Cálculo del espesor de la losa de concreto**

Con los datos mostrados en la Tabla N°81 y utilizando la ecuación AASHTO 93, se obtiene un espesor de 6.1 pulgadas o 15.49 cm.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So): 70 % Zr=-0.524 So = 0.35

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 4.1 PSI final = 2

Módulo de reacción de la subrasante: k = 51.6 pci

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) = 3122018.58 Coeficiente de transmisión de carga - (J) = 2.8

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) = 463.7 Coeficiente de drenaje - (Cd) = 0.9

Tipo de Análisis: Calcular D **W18 = 233742.51** Calcular W18

Espesor de losa (plg): **D = 6.1**

Calcular Salir

Tabla N°82 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Ca. El Ejército.

ALTERNATIVA	ESPESOR
Espesor de subbase (cm)	15
Espesor de losa de concreto	16

Fuente: Elaboración Propia según Ecuación AASHTO 93 y anexos del Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

4.7.6. PSJE. ROSARIO DEL ÁGUILA

Tabla N°83 Resumen de Variables De Diseño Con El Método de la AASHTO Para Pavimento Rígido Psje. Rosario del Águila.

Parámetros	Valor	Unidades
Numero de ejes equivalentes(w18)	2.34E+07	ESAL
Periodo de diseño	20	Años
Confiabilidad (R)	70%	
Desviación estándar normal (Zr)	-0.524	
Desviación estándar combinada o total (So)	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial (PSIi)	4.10	
Índice de serviciabilidad final (PSIf)	2.00	
Perdida de serviciabilidad (ΔPSI)	2.10	
Resistencia a la comprensión del concreto (f'c)	210	kg/cm2
Módulo de elasticidad del concreto(Ec)	3.12E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto(S'c)	569.00	psi
CBR de la subrasante	7.22%	
Módulo de reacción de la subrasante (K)	47.62	psi
Módulo de reacción efectivo (Kefect)	55.09	psi
Espesor de la subbase	15.00	cm
Coefficiente de Transferencia (J)	2.80	
Coefficiente de drenaje (Cd)	0.90	

Fuente: Elaboración Propia según Tabla N°35 y 65

- **Cálculo del espesor de la losa de concreto**

Con los datos mostrados en la Tabla N°83 y utilizando la ecuación AASHTO 93, se obtiene un espesor de 6.1 pulgadas o 15.49 cm.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)
 70 % $Z_r = -0.524$ So 0.35

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.1 PSI final 2

Módulo de reacción de la subrasante
 k 55.09 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) 3122018.58 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 2.8
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) 463.7 Coeficiente de drenaje - (Cd) 0.9

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 = 233742.51**
 Calcular W18

Espesor de losa (plg)
D = 6.1

Tabla N°84 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Psje. Rosario del Águila.

ALTERNATIVA	ESPESOR
Espesor de subbase (cm)	15
Espesor de losa de concreto	16

Fuente: Elaboración Propia según Ecuación AASHTO 93 y anexos del Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

4.7.7. PSJE. HILSER

Tabla N°85 Resumen de Variables de Diseño Con El Método De la AASHTO Para Pavimento Rígido Psje. Hilser

Parámetros	Valor	Unidades
Numero de ejes equivalentes(w18)	2.25E+05	ESAL
Periodo de diseño	20	Años
Confianza (R)	70%	
Desviación estándar normal (Zr)	-0.524	

Desviación estándar combinada o total (So)	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial (PSIi)	4.10	
Índice de serviciabilidad final (PSIf)	2.00	
Perdida de serviciabilidad (Δ PSI)	2.10	
Resistencia a la compresión del concreto (f'c)	210	kg/cm2
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	3.12E+06	psi
Módulo de ruptura del concreto (S'c)	463.70	psi
CBR de la subrasante	8.69%	
Módulo de reacción de la subrasante (K)	51.85	psi
Módulo de reacción efectivo (Kefect)	59.55	psi
Espesor de la subbase	15.00	cm
Coeficiente de Transferencia (J)	2.80	
Coeficiente de drenaje (Cd)	0.90	

Fuente: Elaboración Propia según Tabla N°34 y 61

- **Cálculo del espesor de la losa de concreto**

Con los datos mostrados en la Tabla N°85 y utilizando la ecuación AASHTO 93, se obtiene un espesor de 6.0 pulgadas o 15.24 cm.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface with the following data:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 70 % Zr=-0.524, So = 0.35
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.1, PSI final = 2
- Módulo de reacción de la subrasante:** k = 59.55 pci
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
 - Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): 3122018.58
 - Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): 463.7
 - Coeficiente de transmisión de carga - (J): 2.8
 - Coeficiente de drenaje - (Cd): 0.9
- Tipo de Análisis:** Calcular D, Calcular W18
- W18 =** 224684.5
- Espesor de losa (plg):** D = 6.0

Buttons: Calcular, Salir

Tabla N°86 Espesor Recomendado Para Proceso Constructivo De Pavimento Rígido Psje. Hilser

ALTERNATIVA	ESPESOR
Esesor de subbase (cm)	15
Esesor de losa de concreto	16

Fuente: Elaboración Propia según Ecuación AASHTO 93 y anexos del Manual de carreteras Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

4.7.8. JUNTAS LONGITUDINALES, JUNTAS TRANSVERSALES DOWELLS Y BARRAS DE AMARRE.

4.7.8.1. JUNTAS LONGITUDINALES

a) Juntas longitudinales de contracción

Para nuestra propuesta, se lograra obtener las juntas longitudinales de contracción mediante el corte hasta la tercera parte del espesor de la losa (6.6 cm de profundidad en la calle el Sol y 5 cm las demás calles) según el Manual de Carreteras.

4.7.8.2. JUNTAS TRANSVERSALES

a) Juntas Transversales de contracción

Para nuestra propuesta, las juntas transversales de contracción se lograra mediante el corte hasta la tercera parte del espesor de la losa (6.6 cm de profundidad en la calle el Sol y 5 cm las demás calles) según el Manual de Carreteras.

4.7.8.3. BARRAS DE AMARRE

Tabla N° 87 Diámetros y Longitudes recomendados barras de amarre

ESPESOR DE LOSA (MM)	TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. X LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE	
		3.00 M	3.60 M
150	1.27X66	@76 cm	@76 cm

160	1.27X69	@76 cm	@76 cm
170	1.27X70	@76 cm	@76 cm
180	1.27X71	@76 cm	@76 cm
190	1.27X74	@76 cm	@76 cm
200	1.27X76	@76 cm	@76 cm
210	1.27X78	@76 cm	@76 cm
220	1.27X79	@76 cm	@76 cm
230	1.59X76	@91 cm	@91 cm
240	1.59X79	@91 cm	@91 cm
250	1.59X81	@91 cm	@91 cm
260	1.59X82	@91 cm	@91 cm
270	1.59X84	@91 cm	@91 cm
280	1.59X86	@91 cm	@91 cm
290	1.59X89	@91 cm	@91 cm
300	1.59X91	@91 cm	@91 cm

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

- Para la Av. EL sol, el ministerio de transportes recomienda acero corrugado de ½” con una longitud de 78 cm.
- Para las demás calles se recomienda acero corrugado de ½” con 69 cm de longitud.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La Solución técnica propuesta para el mejoramiento de vías en la zona urbana de Paratushiali distrito y provincia Satipo, fue cumpliendo básicamente normas vigentes en el Perú; así como: AASHTO 93, CE-010 (Reglamento Nacional de Edificaciones), OS-060 (Reglamento Nacional de Edificaciones), EM-2000 y el Manual de Carreteras en la Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; estos a su vez requieren los distintos estudios mostrados capítulo IV, según esto se observa: la AV. El Sol se plantea un pavimento rígido de 0.21 m y una sección de vía de 15.50 m (plano PP-01) en la primera cuadra y de 22.40m para la segunda y tercera cuadra. Para Teodoro Flores 0.16 m de espesor de losa y una sección de vía de 15.40 m (plano PP-02). Para Teodoro Noriega, 0.16m de espesor de losa, con una sección de vía 10.00m (plano PP-03). Para la calle Júpiter 0.16 m y una sección de vía 10.50 (plano PP-04). Para la calle Del Ejército 0.16m de espesor de losa y una sección de vía de 11.70 m (plano PP-05). Para el pasaje Hílser un espesor de losa de 0.16m, con una sección de vía 9.80m (plano PP-06). Para Rosario del Águila un espesor de losa de 0.16 cm con una sección de vía de 7.40m (plano PP-06).

La metodología AASHTO 93, es la más recomendada según el Manual de Carreteras por ello se determinó realizar el diseño de la losa del pavimento rígido basándonos a esta metodología y sus parámetros establecidos, los cuales se calculó con la ayuda de las siguientes variables: periodo de diseño, tráfico, confiabilidad, desviación estándar normal, desviación estándar combinada o total, índice de serviciabilidad inicial, índice de serviciabilidad final, pérdida de serviciabilidad, resistencia a la compresión del concreto, módulo de elasticidad

de concreto, módulo de ruptura del concreto, CBR de la subrasante (k), módulo de reacción efectiva del suelo, coeficiente de transferencia de carga y coeficiente de drenaje.

ESTUDIO DE TRÁFICO

La distribución de vehículos en el IMDa, se observa que la mayoría son vehículos livianos y en menor cantidad los vehículos pesados, La tasa de crecimiento poblacional anual obtenida INEI 2007 dan como resultado un promedio de 3.12% (Tabla N°51), ello está asociado con la tasa de crecimiento de vehículos de pasajeros y el crecimiento económico (PBI) a nivel de la provincia de Satipo es de 6%, esto según el plan de Desarrollo concertado del año 2011 - 2021 de dicha provincia, ello asociado a los vehículos de carga, los cuales son utilizados para el cálculo del factor de crecimiento acumulado que es necesario para el cálculo final del Nrep. De $EE_{8.2Tn}$. (Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn.) (Tabla N°57, 61 y 65).

De la proyección del IMDa de la Av. El Sol, se observa que a cabo de 20 años el tránsito se incrementará 1.89 veces el tráfico inicial (Tabla N° 56); sin embargo para las calles: Teodoro Noriega, Teodoro Flores, Del Ejercito Júpiter y Psje. Rosario del águila se muestra que el tráfico a 20 años se duplica (Tabla N°60 y 64).

De los resultados obtenidos de la tabla N°57, tabla N°61, y tabla N°65, se observa que el número de repeticiones de ejes equivalente de la Av. El sol es mayor a las demás calles, debido a que la Av., el Sol es una vía inter - distrital que une Satipo con Rio Negro caso contrario a los demás, que vienen a ser solo vías urbanas.

ESTUDIO DE SUELOS

El suelo de la subrasante de la Av. El Sol es una arcilla de baja plasticidad, CL o A-6(6), CL o A-6(7), CL o A-6(2) (Tabla N°29). La máxima densidad seca que llega este suelo es 1.75, 1.63 y 1.68 g/cm³ a una humedad

de 18.3%,19.5% y 17.7% (Tabla N°29) respectivamente estos resultados según certificados del laboratorio de suelo.

El suelo de subrasante de la Av. Teodoro Flores son arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, así como también arenas arcillosas SC o A-6(3) y CL o A-6(5) (Tabla N°30). La máxima densidad seca de la Av. Teodoro Flores llega a 1.65 y 1.78 g/cm³ a una humedad de 18.5% y 18% respectivamente (Tabla N°30).

La Subrasante del Jr. Del Ejército y Jr. Júpiter vienen a ser arcillas inorgánicas de baja plasticidad CL o A-4(3), CL o A-6(5) (Tabla N°32), CL o A-6(6), CL o A-6(9) (Tabla N°33). La máxima densidad seca que se presenta en el Jr. Del Ejercito es de 1.65 y 1.68 g/cm³ (Tabla N°32), a una humedad de 18.5% y 18.2% (Tabla N°32); sin embargo, Júpiter da como Máxima Densidad Seca 1.67 y 1.70 g/cm³ (Tabla N°33) a una humedad de 17% y 175% (Tabla N°33).

La subrasante de la Calle Teodoro Noriega y Psje. Rosario del Águila son limos inorgánicos y arena muy finas, polvo de roco, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad, así también como arenas arcillosas SC o A-4(1), ML o A-4(1) (Tabla N°31), ML o A-4(3) y SC (Tabla N°35). Teodoro Noriega llega a la Máxima densidad seca de 1.78 y 1.66 g/cm³ a una humedad de 18% y 17% (Tabla N°31) respectivamente. Para Rosario del águila los estudios arrojan como resultado de máxima densidad seca 1.67 g/cm³ a una humedad de 17.3%. (Tabla N°35).

La subrasante de la Psje. Hilser son arenas arcillosas SC o A-6(3) (Tabla N°34). Este pasaje tiene como Máxima densidad Seca 1.75 g/cm³ a una humedad de 18% (Tabla N°34).

El valor de CBR obtenido del promedio de las tres calicatas existentes en la AV. El Sol es 5% (Tabla N° 29), ya que se debe redondear hacia el número inferior, de lo contrario se le estaría otorgando una mejor capacidad al suelo de la

que realmente tiene, se considera como un material apto para la subrasante mayor o igual 6% (según Manual de Carreteras “Sección de Suelos y Pavimentos” Capítulo IX Estabilización de suelos), para la AV. El sol es menor, por lo cual se plantea el mejoramiento de subrasante por sustitución de suelos, según tabla N°66 que está dada en función al tráfico vehicular; se define 0.25 m de reemplazo con material de la cantera isla verde esta muestra las siguientes propiedades: al 95% un CBR de 56.30 % y al 100% un CBR DE 85,90% (Tabla N°41); sin embargo las demás vías en estudio cuentan con un CBR mayor o igual a 6%, significa que no requerirá un mejoramiento de subrasante.

ESTUDIO HIDROLÓGICO

El clima del lugar del tramo en estudio corresponde a la zona A(r)A'H₄ del mapa de clasificación climática del SENAMHI, el cual selva tropical muy húmeda, clima del tipo muy lluvioso, cálido muy húmedo, con invierno seco y abundante precipitación durante todo el año.

Las máximas temperaturas de la zona se han registrado entre 27°C y 30°C y mínimas se ubican entre 10° y 12°C (Según SENAMHI).

En el gráfico N°02 de las precipitaciones medias mensuales se observa que los meses más lluviosos son Enero y Febrero con 8.682 mm, 10.78 mm respectivamente, estos meses tienen casi 17 y 20 días de lluvia cada uno (Tabla N°43) y la máxima precipitación registrada en los últimos años en la estación Satipo, ha sido de 15.38 mm (Tabla N°44).

ESTUDIO DE CANTERA

El material apropiado para la subbase y subrasante proviene de la cantera Isla Verde que cumple con todos los requerimientos necesarios por las Normas del MTC (Tabla N°41); además se encuentra sólo a 3.5 km del lugar del proyecto por lo que se puede ahorrar en transporte de material; debido a la cercanía de la cantera apropiada a la localización del proyecto entonces el pavimento rígido para Paratushiali es factible.

Para las sub bases de todas las vías en estudio se establece 0.15 cm de espesor según Figura 16.4 y 16.4a del Manual de Carreteras en la “Sección de Suelos y Pavimentos”.

DISEÑO DE PAVIMENTOS

Para el pavimento rígido diseñado con la metodología de la AASHTO 93 se obtienen los espesores de la losa de concreto los cuales varían, es decir para la Av. El Sol se toma 21 cm de espesor (según Software para el cálculo de espesor de losa para pavimentos rígidos) y para las vías Teodoro Noriega, Teodoro Flores, Del Ejército, Júpiter, Psje. Rosario del Águila y Psje. Hilser de 16 cm, esto debido a la obtención de distintos valores en las variables de diseño: el suelo, tráfico, confiabilidad, desviación estándar.

La Av. El Sol presenta una subrasante pobre menor al 6% (tabla N°29) sin embargo las demás vías presentan una subrasante mayor e igual al 6% (tabla N°30, N°31, N°32, N°33, N°34 y N°35), el tráfico de diseño también es una variable que se muestra distinto para cada caso, esto por los tipos de vías existentes en el estudio, se observa que para la Av. El Sol es mayor a las demás vías, con estos distintos resultados de suelos, tráfico y demás variables, se obtiene dos espesores distintos de losa que satisfacen las características encontradas en cada vía para brindar la mejor solución técnica de acuerdo a la normativa vigente para cada caso.

PLANOS

El plano CA-01, muestra la ubicación exacta de los 13 puntos de exploración, donde fueron tomados las muestras de suelos, que posterior sirvieron para el cálculo de la estructura del pavimento.

El plano PG-01, muestra lo que conformará las vías del C.P. Paratushiali, ello presenta pavimento rígido para las 13 cuadras en estudio, áreas verdes, sardineles, cunetas y veredas.

Los planos PP-01, PP-02, PP-03, PP-04, PP-05 Y PP-06 muestran la planta; perfil, donde se da a conocer las elevaciones de la superficie a lo largo de la alineación horizontal, y las secciones de cada una de las cuadras para observar las medidas que componen dicha vía.

CONCLUSIONES

1. La propuesta técnica influirá positivamente para el mejoramiento de vías en la zona urbana, se planteó pavimento rígido para todas las vías en estudio, debido a su excelente durabilidad, estadísticamente se ha demostrado que las carreteras de concreto han soportado hasta tres veces su capacidad de carga de diseño, caso contrario del asfalto que tiene una menor resistencia a eso se añade que los pavimentos flexibles requieren ser conformadas con un mayor número de capas granulares, que necesitan de mayor control técnico en el proceso constructivo esto perjudicial para la propuesta final.
2. La metodología AASHTO 93, es la propuesta para pavimentos rígidos en el Manual de Carreteras y la más utilizada a nivel nacional, mostrando los mejores resultados, debido a que el método impone un nivel de servicio final, que se debe mantener al concluir el periodo de diseño, por lo cual es la metodología utilizada para hallar el espesor de la losa de concreto en la investigación.
3. La estructura de la vía en la Av. El sol es de 21 cm de losa y 15 cm de subbase, con un mejoramiento de sub rasante por sustitución de suelos con un espesor de 25 cm, según se especifica de acuerdo al tráfico y la normativa del Ministerio de transporte en la sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Para las demás vías se toma una losa de 16 cm y sub base de 15 cm.
4. Del estudio de tráfico se concluye que el Índice Medio Diario según tipo de vehículo seleccionado hallado a partir de los datos encontrados en la AV. El Sol es 359 vehículos por día. Por otro lado, el número de ejes equivalentes de diseño es $1.15 \text{ E}+06$. Para las calles Teodoro flores y Jr. Del Ejercito presenta un IMD_{pi} es de 44 vehículos por día y el número de ejes equivalentes de diseño $2.34\text{E}+05$ y para las calles Teodoro Noriega y Jr. Júpiter presenta un IMD_{pi} de 39 vehículos por día y el número de ejes

equivalentes de diseño 2.25E+05.

5. Del estudio de suelos, el caso más crítico se presentó en la AV. El Sol donde se obtuvo que el material de la subrasante era una arcilla de baja plasticidad (CL) según SUCS o A-6 (6), A-6 (2), A-6 (7) según AASHTO, con un índice de plasticidad de 11.8, un porcentaje pasante de la malla -200 de casi 70% y un valor de CBR de diseño calculado por el promedio de las tres calicatas realizadas en la Av. es de 5.6% redondeado al valor inferior 5%.
6. Del estudio pluviométrico se concluye que el área en estudio es selva tropical muy húmeda, clima del tipo muy lluvioso, cálido muy húmedo, con invierno seco y abundante precipitación. Además la temperatura promedio del aire se encuentra entre 10 y 30°C. El mes más lluvioso del año es febrero, donde llueve 20 días del mes. Por otro lado, la precipitación máxima anual registrada fue de 68.18 mm de agua.
7. Del estudio de canteras, la cantera cuyo material cumple las especificaciones es la del Isla Verde tanto para subbase, como para estabilización de suelos por sustitución. En esta cantera la muestra obtenida da los siguientes resultados: al 95% un CBR de 56.30% y al 100% un CBR de 85.90%, LL=20%, IP=2%, pasa por la malla #4 =100% y pasa por la malla #20 = 5.70%.

RECOMENDACIONES

1. Es importante acotar que el diseño de esta tesis se basó en Manual de Carreteras sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos y en la Reglamenteo Nacional de Edificaciones CE-010 para pavimento rígido; sin embargo, la ingeniería vial evoluciona a través del avance de la ciencia y técnica; se recomienda actualizar periódicamente los parámetros normativos que se rigen para los diseños estructurales de pavimentos rígidos y obtener cada vez mejores resultados.
2. A lo largo de la elaboración de la tesis se ha podido constatar el gran número de variables presentes en la metodología de diseño ASSHTO 93 para el pavimento. Se recomienda realizar un análisis de sensibilidad de estas variables podría ayudar a determinar cuáles son las más influyentes y en caso de que falten datos saber cuáles podrían ser asumidos sin afectar significativamente el diseño final.
3. Para la tesis se ha considerado el diseño de un pavimento tradicional, sin embargo existen otros tipos tecnología, se recomienda realizar el diseño con otras tecnologías para comparar resultados; así como la utilización de refuerzo de fibras de acero, que reduciría el espesor de la losa se ahorraría tiempo y costos.
4. El factor de crecimiento del tráfico estimado puede ser en realidad mayor con el paso de los años debido al progreso de nuestro país y a las recientes demandas de transporte por parte del sector, agrícola(café, cacao, plátanos, cítricos etc.), ganadero (vacuno). Es por ello que se recomienda realizar un monitoreo continuo del tráfico y del peso máximo permitido por eje de cada vehículo, de tal manera que se intente no someter al pavimento a una carga mucho mayor a la esperada que pueda traducirse en fallas estructurales.
5. En cuanto a los resultados de los ensayos de CBR que se consideran un poco bajos (menores a 100%), se ha verificado que en la selva peruana y

en otros lugares se han registrado valores similares. No obstante, la obtención de valores bajos del tipo de suelo existente, de la mala ejecución del ensayo o de la interpretación del ingeniero a cargo del ensayo al momento de escoger los valores de carga de penetración de las curvas de penetración. En los primeros instantes del ensayo se puede presentar reacomodo de partículas, lo cual hace que los primeros valores de dicha curva no necesariamente se ajustan al resto de esta. Si es posible, se recomienda repetir los ensayos para verificar los valores obtenidos y descartar la posibilidad de un mal procedimiento, contaminación de la muestra original o toma de muestra no representativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tesis: 2011. **Yonel Henry Pecho** "Pavimentación Y Construcción De Veredas De La Zona Industrial – AA-HH Villa Hermosa Y De La Asociación De Vivienda La Esmeralda Del Distrito De Marcona-Provincia De Nazca": Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica Facultad De Ingeniería Civil; Ica – Perú.
2. Tesis: 2014. **Kimiko Katherine Harumi Rengifo Arakaki**: "Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)"; Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad De Ciencias e Ingeniería. Lima-Peru
3. Tesis: 2013. **Elvis Yonny Reyes Trigos**: "Diseño del Pavimento Rígido en las Vías Urbanas en el Jr. Arzobispo del Valle Cuadras. 8,9 y Jr. Tarapacá Cuadras. 13 y 14, del Provincia de Jauja"; Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería. Huancayo – Peru.
4. Tesis: 2013. **Freddy Antonio Luis Aguilar**: "Construcción De Pavimento Rígido En Los Jirones Alfonso Ugarte Y Bolognesi En El Barrio Conchapata – Provincia De Huamanga – Región Ayacucho"; Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería. Huancayo – Peru.
5. **Ministerio de Economía y Finanzas**. "Guía Simplificada para la identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a nivel de Perfil". (2011). Lima-Perú
6. **John Jairo Agudelo Ospina**. "Diseño Geométrico de Vías". (2002). Medellín-Colombia: 1era Edición
7. **German Vivar Romero**. "Pavimentos" (1980). 1° edición, Centro de Desarrollo Profesional en Ingeniería, Concejo Departamental del CIP, Universidad Peruana Los Andes Huancayo-Perú. Editorial: 1 era Edición.
8. **José Rafael Menéndez Acurio**. "Ingeniería de Pavimentos". (2009).Lima- Perú: Editorial ICG. 1ra Edición
9. **Ministerio de Economía y Finanzas**. "Pautas Metodológicas Para El Desarrollo De Alternativas De Pavimentos En La Formulación Y Evaluación Social De Proyectos De Inversión Pública De Carreteras". (2015):JMD.1era Edición.

10. **Reglamento Nacional de Edificaciones** "C.E.010 – Aceras y Pavimentos" (2010) Lima – Perú
11. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** "Manual de Carreteras: Sección De Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos" (2014)
12. **Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano** "Pavimentos, Materiales, construcción y diseño" (2015) Lima PERU, 1° Edición. Editorial Macro EIRL
13. **Paul Garnica Anguas, José Antonio Gómez López, Jesús Armando Sesma Martínez** "Mecánica de Materiales para Pavimentos" (2002) MEXICO.
14. **Mario Becerra Salas.** "Tópicos de Pavimentos de Concreto Diseño, Construcción y Supervisión" (2012). Lima- Perú
15. **Oscar V. Cordo** (2006) "Diseño de Pavimentos Método AASHTO 93" La Paz – Bolivia
16. **Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano** "Pavimentos, Materiales, Construcción Y Diseño" (2015) Lima PERU, 1° Edición. Editorial Macro EIRL
17. **Ángel Gómez Ramos.** "Pavimentos" (2009). Editorial ICG. 3era. Edición, Lima - Perú.
18. **ANDER, Ezequiel.** "Introducción a la Investigación Pedagógica" (2000). Editorial Interamericana, México.
19. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones.** "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras" EG-2000 (Segunda edic.) Lima: Perú
20. **Alfonso Montejo Fonseca** (2006) "Ingeniería De Pavimentos" Editorial Stella Valbuena García. 3era edición, Bogotá: Colombia

ANEXOS

Anexo N° 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo N° 2. PLANOS

Anexo N° 3. CERTIFICADOS DE ENSAYOS

