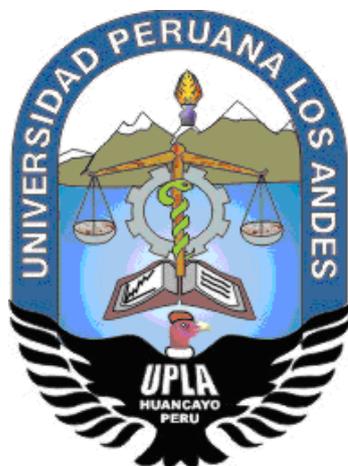


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**RECUPERACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DEL SECTOR DE PAMPA
HUASAHUASI DE LA PROVINCIA DE
CHANCHAMAYO**

PRESENTADO POR:

Bach. Coronel Damián, Flor María

Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ

2022

CONTRATAPA

ING. RANDO PORRAS OLARTE
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a nuestro divino creador, quien me ha otorgado la vida, salud y sabiduría para el logro de mis metas trazadas en esta investigación.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

ING. ERNESTO WILLY GARCIA POMA
JURADO

ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO
JURADO

ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

CONTRATAPA	II
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPITULO I	17
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Justificación	18
1.3.1. Práctica	18
1.3.2. Teórica	18
1.3.3. Metodológica	19
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Espacial	19
1.4.2. Temporal	20
1.4.3. Económica	21
1.5. Limitaciones	21
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos	21
CAPITULO II	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Internacionales	22
2.1.2. Nacionales	24

2.1.3. Locales	26
2.2. Marco conceptual	29
2.2.1. Teorías de la investigación	29
2.2.1.1 Pavimentos.....	29
2.2.1.2 Diseño de pavimentos	32
2.2.1.3 Factores de diseño de pavimentos	35
2.2.1.4 Diseño estructural de pavimentos rígidos	40
2.2.1.5 Juntas en los pavimentos rígidos.....	42
2.2.1.6 Costos de construcción de pavimentos rígidos.....	45
2.3. Marco Normativo	46
2.4. Definición de términos	47
2.5. Hipótesis	52
2.5.1. Hipótesis general.....	52
2.5.2. Hipótesis específicos	53
2.6. Variables	53
2.6.1. Definición conceptual de la variable	53
2.6.2. Definición operacional de la variable	54
2.6.3. Operacionalización de la Variable	54
CAPÍTULO III.....	55
METODOLOGÍA.....	55
3.1. Método de investigación	55
3.2. Tipo de Investigación.....	55
3.3. Nivel de investigación.....	55
3.4. Diseño de investigación.....	56
3.5. Población y muestra	56
3.5.1. Población	56
3.5.2. Muestra	56
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	56
3.7. Procesamiento de la información.....	57
3.8. Técnicas y análisis de datos	58
CAPÍTULO IV	59
RESULTADOS	59
4.1. Presentación de resultados específicos.....	59

CAPÍTULO V	114
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	114
5.1. Discusión de resultados específicos	114
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
ANEXOS.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Categorías de subrasante según CBR.	37
Tabla 2 – Valor Percentil según ESAL.	38
Tabla 3 – Cálculo de módulo resiliente.	38
Tabla 4 – Variables de investigación.....	54
Tabla 5 – Operacionalización de las variables.	54
Tabla 6 – Puntos de control georeferencial calle Maracuyas.	59
Tabla 7 – Puntos de control georeferencial calle José Aguirre Zabal.	60
Tabla 8 – Puntos de control georeferencial psje Los Cocos.....	60
Tabla 9 – Puntos topográficos Jr. Maracuya, Jr. Guanabana y Jr. José Aguirre Zabal.....	68
Tabla 10 – Puntos topográficos Psje Los Olivos.	71
Tabla 11 – Precipitación Máxima 24 Horas - Estación Huasahuasi.....	80
Tabla 12 – Precipitación Máxima 24 Horas - Estación San Ramón.....	80
Tabla 13 – Precipitaciones Máximas en 24 horas para Diferentes Períodos de Retorno – Estación Huasahuasi (2820 msnm).....	82
Tabla 14 – Precipitaciones Máximas en 24 horas para Diferentes Períodos de Retorno – Estación San Ramón (800 msnm).....	82
Tabla 15 – Intensidades Máximas.....	84
Tabla 16 – Coeficiente de Escorrentía C del Método Racional.	85
Tabla 17 – Coeficiente de Escorrentía C.....	85
Tabla 18 – Coeficiente de Escorrentía C.....	86
Tabla 19 – Cálculo de caudales específicos.	86
Tabla 20 – Sectorización de suelo de la subrasante – Jr. Maracuya.....	96
Tabla 21 – Sectorización de suelo de la subrasante – Jr. Guanabana.....	102
Tabla 22 – Hoja de resumen de metrados.	109
Tabla 23 – Costo unitario por partida.	111
Tabla 24 – Presupuesto del puente sobre el rio oso.	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.....	19
Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.	20
Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.	20
Figura 4- Elementos de un pavimento (flexible y rígido).....	30
Figura 5- Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).....	31
Figura 6- Estructura de un pavimento flexible.	33
Figura 7- Estructura de un pavimento rígido.	34
Figura 8- Inicio de trabajo en sector Huasahuasi.	64
Figura 9- Ubicación de BM-01 en la calle Maracuyas.	64
Figura 10- Ubicación de BM-02 en la calle Maracuyas.	65
Figura 11- Ubicación de BM-03 en la intersección calle Maracuyas y la AV: José de Aguirre Zabal.....	65
Figura 12- Ubicación de BM-04 en la Av. José de Aguirre Zabal.	66
Figura 13- Ubicación de BM-05 en la AV: José de Aguirre Zabal.....	66
Figura 14- Inicio de trabajo en el psj: Los Cocos.....	67
Figura 15- Ubicación de BM-01 en el psj Los Cocos.....	67
Figura 16- Ubicación del BM-02 en el Psj Los Cocos.....	68
Figura 17- Clasificación AASTHO y SUCS.	75
Figura 18- Inicio de trabajo de exploración para la calicata, en el sector pampa Huasahuasi.....	76
Figura 19- Inicio de excavación de calicata en el Jr. Maracuya.....	76
Figura 20- Vista de la excavación de la calicata C-01, para extraer muestra del suelo.	77
Figura 21- Vista de la extracción de muestra del suelo en la calicata C-01 del Jr. Maracuya.	77
Figura 22- Vista del trabajo de excavación de calicata, para su respectivo análisis en laboratorio de mecánica de suelos.	78
Figura 23- Vista de la extracción de la muestra 15 kilos, para su respectivo análisis del suelo.	78
Figura 18- Ubicación del conteo vehicular.	89
Figura 25- inicio del conteo vehicular en Jr. Las Guayabas Cuadra.	90

Figura 26- Inicio del conteo vehicular en Jr. Las Guayabas Cuadra.....	91
Figura 27- Conteo vehicular en Calle las Guanábanas Cuadra 1.....	91
Figura 28- Segundo día del Conteo vehicular en Calle las Guanábanas Cuadra 1.	92
Figura 29- Segundo día del Conteo vehicular en Jr. Las Guayabas Cuadra 1.	92
Figura 30- Tercer día del Conteo vehicular en Jr. Las Guayabas Cuadra 1.	93
Figura 31- Tercer día del Conteo vehicular en Calle las Guanábanas Cuadra 1.	93
Figura 32- Variables de diseño - Jr. Maracuya.....	96
Figura 33- Cálculo de ESALS - Jr. Maracuya.....	97
Figura 34- Factores de diseño - Jr. Maracuya.....	97
Figura 35- Cálculo del factor carril - Jr. Maracuya.....	98
Figura 36- Cálculo de la confiabilidad - Jr. Maracuya.....	98
Figura 37- Cálculo del error estándar combinado - Jr. Maracuya.	99
Figura 38- Cálculo de la serviciabilidad - Jr. Maracuya.	99
Figura 39- Cálculo del módulo de ruptura - Jr. Maracuya.....	100
Figura 40- Coeficiente de drenaje - Jr. Maracuya.	100
Figura 41- Coeficiente de transferencia de carga - Jr. Maracuya.	100
Figura 42- Modulo de elasticidad del concreto - Jr. Maracuya.	101
Figura 43- Modulo de reacción de la subrasante - Jr. Maracuya.....	101
Figura 44- Formula para el cálculo del espesor del pavimento - Jr. Maracuya.	101
Figura 45- Espesor del pavimento - Jr. Maracuya.....	102
Figura 46- Variables de diseño - Jr. Guanabana.....	103
Figura 47- Cálculo de ESALS - Jr. Guanabana.....	103
Figura 48- Factores de diseño - Jr. Guanabana.....	104
Figura 49- Cálculo del factor carril - Jr. Guanabana.	104
Figura 50- Cálculo de la confiabilidad - Jr. Guanabana.....	105
Figura 51- Cálculo del error estándar combinado - Jr. Guanabana.	105
Figura 52- Cálculo de la serviciabilidad - Jr. Guanabana.	106
Figura 39- Cálculo del módulo de ruptura - Jr. Guanabana.....	106
Figura 54- Coeficiente de drenaje - Jr. Guanabana.	107
Figura 55- Coeficiente de transferencia de carga - Jr. Guanabana.	107

Figura 56- Modulo de elasticidad del concreto - Jr. Guanabana.	107
Figura 57- Modulo de reacción de la subrasante - Jr. Guanabana.	108
Figura 58- Formula para el cálculo del espesor del pavimento – Jr. Guanabana.	108
Figura 59- Espesor del pavimento – Jr. Guanabana.	108

RESUMEN

La investigación tuvo como problema general: ¿Cuál será la propuesta técnica adecuada para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo?, el objetivo general fue: Elaborar una propuesta técnica adecuada para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo, y la hipótesis general fue: La propuesta técnica para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal influirá positivamente en el mejoramiento de las vías urbanas del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

El método de investigación fue el inductivo, analítico, sintético y sistemático, el tipo de investigación fue aplicado, el nivel de investigación fue descriptivo – explicativo y el diseño de investigación fue no experimental. La población correspondió a la población la red vial del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

La conclusión general fue: la propuesta técnica para para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo, es mediante el desarrollo de la metodología de diseño ASSHTO 93) y tendrá un impacto positivo en el mejoramiento de las vías urbanas.

Palabras claves: Pavimento Rígido, Diseño, Metodología AASTHO - 93.

ABSTRACT

The general problem of the research was: What will be the appropriate technical proposal for the recovery of vehicular and pedestrian trafficability in the Pampa Huasahuasi sector of the Province of Chanchamayo? The general objective was: To prepare an adequate technical proposal for the recovery of the vehicular and pedestrian trafficability of the Pampa Huasahuasi sector of the Chanchamayo Province, and the general hypothesis was: The technical proposal for the recovery of vehicular and pedestrian trafficability will positively influence the improvement of urban roads in the Pampa Huasahuasi sector of the Province of Chanchamayo.

The research method was inductive, analytical, synthetic and systematic, the type of research was applied, the research level was descriptive - explanatory and the research design was non-experimental. The population corresponded to the population of the road network of the Pampa Huasahuasi sector of the Province of Chanchamayo.

The general conclusion was: the technical proposal for the recovery of vehicular and pedestrian traffic of the Pampa Huasahuasi sector of the Province of Chanchamayo, is through the development of the ASSHTO 93 design methodology) and will have a positive impact on the improvement of urban roads.

Keywords: Rigid Pavement, Design, AASTHO - 93 Methodology.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo se desarrolló en plena aplicación al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de la Universidad Peruana Los Andes; se elaboró con mucho beneplácito la investigación titulado “recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la provincia de Chanchamayo”; investigación que establece como propósito fundamental: Elaborar una propuesta técnica adecuada para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

Por su gran rigidez, el pavimento de concreto no necesita capas de elevada capacidad de soporte. Por temas constructivos se necesita una capa entre la explanada y el pavimento para evitar el descalce de este último y con ello garantizar el apoyo continuo, y por ende resulte estable ante los agentes atmosféricos.

Esta investigación de tipología aplicada, considera el nivel descriptivo - explicativo; como diseño de investigación no experimental, y como técnicas de recopilación de data a las fuentes documentales, registros teniendo como instrumentos a las fichas técnicas. Como técnica para el análisis de datos se aplicó la estadística descriptiva el cual nos permitió conocer los resultados.

El trabajo desarrollado y presentado se justifica en razón de ampliar el tema de diseño de pavimentos rígidos, considerando que las recomendaciones buscaran mejorar la utilización de la metodología AASTHO-93 para el diseño de pavimentos rígidos, razón por el que se hace un planteamiento de diseño de pavimentos rígidos, a fin de dar a conocer aquellos factores influyentes en el correcto funcionamiento de los pavimentos rígidos, tomando para el caso de la investigación como referente las calles del Sector de Pampa Huasahuasi del distrito de Chanchamayo, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

Con el diseño del pavimento rígido, se tiene una propuesta de recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi, para ello es importante desarrollar los estudios básicos de ingeniería, elaborar el

planteamiento de diseño del pavimento rígido, así como desarrollar su viabilidad como proyecto a nivel de ejecución mediante el cálculo del costo de construcción.

Para el entendimiento del tema investigado, la tesis se encuentra dividido mediante capítulos, explicándose cada capítulo de una manera directa y concreta en relación al tema investigado.

En el capítulo I, se describe el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones, limitaciones y los objetivos de la investigación.

En el capítulo II, se describe la zona del proyecto, se redacta los antecedentes (internacionales y nacionales), el marco conceptual, la definición de términos, el planteamiento de las hipótesis y la identificación de variables de la investigación.

En el capítulo III, se redacta la metodología aplicada, describiéndose el método, tipo, nivel, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información y técnicas de análisis de datos de la investigación.

En el capítulo IV, se plasma los resultados obtenidos sobre el diseño del pavimento rígido.

En el capítulo V, se da la discusión de los resultados obtenidos sobre el diseño del pavimento rígido, y poder formular las respectivas conclusiones y recomendaciones a la investigación desarrollada, y finalmente redactar las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo de la investigación.

En la parte final de la investigación, se anexan la documentación que sustenta el desarrollo de la investigación.

Bach. Coronel Damián, Flor María.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente se requiere la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi, donde las vías en su mayoría se encuentran sin pavimentación y cuya situación actual se encuentra en malas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal por acción de las lluvias que han originado baches, grietas, ahuellamientos, etc.

El principal motivo que genera esta propuesta de plan de tesis es las condiciones en que actualmente se encuentran las calles y vías del sector de Pampa Huasahuasi las mismas que se encuentran dentro del radio urbano de la Capital dentro de la jurisdicción de la Provincia de Chanchamayo.

Un pavimento es el conjunto de capas entre la subrasante y la superficie de rodamiento que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Dependiendo del tipo de pavimento se clasifica en pavimento asfáltico o flexible y de concreto hidráulico o rígido. Este último en ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa generalmente en las juntas de las losas.

Por lo descrito líneas arriba, el presente plan de tesis titulada “Recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo”, se desarrolla con la finalidad de resolver las inadecuadas condiciones de transitabilidad existentes en la zona de influencia.

1.2. Formulación y sistematización del problema

Ante esta disposición se plantea la siguiente interrogante como problema general:

1.2.1. Problema general

¿Cuál será la propuesta técnica adecuada para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuáles serán los estudios previos a realizar para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo?

b) ¿Cuál será la metodología de diseño para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo?

c) ¿Cuáles serán los costos de construcción para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

Con el desarrollo de la investigación, se determinó una metodología de diseño, calculo y elaboración de un método para poder lograr la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal, mejorando las características actuales y que los usuarios tengan vías vehiculares y peatonales cómodo y seguro.

1.3.2. Teórica

El proyecto propuesto se justifica porque se opta por la mejor solución técnica como alternativa que garantice la recuperación y un adecuado tránsito vehicular y peatonal, todo ello en concordancia con la normatividad vigente, para cumplir con los

objetivos y en beneficio de la población del sector de Pampa Huasahuasi, para un período útil de servicio de 20 años.

1.3.3. Metodológica

La investigación se realizó en el campo, para ello los datos se tomaron en el lugar, para los cálculos a realizar se utilizó el programa excel, para el trabajo teórico el microsoft word, estos datos nos ayudarán a elegir entre el diseño más adecuado para el beneficio de la población del sector de Pampa Huasahuasi.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se realizó en el sector de Pampa Huasahuasi, el cual se encuentra dentro del radio urbano de la capital, dentro de la jurisdicción de la Provincia de Chanchamayo.

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

1.4.2. Temporal

El trabajo de investigación se llevó a cabo en 3 meses, del mes de enero del 2021 hasta el mes de marzo del año 2021

1.4.3. Económica

Los gastos financieros incurridos en la elaboración del presente trabajo de investigación, no fue inconveniente económico alguno.

El gasto mencionado fue asumido en su totalidad por el investigador de la presente tesis.

1.5. Limitaciones

Básicamente la limitación de la investigación se centró en la no accesibilidad a la información del expediente técnico “Construcción de Pavimento y Vereda; Reforestación de Área Verde; Adquisición de Señales de Tráfico; en el (la) Sector Pampa Huasahuasi, Distrito de Chanchamayo - Provincia Chanchamayo, Departamento Junín”.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta técnica adecuada para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Desarrollar los estudios previos para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

b) Aplicar la metodología de diseño para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

c) Determinar los costos de construcción para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Fontalba (2015). En la tesis: “Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector Guacamayo 1° etapa”, para optar el título de Ingeniero Civil en obras Civiles. Universidad Austral de Chile, facultad de ingeniería, “En la presente investigación tiene como objetivo general: Para poder proyectar un pavimento flexible en la Avenida Circunvalación en el sector de Guacamayo en la primera Etapa que está en función a las solicitudes en el tráfico”. “La metodología será de tipo aplicada, con un Nivel Descriptivo y llega a la conclusión de la investigación de la zona a intervenir analizando primeramente la calidad del suelo que fue optima en todo el recorrido presentando un estudio de CBR con una calificación de optima siendo mayor al CBR de diseño”. “Para el sector en el cual hay una presencia de humedades del suelo tratado antes de iniciar una preparación de la subrasante y una posterior pavimentación”. “El tráfico vehicular queda claro un sector de alto flujo de vehículos pesados que proviene de deferentes plantas forestales de la zona. Estos vehículos son los principales causantes del deterioro actual de la vía, por lo que con una estimación y una consideración nos determina un diseño que pueda cumplir unas características de calidad del pavimento”. “En el diseño propiamente planteada son capas de distintas características que nos entregaran una óptima seguridad en el diseño que pueda ser capaz de soportar un alto tráfico dentro de su vida útil”.

Villacis (2014). En la tesis: “Manual práctico de optimización para la revisión de estudios de diseño de pavimentos”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Internacional del Ecuador, facultad

de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Quito, Ecuador. “En la presente investigación tiene como objetivo general: Para poder desarrollar un manual que pueda permitir analizar una carretera u pueda contemplar una información metodológica y sistemática para las labores de una revisión de un estudio de diseño en pavimentos”. “Aplicando una Metodología de tipo aplicada, con un nivel descriptivo y llegando a la conclusión se elabora un resumen de los criterios para un diseño del pavimento flexible, un diseño para pavimentos rígidos y otro diseño para pavimentos articulados de una forma sintética y con una referencia directa pertenecientes a normas para sus diseños”. “Proponiendo un nuevo diseño en obras de pavimentos, con fórmulas que puedan guiar en los diferentes procesos y adicionando así un flujograma que lo que nos indica secuencialmente las diferentes actividades que indica secuencialmente las actividades que deben realizarse en la revisión de estudios para diseños de pavimentos”.

Salamanca y Zuluaga (2014). En la tesis: “Diseño De La Estructura De Pavimento Flexible Por Medio De Los Métodos INVIAS, AASHTO 93 E Instituto Del Asfalto Para La Vía La Ye-Santa Lucia Barranca Lebrija Entre Los Abscisas K19+250 A K25+750 Ubicada En El Departamento Del Cesar”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia, facultad de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. “En la presente investigación tiene como objetivo general: Al diseñar las diferentes estructuras de un pavimento flexible que por medio de un método de INVIAS para los medios y los altos volúmenes de densidad vehicular diseñadas por el método del AASHTO 93 y con un diseño del instituto de asfalto en la vía de La Ye en distrito de Santa Lucia y la Provincia de Barranca de Lebrija con los puntos de las abscisas K19+250 a 25+750 en el departamento del Cesar”. “Con una metodología de tipo Aplicada, nivel descriptivo con una conclusión de que la capacidad portante

de la subrasante que estará apoyada en la estructura del pavimento para las dos condiciones, con un CBR menor al 3% con un alto índice de hinchamiento y un marginal para los tramos de 1,3 y 5 y con un CBR promedio de 95% a una alta densidad mayor de 6% la cual corresponde a los diferentes sectores 2 y 4. Para las estructuras del pavimento están definidas por cada método evaluado la cual se basó en un diseño para una vida útil de 10 años para los pavimentos flexibles o con una equivalencia de que pueda acumular un número de ejes equivalentes de 8.2 ton para el diseño adoptado”.

2.1.2. Nacionales

Pecho (2011). Tesis “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. 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.

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.

Kimiko y Arakaki (2014) Tesis: “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. El objetivo de esta tesis consiste en realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera Panamericana Norte.

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.

Torres (2007), realizó una comparación de los pavimentos flexibles y rígidos, así como detalló los procesos constructivos de estos, el cual comprende varias etapas, como lo son: diseño, ejecución y mantenimiento. En cuanto al análisis de costos de ejecución se

refiere; se analizó mediante dos proyectos de carreteras, actualmente en ejecución tales como la Construcción de carretera ruta RN-13 tramo Génova - Caballo blanco y la Ampliación de la carretera ruta CA-9-Norte tramo Rodriguitos entrada a Palencia, ambos del país de Guatemala, para luego, en base a esto concluir con la mejor opción para la construcción de cada proyecto. Respecto a los resultados, se obtiene que los costos totales para el proyecto de la ruta RN-13 tramo Génova, son de 30'987,400.38 Q para pavimento flexible y 35'562,982.87 Q para pavimento rígido, mientras que para la ruta CA-9-Norte tramo Rodriguitos, los costos son de 47'044.532.94 Q para pavimento flexible y 54'789,236.12 Q para pavimento rígido, los precios son considerados en Quetzales. Por lo tanto, el autor concluye que el costo del pavimento rígido es más alto que el del pavimento flexible; en cuanto a ejecución se refiere. Para ello debe de tomarse en cuenta que se realizó la comparación tomando en consideración los mismos parámetros de diseño, en cuanto a cargas, tipo de sub rasante, especificaciones de materiales y tiempo.

2.1.3. Locales

Reyes (2013). Tesis “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.

Antonio (2013). Tesis “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. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la investigación

2.2.1.1 Pavimentos

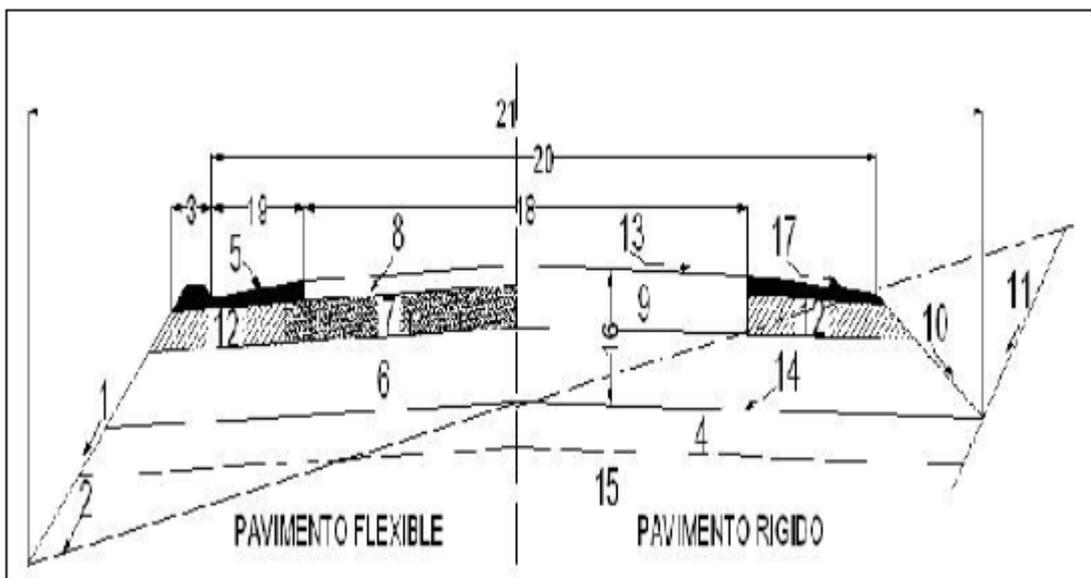
En concepto de pavimentación se puede explicar cómo la acción de proporcionar superficies adecuadas, para el tránsito de vehículos y personas en los espacios (áreas) de circulación de un loteo (calles y pasajes).

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.

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.

Figura 4- Elementos de un pavimento (flexible y rígido).



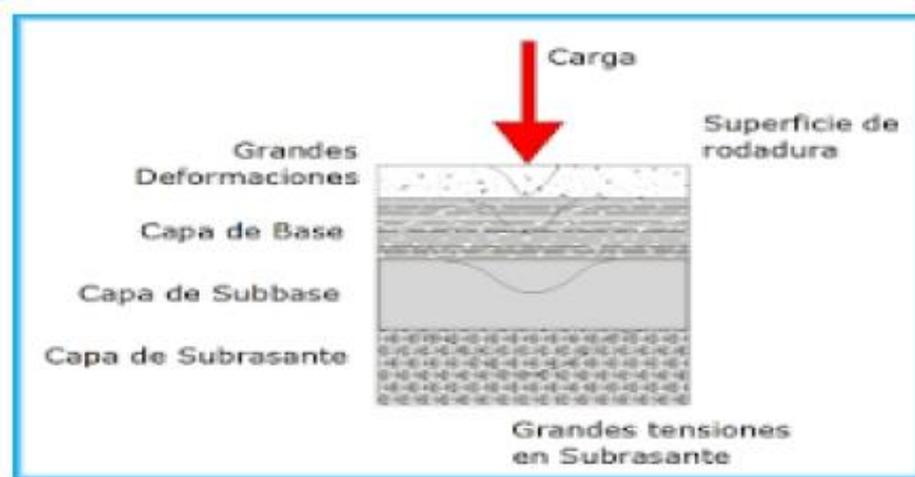
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 04, 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
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 5- Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura N° 05, podemos decir que, un pavimento está formado de arriba hacia abajo por:

- 1.- La superficie de rodadura, que, en el caso de los pavimentos rígidos, es también el principal elemento estructural.

- 2.- La base, que puede ser de agregados aglomerados o sin aglomerar.
- 3.- La sub-base
- 4.- La sub – rasante

2.2.1.2 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.

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.

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.

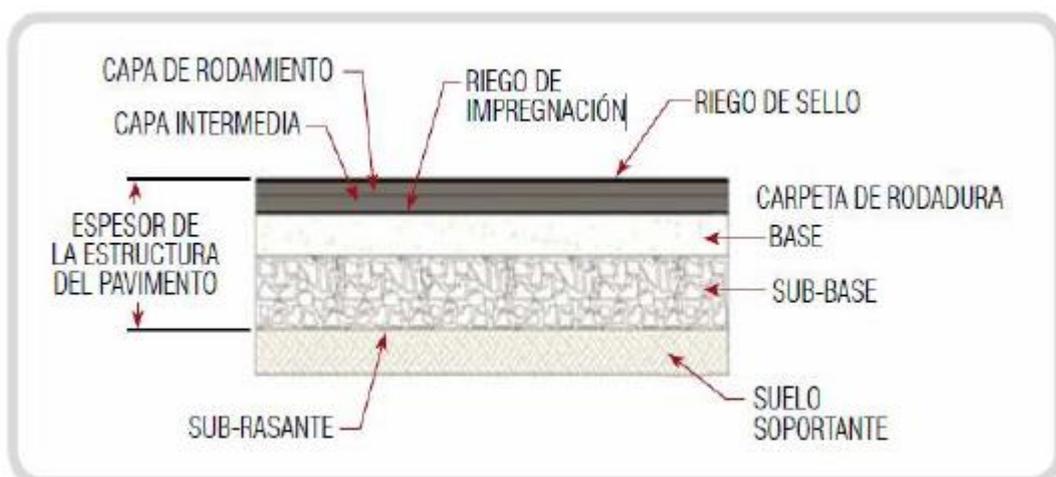
- ✓ Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante.
- ✓ Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos.
- ✓ Limitar el ruido y la contaminación del aire.

Clasificación de pavimentos: Los tipos de pavimentos son los siguientes.

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

1.- 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 6- Estructura de un pavimento flexible.



Fuente: Elaboración propia.

2.- 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.

3.- 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.

4.- 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.

Figura 7- Estructura de un pavimento rígido.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.3 Factores de diseño de pavimentos

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

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.

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.

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 calidad de agua

los análisis físico químicos deben estar enfocados a dichos parámetros.

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 determinará, 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 determinará 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 clasificará en que categoría de subrasante pertenece según el siguiente cuadro:

Tabla 1 – 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 2 – Valor Percentil según ESAL.

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

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Módulo de Resiliencia: Las metodologías actuales de diseño de pavimentos reconocidas por nuestras normas requieren del módulo de resiliencia o módulo re silente; 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 3 – Cálculo de módulo resilente.

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: Elaboración propia.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

2.2.1.4 Diseño estructural de pavimentos rígidos

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.

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:

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

Dónde:

W8.2 : Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Zr : 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.

Procedimiento de diseño: El procedimiento de diseño de un pavimento rígido utilizando el método AASHTO, es el siguiente:

- ✓ Estimar el período de diseño.
- ✓ Estimar el tráfico para el Periodo de diseño (W_{18}).
- ✓ Determinar la confiabilidad R y la desviación estándar total S_0 .
- ✓ Establecer el módulo de reacción efectivo de la subrasante k .
- ✓ Determinar la pérdida de serviciabilidad de diseño.
- ✓ Obtener el espesor de la losa D (ábaco o fórmula).

2.2.1.5 Juntas en los pavimentos rígidos

Según Montejo (2010). En las losas de un pavimento rígido se presentan diversas clases de esfuerzos. Los más elevados son los generados por la circulación de los

vehículos sobre ellas, los cuales se controlan con el correcto diseño del espesor de las losas, con la selección adecuada de la resistencia del concreto y con una calidad en la construcción tal que las propiedades determinadas durante el diseño se cumplan.

Otros esfuerzos generados en el pavimento se deben a los movimientos de contracción o expansión del concreto ya las diferencias en la temperatura, o en la humedad, entre la superficie y el apoyo de la losa. Estos esfuerzos se controlan con una adecuada selección de las dimensiones superficiales de las losas, en otras palabras, diseñando las juntas del pavimento.

Las juntas, transversales y longitudinales, se construyen para impedir que se presente fisuración del pavimento.

Además, los análisis de los esfuerzos generados en las losas, por cargas colocadas en diferentes posiciones, han demostrado que estos son mayores en las cercanías de los bordes de las losas y, aún más en sus esquinas, de lo cual se concluye que las juntas inducen en el pavimento rígido unas zonas de debilidad relativa, por lo que en su concepción se deben diseñar los mecanismos o tomar las precauciones necesarias para mantener su integridad estructural (Montejo, 2010).

Finalidad de las juntas:

a) Por requisitos de construcción. Lo más frecuente es construir los pavimentos rígidos por carriles, generándose juntas longitudinales, con una separación determinada mediante un diseño realizado con criterios técnicos.

Además de la junta longitudinal descrita, se presentan juntas de construcción transversales, cuando se

suspenden las labores de colocación del concreto, bien sea por la finalización de la jornada laboral, por alguna interrupción en el suministro del material o por averías en alguno de los equipos empleados para su producción, transporte o colocación.

Pero esta interrupción debe ser tan larga como para que el concreto ya colocado haya alcanzado su fraguado final. El tiempo en que esto sucede depende de las propiedades del concreto, del empleo o no de aditivos retardantes y de las condiciones climáticas (Montejo, 2010).

b) Retracción del concreto. El concreto al endurecer ocupa menos volumen que cuando está fresco, debido fundamentalmente a las reacciones de hidratación que ocurren durante el fraguado y, en forma secundaria, al enfriamiento producido por el desprendimiento de calor originado en dicha reacción.

La retracción lineal de un elemento de concreto es tanto mayor cuanto menor sea la relación entre su volumen y su área superficial; en el caso de las losas de un pavimento esta relación es muy pequeña, debido al bajo espesor de ellas comparado con su superficie y, por lo tanto, se presenta una retracción longitudinal considerable (Montejo, 2010).

c) Dilatación térmica. El aumento de temperatura en el concreto ocasiona, en ausencia de restricciones, un incremento en su volumen; y por ser las losas del pavimento elementos de poco espesor en relación con su área superficial, este aumento de volumen es más notorio en su dimensión longitudinal. Si existe confinamiento (es decir, si se impide el aumento de longitud), se introducen

necesariamente esfuerzos de compresión, los cuales, aunque son bien resistidos por el concreto, tienen efectos secundarios perjudiciales, como producir alabeo en las placas e introducir esfuerzos en las estructuras colocadas dentro del pavimento (tapas de alcantarillas, por ejemplo) o colindantes con él (puente, intersecciones con otras vías, etc.) (Montejo, 2010).

d) La aparición de fisuras. Por alabeo tienen su origen cuando el concreto ha endurecido, y se somete a los cambios diarios de las condiciones climáticas, entonces se inducen esfuerzos debido a los gradientes de humedad y temperatura. En su día caluroso, la superficie del pavimento tiene mayor temperatura que su apoyo, obligando a las losas a levantarse en el centro y apoyarse en los extremos, lo que produce esfuerzos que pueden generar nuevas fisuras; en la noche, el fenómeno se invierte y los esfuerzos de tracción se desarrollan en la cara inferiores del pavimento.

Para minimizar el efecto de la dilatación térmica de las losas de concreto se han desarrollado las “juntas de Expansión”, que son discontinuidades transversales en las losas, con una separación suficiente como para permitir el movimiento longitudinal de éstas (Montejo, 2010).

2.2.1.6 Costos de construcción de pavimentos rígidos

La elaboración de los costos es uno de los factores más importantes que se debe tener en cuenta en la construcción de obras, con la finalidad de saber el precio total de una obra, el cual es producto de la sumatoria de distintos ítems componentes del presupuesto total de obra. Es indispensables realizar el análisis de precios

unitarios de cada una de las actividades con sus incidencias directas e indirectas. Costos y Presupuestos de Edificación (CAPECO).

Sus incidencias directas e indirectas. Costos y Presupuestos de Edificación (CAPECO).

Costos directos: El costo directo se conforma de tres componentes que dependen del tipo de actividad que se está realizando el costo. La estructura que tienen los Costos Unitarios en cada Ítem de construcción, está conformada por:

- ✓ Materiales e Insumos
- ✓ Mano de Obra.
- ✓ Maquinaria y Equipo

Costos indirectos: Los costos indirectos son los gastos que por su naturaleza son de aplicación a las obras ejecutadas en un tiempo determinado, comprendiéndose dentro de los siguientes aspectos:

- ✓ Beneficios Sociales y de Trabajo.
- ✓ Amortización o alquiler de maquinaria, equipo y herramientas.
- ✓ Gastos generales.

2.3. Marco Normativo

Para el desarrollo de la investigación, se tuvo en cuenta las siguientes normas de diseño.

Norma CE.010 – Pavimentos Urbanos: La presente se denomina Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos, tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos,

desde los puntos de vista de la Mecánica de Suelos y de la Ingeniería de Pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio.

La presente Norma tiene su ámbito de aplicación circunscrito al límite urbano de todas las ciudades del Perú.

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de pavimentos urbanos en general, excepto donde ésta indique lo contrario.

2.4. Definición de términos

Base: Capa generalmente granular, aunque también podría ser de suelo estabilizado, de concreto asfáltico, ó de concreto hidráulico. Su función principal es servir como elemento estructural de los pavimentos, aunque en algunos casos puede servir también como capa drenante. Norma, CE.010. (2010).

2. Capa Asfáltica de Superficie: Es la capa superior de un pavimento asfáltico, llamada también Capa de Desgaste o Capa de Rodadura. Norma, CE.010. (2010).

3. Capa de Base Asfáltica: Es una capa estructural de algunos pavimentos flexibles compuesta de agregados minerales unidos con productos asfálticos. También conocida como Base Negra. Norma, CE.010. (2010).

4. Capa de Sub-Rasante: Porción superior del terreno natural en corte o porción superior del relleno, de 20 cm de espesor compactado en

vías locales y colectoras y de 30 cm de espesor compactado en vías arteriales y expresas. Norma, CE.010. (2010).

5. **Coeficiente de Capa (ai):** Número expresado en unidades de 1/pulg, o 1/cm, que representa la resistencia relativa de los materiales de construcción, que forman parte del pavimento. Norma, CE.010. (2010).
6. **Coeficientes de Drenaje Cd y mi:** Son los parámetros que representan en la metodología AASHTO de 1993 a las características de drenabilidad de un material granular empleado como base o sub-base y se expresan como Cd para pavimentos rígidos y como mi para pavimentos flexibles y cuyo valor depende del tiempo en que estos materiales se encuentran expuestos a niveles de humedad cercana a la saturación y del tiempo en que drena el agua. Norma, CE.010. (2010).
7. **ESALS de Diseño:** Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el Período de Diseño. El procedimiento usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un número de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje esperada sobre la vía durante el período de diseño, en un número de cargas por eje estándar, sumándolas luego. Norma, CE.010. (2010).
8. **Espesor de Diseño:** Es el espesor de cada capa del pavimento, determinado en el diseño. Norma, CE.010. (2010).
9. **Espesor Efectivo:** El espesor efectivo de cada capa de un pavimento existente se calcula multiplicando su espesor real por los

correspondientes factores de conversión, según el método de diseño. Norma, CE.010. (2010).

10. Estructura del Pavimento Asfáltico: Pavimento con todas sus capas de mezclas asfálticas, o de una combinación de capas asfálticas y base granulares, colocadas encima de la sub-rasante natural o estabilizada. Norma, CE.010. (2010).

11. Estudio de Cargas: Es un estudio para determinar el peso transportado por cada eje y el número de ejes para cada tipo de camiones pesados. Norma, CE.010. (2010).

12. Factor Camión: Es el número de aplicaciones de cargas por eje simple equivalentes a 80 kN, producidas por una pasada de un vehículo cualquiera del Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Los Factores Camión pueden aplicarse a vehículos de un solo tipo o clase o a un grupo de vehículos de diferentes tipos. Norma, CE.010. (2010).

13. Factor de Equivalencia de Carga: Es un factor utilizado para convertir las aplicaciones de cargas por eje de cualquier magnitud, a un número de cargas por eje simple equivalentes a 80 kN. Norma, CE.010. (2010).

14. Imprimación Asfáltica: Asfalto diluido, aplicado con un rociador de boquilla que permita una distribución uniforme sobre la Base Granular para impermeabilizarla y lograr su adherencia con la Capa Asfáltica de Superficie. Norma, CE.010. (2010).

15. Índice de Serviciabilidad Final (pt): Se establece como la condición de la superficie del pavimento que no cumple con las expectativas de

comodidad y seguridad exigidas por el usuario y corresponde al valor más bajo antes de que sea necesario rehabilitar o reconstruir un pavimento. Norma, CE.010. (2010).

16. Índice de Serviciabilidad Inicial (po): Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. Norma, CE.010. (2010).

17. Módulo de Resiliencia o Módulo Resiliente (Mr): Es una medida de la propiedad elástica del suelo, reconociéndole ciertas características no lineales. El módulo de resiliencia se puede usar directamente en el diseño de pavimentos flexibles, pero debe convertirse a módulo de reacción de la sub-rasante (valor k), para el diseño de pavimentos rígidos o compuestos. Norma, CE.010. (2010).

18. Módulo de Rotura (MR): Es una medida de la resistencia a la tracción por flexión del concreto. Se determina mediante el ensayo ASTM C78 de la viga cargada en los tercios. Norma, CE.010. (2010).

19. Nivel de Servicio PSI: Es un parámetro que califica la serviciabilidad de una vía. Norma, CE.010. (2010).

20. Número Estructural (SN): Es un número adimensional abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento, requerida para un número de combinaciones de soporte del suelo (MR), ESALs, Δ PSI, y mi. El SN requerido puede ser convertido a espesores reales de carpeta de rodadura base y sub-base, por medio de coeficientes de capa apropiados que representan la resistencia relativa de los materiales de construcción. Norma, CE.010. (2010).

21.Pavimento: Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías. Norma, CE.010. (2010).

22.Pavimentos Flexibles (Pavimentos Asfálticos): Clasificación por comportamiento de los pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades (concreto asfáltica mezcla en caliente, concreto asfáltico mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micropavimento, etc.), compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. El pavimento asfáltico de espesor total (full-depth®), es el nombre patentado por el Instituto del Asfalto, para referirse a los pavimentos de concreto asfáltico construidos directamente sobre la sub-rasante. Norma, CE.010. (2010).

23.Pavimentos Semi Flexibles (Intertrabados): Pavimento cuya capa de rodadura estuvo tradicionalmente conformada por unidades de piedra, madera o arcilla cocida. En la actualidad se utilizan unidades de concreto colocadas sobre una capa de arena, rellenando los espacios entre ellas con arena, para proveerles de trabazón. De la misma manera que los pavimentos asfálticos tienen una base y además pueden tener una sub-base. Su comportamiento se puede considerar como semi-flexible. Norma, CE.010. (2010).

24. Pavimentos Rígidos (De Concreto Hidráulico): Clasificación por comportamiento de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc.). Norma, CE.010. (2010).

25. Pérdida de Serviciabilidad (Δ PSI): Es el cambio en la serviciabilidad de una vía durante el período de diseño y se define como la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (p_o) y final (p_t). Norma, CE.010. (2010).

26. Período de Diseño: Es el tiempo, normalmente expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento. Norma, CE.010. (2010).

27. Rasante: Es el nivel superior del pavimento terminado. La Línea de Rasante se ubica en el eje de la vía. Norma, CE.010. (2010).

28. Serviciabilidad: Habilidad de un pavimento para servir a los tipos de solicitaciones (estáticas o dinámicas) para los que han sido diseñados. Norma, CE.010. (2010).

29. Sub-Rasante: Es el nivel inferior del pavimento paralelo a la rasante. Norma, CE.010. (2010).

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

La propuesta técnica para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal influirá positivamente en el mejoramiento de las vías urbanas del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

2.5.2. Hipótesis específicos

- a) Los estudios previos para la recuperación de de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo son; estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico y estudio topográfico.
- b) La metodología adecuada para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo; será AASHTO 93 (Guide for the Design of Pavement Structures de 1993) para pavimentos rígidos.
- c) El costo de construcción para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo, garantiza la viabilidad del proyecto.

2.6. Variables

2.6.1. Definición conceptual de la variable

Se considera variable a aquella que presenta una característica, cualidad o propiedad sobre un fenómeno o hecho que tiende a variar y que puede ser medido y/o evaluado.

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 Chanchamayo.

X = Recuperación de transitabilidad vehicular y peatonal.

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.

2.6.2. Definición operacional de la variable

Para la investigación se ha considerado las siguientes variables:

Tabla 4 – Variables de investigación.

Variable Independiente	Variable Dependiente
Propuesta Técnica con pavimento rígido	Recuperación de transitabilidad vehicular y peatonal

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 5 – Operacionalización de las variables.

VARIABLES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Propuesta Técnica con pavimento rígido	<ul style="list-style-type: none"> 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 Chanchamayo. 	Adimensional
Recuperación de transitabilidad vehicular y peatonal	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	Adimensional

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Método 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 fue: Deductivo, inductivo, analítico, sintético y sistemático.

Método específico: El método específico utilizado para el diseño del pavimento rígido fue AASHTO 93.

3.2. 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 fue de tipo: APLICADA.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue 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.

3.4. Diseño de 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.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La aplicación del trabajo de investigación tuvo como población la red vial del sector de Pampa Huasahuasi de la Provincia de Chanchamayo.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestra es NO ALEATORIO, conformado por la vía local que comprende el sector de Pampa Huasahuasi: Urbanización Pampa Huasahuasi, Asentamiento Humano Los Piñales, Lotización San Juan El Progreso, Asentamiento Humano Los Limones, Asentamiento Humano Los Limones II Etapa, Asentamiento Humano Las Flores, Junta de Compradores Lotización San Felipe, Asociación Pro Vivienda José Carlos Mariátegui, Asentamiento Humano Miguel Grau, Asentamiento Humano Sr. De Muruguay y Lotización Mauricio Yurivilca.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la elaboración del proyecto de investigación se tuvo en cuenta lo siguiente:

Fuentes de información: Las fuentes de información fueron fuentes primarias (del lugar de origen), proporcionado por los pobladores del Sector de Pampa Huasahuasi - Chanchamayo.

El estudio se amplió con las recomendaciones de los autores y su punto de vista, de estudios de ingeniería que sirvió para obtener una idea clara de los alcances de los objetivos.

Durante la investigación se buscó información de diseño de pavimentos rígidos, el cual demostraría los hechos y realidades que ocurren actualmente, también se recolecto datos de antecedentes de investigación los cuales son complementos para el sustento de la investigación.

Técnicas: Primeramente, se tuvo en cuenta el análisis documental, para lo cual se consideró las fichas bibliográficas, fichas de resumen, fichas de párrafo; el cual sirvió para estructurar el marco teórico referencial y conceptual de la presente investigación.

La observación: La técnica de la observación se aplicó durante los estudios topográficos, estudios de suelos y estudio hidrológico en las calles del sector de Pampa Huasahuasi - Chanchamayo.

3.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información, se tuvo en cuenta lo siguiente programas:

Microsoft Excel: Para exportar cuadros y datos estadísticos de los resultados, diseño del pavimento rígido y datos obtenidos.

Microsoft Word: Para la elaboración de la parte descriptiva de las fichas de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en campo y de los ensayos realizados.

AutoCAD: Para establecer la localización, delimitación, puntos de investigación y área de influencia del proyecto.

S-10: Para determinar el costo del proceso constructivo del pavimento rígido.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para la elaboración y procesamiento de los datos se emplearon programas como autocad, hojas Excel, Word y costos y presupuestos - S10, los que sirvieron para ordenar los datos obtenidos a fin de realizar las interpretaciones y estas se puede apreciar en los anexos respectivos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

A) Estudios previos para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi:

- **Estudio topográfico:** El estudio topográfico que es el conjunto de procedimientos para determinar 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).

Levantamiento topográfico: 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.

Puntos de georreferenciación: 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 georreferencial establecidas son:

Tabla 6 – Puntos de control georreferencial calle Maracuyas.

ESTE	NORTE	COTA	BM
463519.33	8777470.18	744.364	01
8777423.34	463548.95	742.675	02

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 – Puntos de control geo referencial calle José Aguirre Zabal.

ESTE	NORTE	COTA	BM
463583.08	8777381.78	742.854	03
463548.95	8777426.58	742.675	04
463672.75	8777445.93	745.012	05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 – Puntos de control geo referencial psje Los Cocos.

ESTE	NORTE	COTA	BM
463793.3030	8777470.0240	749.10	01
463804.3320	8777430.8780	748.84	02

Fuente: Elaboración propia.

Los puntos de control se encuentran instalados con marcas imborrables realizados con un taladro y clavos ubicados en el pavimento del instituto, para ser conservados y no ser dañados por el personal ni la maquinaria durante la ejecución de la Obra.

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.

Levantamiento planímetro: Para trabajos de planimetría o en el levantamiento planimétrico, debido a las características propias de los proyectos 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.

Debido a la precisión del equipo de 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 aledaños 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 diferencial de precisión para poder definir dos puntos exactos de levantamiento.

Levantamiento altimétrico (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.

Plan de trabajo: La ejecución de los trabajos topográficos ha comprendido las siguientes etapas:

- Etapa Preliminar.
- Etapa de Trabajo de Campo.
- Etapa de Gabinete.

1.- Etapa preliminar: Esta etapa ha comprendido los siguientes trabajos preliminares:

a.- Recopilación de información existente: En esta etapa se han obtenido:

- Carta Nacional a Escala 1: 100,000 del Instituto Geográfico Nacional.
- Planos existentes de la zona otorgada por la localidad.
- Planos de lotización
- Croquis elaborado inicialmente por el equipo técnico consultor.

b.- Reconocimiento del terreno: El suelo de la vía en estudio está constituido por la clasificación SUCS, como con diversos índices.

- Como sub rasante es regular.

2.- Etapa de trabajo de campo: La toma de detalles y rellenos topográficos se realizó con (02) equipo un GPS GARMIN MONTANA 680 y una ESTACION TOTAL por el método de radiación, a partir de los vértices de la poligonal de apoyo o de los vértices auxiliares establecidos para tal efecto. Se tomaron todos los detalles planimétricos existentes dentro del área establecida, así como un número conveniente de puntos de relleno que permitan una perfecta definición del relieve del terreno.

Procedimiento:

- Verificación de calibración de equipo.
- Estacionamiento del equipo en base a los vértices de la poligonal.
- Toma de datos en la estación.

- Dibujo de fichas topográficas de campo por el libretista de la cuadrilla.
- Cierre del trabajo diario en un vértice de la poligonal.

3.- Etapa de gabinete: Toda la información tomada en el campo fue transferida del GPS y la Estación Total a una PC.

El procesamiento de toda la información de campo se realizará con el Software de Topografía AUTOCAD CIVIL 3D 2020.

Procedimiento: Al finalizar el procesamiento de datos se procedió a digitalizar las poligonales en AUTOCAD CIVIL 3D 2020.

Se digitalizó el manzaneo, se dibujaron los buzones y los ejes de la línea de desagüe y todos los detalles que se especifican en el plano topográfico para posteriormente generar los perfiles para su respectivo diseño.

- Bajada de datos a una PC.
- 1ra. Verificación de puntos por el Topógrafo.
- Traslado de información al técnico en AUTOCAD CIVIL 3D 2020.
- Procesamiento, generación de bordes y curvas, verificación y depuración por parte del Cadista.
- Verificación en gabinete y campo de los resultados obtenidos por parte del Jefe de Topografía.
- Integración de la información diaria a la base de levantamiento.

Las fases de medición angular y medición de distancias de poligonales constituyen la operación fundamental en un estudio topográfico. En la actualidad se definen las tolerancias en relación con la precisión de cada equipo, estas son definidas en las especificaciones técnicas que se deducen de las pruebas realizadas por el fabricante de acuerdo a normas internacionales tales como la ISO 17123. Sin embargo, las tolerancias necesarias deberán ser producto de la necesidad del trabajo de ingeniería a realizar.

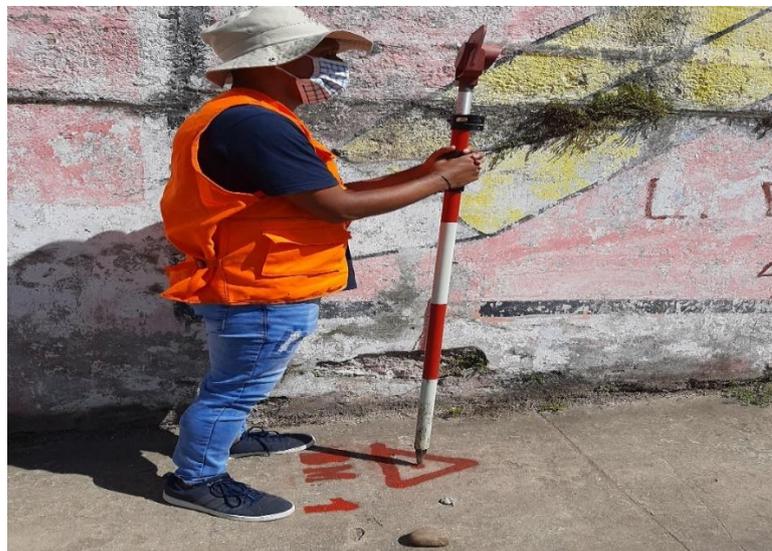
En el trabajo que se llevó a cabo en El distrito de CHANCHAMAYO (sector Pampa Huasahuasi), se ha tomado como opción combinar poligonales abiertas y cerradas de acuerdo a la mayor facilidad e importancia del levantamiento. Se ha establecido como puntos para amarrar una poligonal abierta principal que consta de 5 puntos (denominados BM1, BM2, BM3, BM4 Y BM5) Y 2 puntos en psj: Los Cocos (BM1, BM2) de que se han establecidos con ESTACIÓN TOTAL.

Figura 8- Inicio de trabajo en sector Huasahuasi.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9- Ubicación de BM-01 en la calle Maracuyás.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10- Ubicación de BM-02 en la calle Maracuyas.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11- Ubicación de BM-03 en la intersección calle Maracuyas y la AV:
José de Aguirre Zabal.**



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12- Ubicación de BM-04 en la Av. José de Aguirre Zabal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13- Ubicación de BM-05 en la AV: José de Aguirre Zabal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14- Inicio de trabajo en el psj: Los Cocos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15- Ubicación de BM-01 en el psj Los Cocos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16- Ubicación del BM-02 en el Psj Los Cocos.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 – Puntos topográficos Jr. Maracuya, Jr. Guanabana y Jr. José Aguirre Zabal.

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	8777476	463520	746	E-1
2	8777474.4	463516.23	746.121	MZ
3	8777475.06	463513.97	746.321	MZ
4	8777475.75	463514.64	746.401	PL
5	8777478.5	463527.89	745.987	MZ
6	8777481.64	463529.72	745.351	MZ
7	8777477.19	463528.42	745.678	V
8	8777476.09	463527.12	745.523	V
9	8777480.02	463525.47	745.348	V
10	8777480.78	463525.34	745.359	V
11	8777485.17	463527.76	745.276	V
12	8777483.33	463528.56	745.251	V
13	8777486.82	463527.28	745.012	CANAL
14	8777489.37	463525.66	746.325	CANAL
15	8777478.7	463509.06	746.532	CANAL
16	8777480.94	463506.45	746.635	CANAL
17	8777474.5	463528.99	745.025	PL
18	8777468.85	463530.29	744.895	TN
19	8777459.22	463539.74	744.521	PL
20	8777453.77	463536.75	744.657	TN
21	8777459.62	463526.4	744.214	V
22	8777459.19	463525.73	744.321	V
23	8777472.48	463518.36	744.435	V

24	8777472.19	463517.61	744.862	V
25	8777467.04	463521.32	744.215	CAJA
26	8777455.12	463528.87	743.621	CAJA
27	8777442.69	463537.25	743.296	CAJA
28	8777431.62	463550.4	743.689	TN
29	8777434.52	463555.12	744.356	PL
30	8777421.61	463549.46	743.121	CAJA
31	8777410.41	463557.46	742.657	CAJA
32	8777397.86	463578.55	742.121	MZ
33	8777399.96	463576.31	742.354	PL
34	8777397.33	463572.02	742.634	TN
35	8777392.91	463567.41	742.897	MZ
36	8777470.18	463519.33	744.364	BM-1
37	8777423.34	463548.95	742.675	BM-2
38	8777394.38	463577.15	742.212	E-2
39	8777381.78	463583.08	742.854	BM-3
40	8777391.69	463568.18	742.671	V
41	8777388.91	463578.03	742.756	BZ
42	8777396.67	463579.39	742.121	CUNETA
43	8777396.55	463579.47	742.124	CUNETA
44	8777395.38	463580.16	742.621	V
45	8777383.37	463591.27	742.012	V
46	8777394.54	463613.01	742.864	MZ
47	8777396.49	463621.7	743.234	MZ
48	8777398.22	463623.29	742.584	V
49	8777399.62	463622.32	742.453	CUNETA
50	8777399.87	463622.16	742.534	V
51	8777413.42	463615.48	743.213	V
52	8777418.12	463617.65	743.678	BZ
53	8777413.49	463609.13	743.541	TN
54	8777407.19	463596.3	743.631	TN
55	8777403.1	463588.8	742.684	TN
56	8777424.14	463627.5	743.789	INGRESO
57	8777426.21	463631.51	744.12	INGRESO
58	8777424.8	463632.57	743.654	V
59	8777423.04	463633.96	743.459	V
60	8777409.31	463644.32	743.639	PL
61	8777420.9	463664.67	744.231	V
62	8777433.1	463654.05	743.654	V
63	8777434.82	463650.81	744.121	CAJA
64	8777426.58	463635.14	744.248	BM-4
65	8777445.93	463672.75	745.012	BM-5
66	8777452.11	463684.19	744.123	E-3
67	8777449.03	463675.98	745.321	MZ
68	8777449.9	463677.44	745.121	V

69	8777449.66	463677.04	745.012	RAMPA
70	8777450.02	463676.59	745.121	RAMPA
71	8777450.37	463677.19	745.031	RAMPA
72	8777447.39	463676.95	744.876	V
73	8777446.26	463673.27	745.234	PL
74	8777446.65	463677.38	743.897	CUNETA
75	8777445.32	463678.17	744.856	V
76	8777430.98	463684.81	745.211	MZ
77	8777436.5	463695.45	745.132	MZ
78	8777440.53	463698.48	745.321	MZ
79	8777442.12	463697.38	744.865	V
80	8777441.95	463697.49	744.785	CUNETA
81	8777452.69	463691.41	745.321	V
82	8777455.36	463689.9	745.536	MZ
83	8777444.36	463687.74	744.356	BZ
84	8777454.31	463686.78	745.231	MZ
85	8777454.96	463686.37	745.354	PL
86	8777455.47	463680.47	745.657	TN
87	8777460.42	463674.98	745.789	TN
88	8777467.58	463666.13	746.123	INGRESO
89	8777469.33	463665.17	746.324	INGRESO
90	8777471.85	463664.57	746.541	CAJA
91	8777473.7	463662.88	746.623	INGRESO
92	8777475.43	463661.88	746.635	INGRESO
93	8777507.85	463644.62	746.897	MZ
94	8777508.59	463646.15	746.631	V
95	8777508.74	463646.63	746.521	V
96	8777510.01	463645.79	746.523	RAMPA
97	8777509.58	463645.21	746.634	RAMPA
98	8777510	463644.83	746.638	RAMPA
99	8777511.75	463641.92	746.584	V
100	8777518.12	463641.52	746.895	V
101	8777514.03	463641.14	746.879	CANAL
102	8777520.01	463652.47	746.236	V
103	8777517.77	463653.97	746.135	CANAL
104	8777509.88	463651.36	746.235	TN
105	8777511.01	463656.63	746.256	MZ
106	8777504.01	463658.64	746.245	PL
107	8777500.82	463660.41	746.325	CAJA
108	8777491.24	463661.59	745.869	TN
109	8777478.26	463673.3	745.768	CAJA
110	8777469.24	463675.8	745.658	TN
111	8777465.56	463680.02	745.452	CAJA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 – Puntos topográficos Psje Los Olivos.

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	8777475	463792	749	E-1
2	8777481.892	463788.191	749.05	canal
3	8777482.173	463788.133	748.965	canal
4	8777482.869	463790.49	748.964	canal
5	8777482.582	463790.578	748.963	canal
6	8777480.436	463791.099	749.101	MZ
7	8777479.777	463788.993	749.092	MZ
8	8777479.926	463789.692	749.073	V
9	8777465.353	463794.152	749.063	V
10	8777465.093	463793.452	749.082	V
11	8777457.782	463796.444	748.957	POZO
12	8777453.186	463797.643	749.01	V
13	8777453.053	463797.147	749.046	V
14	8777462.042	463796.139	749.015	L
15	8777461.162	463794.926	748.997	CAJA
16	8777463.811	463794.102	748.987	CAJA
17	8777455.831	463797.454	748.87	PL
18	8777450.321	463798.197	748.823	CAJA
19	8777451.703	463799.199	748.781	CAJA
20	8777446.775	463799.745	748.869	TN
21	8777446.597	463799.053	748.892	CAJA
22	8777445.919	463800.803	748.836	CAJA
23	8777442.88	463802.021	748.895	CAJA
24	8777445.344	463799.8003	748.885	V
25	8777443.926	463800.232	748.882	CAJA
26	8777437.986	463801.884	748.102	V
27	8777434.601	463802.974	748.82	V
28	8777434.004	463804.247	748.709	CAJA
29	8777430.878	463804.332	748.836	BM-2
30	8777430.755	463803.655	748.835	CAJA
31	8777429.73	463804.197	748.832	CAJA
32	8777429.792	463805.962	748.654	L
33	8777427.351	463806.734	748.692	L
34	8777425.009	463805.341	748.831	V
35	8777427.704	463805.315	748.824	V
36	8777427.109	463804.73	748.832	V
37	8777423.201	463806.143	748.823	CAJA
38	8777421.222	463806.464	748.831	CAJA
39	8777417.119	463808.023	748.635	CAJA
40	8777415.841	463808.416	748.628	CAJA
41	8777414.99	463810.248	748.291	CAJA
42	8777411.919	463810.344	748.221	PL
43	8777411.587	463809.796	748.456	CAJA

44	8777400.98	463812.455	748.267	MZ
45	8777401.395	463813.476	748.214	TN
46	8777421	463806.04	748.48	V
47	8777470.024	463793.303	749.008	BM-1

Fuente: Elaboración propia.

- **Estudio de mecánica de suelos:** El presente estudio tuvo por objeto determinar las principales características de la estructura del terreno para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi de la provincia de Chanchamayo, investigando las condiciones actuales del suelo adyacente al trazo de la vía, en concordancia con el diseño geométrico de las rasantes establecidas en el proyecto; con el fin de realizar el diseño adecuado de la estructura con fines de pavimentación.

Los criterios adoptados para el estudio de pavimentación del firme, así como para el diseño y especificaciones técnicas de construcción, se ha hecho teniendo en cuenta las condiciones portantes del suelo las incidencias de las cargas y volúmenes de tránsito.

El programa seguido para la realización de estudio fue el siguiente:

- Estudio de suelos.
- Distribución y ejecución de calicatas.
- Metodología de estudio.
- Extracción de muestras disturbadas.
- Trabajo de laboratorio.
- Ensayos de laboratorio.
- Preparación para subrasante.
- Descripción del perfil estratigráfico.
- Registro de excavación y perfil estratigráfico.

En el estudio de suelos se hizo investigaciones de campo a lo largo de la subrasante del trazo y en los depositos de materiales de

construcción, luego se procedió a la ejecución de los ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas en el campo.

Y finalmente se realizaron las labores de gabinete para consignar en forma gráfica y escrita los resultados del estudio.

1.- Metodología del estudio: Se describe seguidamente el plan desarrollado en cada una de las etapas antes señaladas.

Trabajo de campo: Con el objeto de investigar las características de las capas de los suelos de la sub rasante de la vía en estudio, se llevaron a cabo 01 pozo exploratorio promedio de 1.50m de profundidad con separaciones en cada cambio litológico.

El método de ejecución de los sondeos fue el de pozos a cielo abierto: Calicatas (test pist), de donde se obtuvieron muestras representativas de las capas de suelos de la sub rasante y de las canteras de materiales de construcción.

Las muestras de los suelos fueron obtenidas mediante una tarjeta con la indicación de la ubicación, número de pozo, número de muestra y profundidad colocadas en bolsas de polietileno para ser remitidas al laboratorio.

Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro en el que se anotó el espesor de cada una de las capas, así mismo se verificó la profundidad de la napa freática.

Trabajo de laboratorio: Estudio realizado en el laboratorio de muestras de suelos, fueron clasificados mediante los ensayos en los sistemas AASTHO y ASTM D-2488 "Práctica recomendada para descripción de los suelos", a las muestras representativas seleccionadas se le efectuaron los siguientes ensayos:

a) Análisis granulométrico: Se realizaron análisis granulométricos por tamizado con la serie americana de tamices de

acuerdo a los especificado en la norma ASTM D-422, la fraccion mayor de la malla n°200 se determino según las normas.

b) Limites de atterberg: Se efectuaron pruebas de limite liquido y limite plastico con las pasante de la malla n°40 de acuerdo con las normas D-424 respectivamente, con los valores obtenidos se calculo el indice plastico.

c) Ensayos de compactación: Con el objeto de determinar la maxima densidad y optima humedad de las muestras de los suelos correspondientes, se realizaron ensayos de proctor modificado según las normas de ASTM D-1557.

2.- Trabajo de gabinete: De acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio se procedio a clasificar cada una de las muestras de los suelos representativos por los sistemas de clasificacion de suelos de la AASTHO, para luego con los datos de los registros de campo proceder a evaluar la capacidad portante de los suelos de la subrasante.

Se indica seguidamente los resultados de los ensayos llevados a cabo para la clasificacion de suelos.

Se procedio a continuacion a la determinacion de la capacidad portante de los suelos de la subrasante, para conjuntamente con los datos de trafico calcular el espesor de la base requeridad y proceder al dibujo de sus secciones transversales tipicas.

3.- Descripción de la conformación del subsuelo y sus características:

a) Descripción del subsuelo: De acuerdo a la exploracion de campo realizada y los ensayos de laboratorio, se deduce que el subsuelo del area en estudio esta conformado de la siguiente manera.

El suelo esta conformado por varos tipos de suelo y un espesor variable como son de la clasificacion AASTHO y SUCS (la descripcion del suelo indica en los perfiles de estratigrafia).

Figura 17- Clasificación AASTHO y SUCS.

Calicata	Profundidad (m)	SUCS	AASHTO	CBR		Limites de					
						Consistencia (%)					
						LL	LP	IP			
				CBR 100% 0.1"	CBR 95% 0.1"						
C-1	1.50 m	SM	A-2-4 (0)	18.60	22.91	28.67	21.72	6.95			

Fuente: Elaboración propia.

b) Características físicas de la subrasante:

- Permeabilidad : media
- Capilaridad : media
- Elasticidad : media
- Cambio de volumen : regular
- Valor como subrasante : regular
- Características de drenaje : media

4.- Preparación para la subrasante: Conforme al estudio realizado en el laboratorio, nos demuestra en lo adjunto un perfil estratigrafico, donde se recomienda que se debe escarificar y recompactar hasta alcanzar la maxima densidad y optima humedad del proctor modificado según indica el registro de exploracion hasta su nivel correspondiente de la subrasante.

Figura 18- Inicio de trabajo de exploración para la calicata, en el sector pampa Huasahuasi.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19- Inicio de excavación de calicata en el Jr. Maracuya.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20- Vista de la excavación de la calicata C-01, para extraer muestra del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21- Vista de la extracción de muestra del suelo en la calicata C-01 del Jr. Maracuya.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22- Vista del trabajo de excavación de calicata, para su respectivo análisis en laboratorio de mecánica de suelos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23- Vista de la extracción de la muestra 15 kilos, para su respectivo análisis del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estudio hidrológico y drenaje:** El Estudio Hidrológico tiene por objeto determinar el régimen pluvial de la zona de emplazamiento del proyecto, así como las características físicas e hidrológicas de

las cuencas que inciden en ella, para la estimación de las descargas máximas.

1.- Información pluviométrica: Los registros de precipitación requeridos para la elaboración del estudio son los de precipitación máxima en 24 horas perteneciente a la estación Huasahuasi y San Ramón operadas por el SENAMHI.

Asimismo, se nos proporcionó información meteorológica de la Estación Huasahuasi y San Ramón.

2.- Análisis de información pluviométrica: Para el cálculo de caudales se ha realizado el análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida y precipitación máxima. Al no contar con registros de aforo en el lugar de estudio, se consideró el siguiente procedimiento:

- Uso de valores de precipitaciones máximas en 24 horas.
- Procesamiento de las distribuciones de frecuencia más usuales y obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.
- Análisis estadístico de precipitaciones máximas para períodos de retorno de 20, 50, 100 y 500 años.

3.- Análisis de frecuencia: Se basa en las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos. Las distribuciones de frecuencia más usuales, en el caso de eventos máximos son:

- Distribución Normal (N)
- Distribución Gumbel (EVI)
- Distribución Log - Normal de 2 Parámetros (LN)
- Distribución Log - Normal de 3 Parámetros (3LN)
- Distribución Log - Pearson III (LP3)

Los parámetros de las distribuciones se calcularon por los métodos de Momentos y de Máxima Verisimilitud.

4.- Precipitación máxima en 24 horas: En base a registros de precipitaciones máximas diarias para el periodo 2002-2010 de la Estación Huasahuasi, se observa que el evento de mayor valor fue de 29.40 mm, ocurrido en febrero de 2004 (Ver tabla N° 11).

Tabla 11 – Precipitación Máxima 24 Horas - Estación Huasahuasi.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMO
2002	S/D	3.40	18.70	14.10	13.70	4.20	3.60	2.40	9.90	13.60	17.40	11.80	18.70
2003	16.30	8.90	17.40	17.10	3.40	2.10	2.90	4.70	10.80	5.90	14.10	9.90	17.40
2004	15.20	29.40	6.50	10.50	9.40	1.30	0.80	7.50	12.90	12.70	15.60	24.00	29.40
2005	20.00	19.30	18.90	2.70	1.80	2.30	0.30	6.90	17.20	10.80	9.00	10.50	20.00
2006	14.80	24.40	18.90	13.00	8.10	2.50	2.60	4.40	2.80	23.00	10.70	10.80	24.40
2007	25.80	20.20	14.70	18.20	5.10	3.40	4.90	9.80	8.50	3.00	22.90	9.50	25.80
2008	12.90	21.80	18.60	9.40	8.20	4.50	11.30	2.50	4.90	12.20	19.90	15.60	21.80
2009	5.70	16.20	13.90	14.00	10.30	0.40	6.50	3.30	7.50	23.80	15.40	12.90	23.80
2010	9.10	15.60	19.10	7.40	5.40	1.40	6.80	7.00	6.50	12.10	9.20	18.90	19.10

Fuente: Reporte senamhi.

Del mismo modo para la Estación San Ramón se observa que la máxima precipitación diaria fue de 88.20 mm, en Noviembre de 1979 (Ver tabla N° 12).

Tabla 12 – Precipitación Máxima 24 Horas - Estación San Ramón.

PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMO
1968	86.40	59.90	37.00	75.00	2.70	14.2	20.50	41.50	32.50	53.00	26.40	32.70	86.40
1969	18.40	30.00	23.80	49.00	21.00	33.0	3.20	S/D	27.30	40.00	40.00	55.00	55.00
1970	39.00	37.00	27.00	35.00	25.00	31.0	50.00	20.00	40.00	65.00	35.00	44.00	65.00
1971	60.00	40.00	45.00	32.00	27.00	50.0	32.00	39.00	20.00	70.00	70.00	60.00	70.00
1972	31.00	S/D	58.00	88.00	32.00	39.0	25.00	16.80	56.40	44.30	60.10	42.90	88.00
1973	67.20	75.00	56.00	47.30	56.70	72.2	50.00	37.30	32.60	23.00	S/D	S/D	75.00
1974	S/D	S/D	32.50	39.00	16.80	17.5	29.20	25.00	15.00	45.30	19.00	37.90	45.30
1975	50.60	60.80	38.10	47.20	33.20	35.0	26.50	35.90	47.40	38.00	28.90	43.70	60.80

1978	34.20	54.80	39.90	42.70	29.30	11.7	13.90	13.80	43.60	54.10	18.80	39.30	54.80
1979	33.00	46.40	44.10	61.00	62.00	5.00	22.80	41.00	36.60	26.00	88.20	44.80	88.20

Fuente: Reporte senamhi.

Precipitación máxima en 24 horas para diferentes períodos de retorno: Para la estación Huasahuasi, los datos de precipitación máxima en 24 horas se ajustaron a la distribución probabilística Gumbel, para lo cual se ha calculado las precipitaciones para los diferentes periodos de retorno como se observa en tabla N° 13. Del mismo modo se calculó para la Estación San Ramón las correspondientes precipitaciones para los diferentes periodos de retorno como se especifica en la tabla N° 14.

Es necesario señalar que las condiciones pluviométricas en la parte oriental de los Andes no tienen el mismo comportamiento que el flanco occidental, pues como se sabe la altitud con respecto a la precipitación es directa en la parte occidental, mientras que en la parte oriental están zonificados los eventos pluviométricos y la condicionante precipitación-altitud no es aplicable en esta zona. Bajo esta premisa se analizó las dos estaciones más cercanas a la zona de estudio, donde se observa que las precipitaciones de mayor descarga se originan en la zona más baja (Estación San Ramón - 800msnm), y la menor descarga sucede en la zona alta (Estación Huasahuasi - 2820msnm).

Para el presente diseño se tomará la precipitación máxima correspondiente a un periodo de retorno de 500 años de la estación con los valores más conservadores, debido a que son eventos extremos, para lo cual se ha elegido a la Estación pluviométrica de San Ramón.

Tabla 13 – Precipitaciones Máximas en 24 horas para Diferentes Períodos de Retorno – Estación Huasahuasi (2820 msnm).

T (años)	P (mm)	P Corregida (mm)
2	21.63	24.22
5	25.08	28.09
10	27.36	30.65
20	29.55	33.10
50	32.39	36.28
100	34.52	38.66
200	36.64	41.03
500	39.43	44.16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 – Precipitaciones Máximas en 24 horas para Diferentes Períodos de Retorno – Estación San Ramón (800 msnm).

T (años)	P (mm)	P Corregida (mm)
2	66.33	74.29
5	79.87	89.46
10	88.83	99.49
20	97.43	109.12
25	100.16	112.18
50	108.56	121.59
100	116.90	130.93
200	125.21	140.23

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de precipitación máxima en 24 horas compensadas, y para períodos de retorno de 10, 20, 50, 100, 200 y 500 años, se han afectado, de acuerdo a la recomendación que realiza la Organización Meteorológica Mundial, por un factor de 1.12, que toma en cuenta el número de lecturas en el pluviómetro por día, que se asume por seguridad en 1 vez por día. Los resultados se muestran en la tabla N° 13 y 14.

5.- Intensidades máximas: En base a los valores obtenidos de las precipitaciones se han generado las intensidades máximas mediante la expresión del Soil Conservation Service (SCS).

La intensidad de las lluvias para diferentes períodos de retorno y tiempos de concentración se calculó mediante la siguiente expresión, según el Soil Conservation Service (SCS):

$$I_{TR} = \frac{0.280049 * Pp_{TR}}{T_c^{0.6}}$$

Donde:

ITR: Intensidad de lluvia para un tiempo de retorno, mm/hr PpTR:

Precipitación máxima 24 horas para un Tr, mm.

Tc : Tiempo de concentración, horas.

En la determinación de la intensidad horaria de precipitación y el tiempo de concentración (Tc) se recurrió al método del US SOIL CONSERVATION de recurrencia probabilística, porque la presencia de los eventos del FEN, cuyas descargas registran caudales excepcionales, algunos de los actuales registros no superaron todo cálculo probabilístico, pues casi superaron la descarga anterior en intensidad horaria.

Por esta razón, para los cálculos de máxima avenida en las cuencas y subcuencas involucradas se tomó en consideración los valores que superaron a los FEN anteriores, utilizándose a su vez la precipitación a 25 y 100 años de Tr registrada de las estaciones de mayor influencia en cada cuenca o subcuenca, previa correlación con las otras estaciones que se consideraron influyentes en la generación de caudales, eligiéndose para dicho fin la estación San Ramón.

Para los diseños de obras de drenaje se tendrán en cuenta las intensidades que se originan en la Estación San Ramón, debido a

que estas y el puente proyectado deberá soportar situaciones más críticas y conservadoras.

Tabla 15 – Intensidades Máximas.

T (años)	I
2	12.790
5	15.401
10	17.128
20	18.786
25	19.313
50	20.933
100	22.541
200	24.142
500	26.256

Fuente: Elaboración propia.

6.- Caudal de diseño: Los flujos máximos debidos a tormentas descendiendo desde las laderas adyacentes fueron calculados utilizando el método racional, dada la poca extensión de las áreas de drenaje, como se indica a continuación:

El concepto básico del Método Racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña ocurre cuando la intensidad de tal cuenca está contribuyendo el escurrimiento y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio. Lo anterior en forma de ecuación resulta:

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q: caudal de diseño en m³/seg.

C: coeficiente de escorrentía.

I: intensidad de la lluvia en mm/hr.

A: área de la cuenca en Km²

Tabla 16 – Coeficiente de Escorrentía C del Método Racional.

FACTORES DE CLASIFICACION		VALORES c [*]
TOPOGRAFIA:	Terreno plano, con pendiente de 0.15%	0.30
	Terreno ondulado, con pendiente de 0.35%	0.20
	Terreno accidentado, con pendiente de 4.00%	0.10
SUELOS :	Arcilloso - firme	0.10
	Arcillo arenoso	0.20
	Arcillo - arenoso suelto	0.40
COBERTURA:	Terrenos cultivados	0.10
	Bosques	0.20

Fuente: Elaboración propia.

* El coeficiente de escurrimiento C se obtiene restando a la unidad la suma de los c' para cada uno de los tres factores.

Tabla 17 – Coeficiente de Escorrentía C.

TOPOGRAFIA	DESCRIPCION DE SUELOS O TIPOS DEL SCS	COBERTURA	COEFICIENTE	
LLANA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.50	
		Bosque	0.40	
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.40	
		Bosque	0.30	
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.20	
		Bosque	0.10	
	ONDULADA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.60
			Bosque	0.50
		Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.50
			Bosque	0.40
Arcillo - arenoso abierto (A)		Cultivo	0.30	
		Bosque	0.20	
ACCIDENTADA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.70	
		Bosque	0.60	
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.60	
		Bosque	0.50	
Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.40		
	Bosque	0.30		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 – Coeficiente de Escorrentía C.

TIPOS DE SUELOS. SEGÚN	(P24h) mm	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PARA ÁREAS EN Km ²				
		= 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 10	10 - 100	< 100
TIPO (D)	= 80	0.60	0.70	0.65	0.65	0.60
	81 - 150	0.90	0.85	0.80	0.80	0.80
	151 - 200	0.95	0.90	0.90	0.90	0.90

Fuente: Elaboración propia.

En base a las características físicas del área drenante, se determinaron de las tablas 16, 17 y 18, tres coeficientes de escurrimiento, los cuales se promediaron para obtener el definitivo a utilizar. En este caso el coeficiente de escurrimiento C se tomó igual a 0.60.

Los caudales específicos de diseño, se presentan en la tabla N° 19.

Tabla 19 – Cálculo de caudales específicos.

T (años)	tc	Tc ^{0.6}	Coef	P corregida (mm)	I (mm/h)	k	C	Q (m3/seg) /km ²	Area (hect)	Q (m3/seg)
2	2.25	1.63	0.280	74.29	12.790	0.28	0.60	2.13	783.59	16.72
5	2.25	1.63	0.280	89.46	15.401	0.28	0.60	2.57	783.59	20.13
10	2.25	1.63	0.280	99.49	17.128	0.28	0.60	2.86	783.59	22.39
20	2.25	1.63	0.280	109.12	18.786	0.28	0.60	3.13	783.59	24.55
25	2.25	1.63	0.280	112.18	19.313	0.28	0.60	3.22	783.59	25.24
50	2.25	1.63	0.280	121.59	20.933	0.28	0.60	3.49	783.59	27.36
100	2.25	1.63	0.280	130.93	22.541	0.28	0.60	3.76	783.59	29.46
200	2.25	1.63	0.280	140.23	24.142	0.28	0.60	4.03	783.59	31.55
500	2.25	1.63	0.280	152.51	26.256	0.28	0.60	4.38	783.59	34.32

Fuente: Elaboración propia.

- **Estudio de tráfico:** La elaboración del presente estudio de tráfico Vehicular, se ha realizado mediante un adecuado cronograma de trabajo, el que comprende e una evaluación y análisis del tráfico de la zona de estudio.

Para el desarrollo del estudio de tráfico vehicular en el Sector Pampa Huasahuasi, en el jirón maracuyá y guanábana, Como parte del estudio básico para el diseño del pavimento a proyectarse en la zona, se realizó las siguientes acciones:

- 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 dicha calle, para realizar un diseño adecuado de las estructuras de pavimentación.

Instrumentos: Para realizar el presente Estudio de Tráfico se emplearon los siguientes instrumentos y/o materiales:

- Un tablero.
- Formatos de Conteo Vehicular.
- Un reloj de mano.
- Lapiceros.

Análisis de la demanda: El producto a obtener por el proyecto es el de brindar adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular (servicio de transporte público y transporte privado) y transitabilidad del Sector Pampa Huasahuasi. Como, todo ello en beneficio de los pobladores, ya que son ellos quienes se desplazan en vehículos y como peatón, actualmente se transita sobre espacios longitudinales vehiculares, espacios longitudinales de bermas y veredas a nivel tierra y arena; con la intervención del proyecto, se mejora la habitabilidad, transitabilidad, los tiempos de desplazamiento, el acceso, la salud y la calidad de vida de la población de la zona en estudio.

1.- Demanda del servicio de vías: La demanda del servicio de vías esta medido por el Índice Medio Diario Vehicular y por el índice medio diario vehicular corregido (IMD Vehicular), es decir por el transito existente que circula por las vías de las calles de la zona en estudio, siendo esta información obtenida por un conteo

vehicular realizado por horas durante 7 días a la semana; dentro de este IMD vehicular se tiene una composición distribuida mayoritariamente en Motocicletas Lineales y Mototaxis, y muy esporádicamente Station Wagon, Pickup, y Camión 2E, este último transita debido a que a veces transporta algunos materiales de construcción como agregados y para el recojo de basura que se da con poca frecuencia. En base a este contexto se determina la demanda actual del servicio de las vías urbanas en dicha zona; tomando esta información base se detalla el IMD de la vía en estudio a nivel global y ver anexos para mayor detalle del IMD por calles y avenidas.

2.- Demanda del servicio de bermas: La demanda del servicio de bermas esta medido por el índice medio diario vehicular (IMD Bermas), es decir que del tránsito existente en las vías solo una parte de ellos utiliza las bermas para el estacionamiento o parada vehicular temporal en las calles y avenidas a intervenir, en base a ello es que se determina la demanda actual del servicio de las bermas urbanas en las calles y avenidas en estudio; siendo su demanda obtenida y estimada de los IMD Vehiculares.

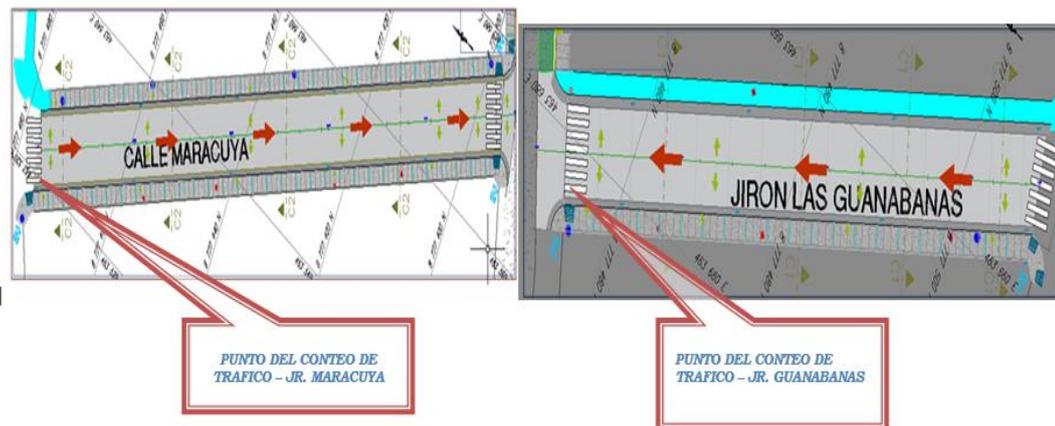
3.- Demanda del servicio de veredas: La demanda del servicio de veredas está conformada por la población que habita y transita en estas calles y avenidas de la zona de estudio, son estos habitantes de esta quienes día a día transitan por sus calles para poder trasladarse a sus centros laborales, viviendas, áreas agrícolas, comercios, espacios recreativos, centros educativos, centros de salud y otros, y son ellos quienes demandan el servicio que brindan las veredas en el tránsito peatonal.

Trabajos de campo y resultados:

1.- Recopilación de la información: La información básica para la elaboración del estudio procede de dos tipos de fuentes diferentes: referenciales y directas.

Horizonte de evaluación: Para el presente proyecto se ha considerado un periodo de evaluación de 20 años, en el año cero se realizará la inversión en obras de Mejoramiento de pistas y veredas, en los 20 años de duración del proyecto se considerará el mantenimiento rutinario durante la vida útil del proyecto y obras de mantenimiento periódico cada tres años.

Figura 24- Ubicación del conteo vehicular.



Fuente: Elaboración propia.

Activar Wir

Análisis de la información: El análisis se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

a) Análisis del tráfico vehicular: Para diseñar una vía urbana es necesario predecir el número de vehículos para un periodo de diseño; la información sobre el tráfico inicial puede obtenerse mediante medidas directas en el campo, datos estadísticos o medidas indirectas en alguna otra vía local con características de tránsito parecidas a las del proyecto. Para el caso de este Expediente Técnico se tomó medidas directas de todas las calles.

Los cálculos para pronosticar el tránsito futuro, dan la pauta sobre la cual se pueden elaborar proyectos económicamente seguros, así como proporcionar la base para proyectos que satisfagan las demandas del tránsito.

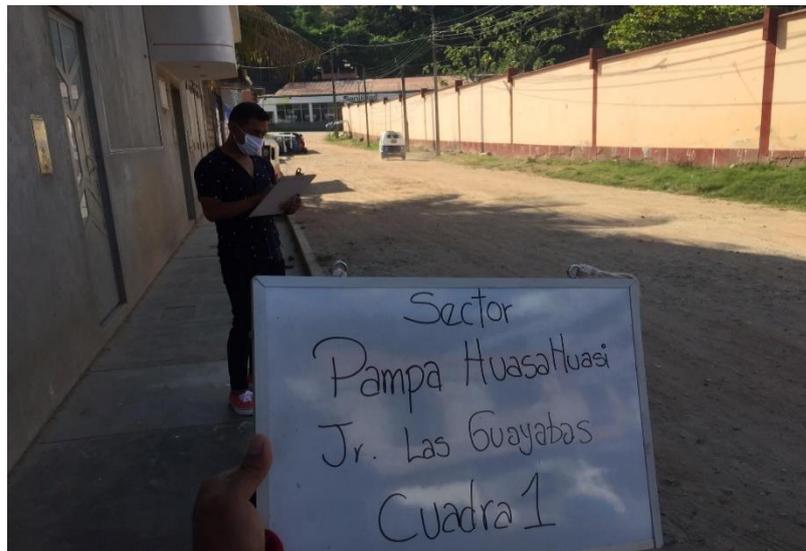
Este análisis de tráfico vehicular, se efectuó sobre la base del método del conteo directo o manual, mediante el cual el personal aforador se ubica en un lugar estratégico y conveniente (estación), desde donde realiza en conteo permanente diario por tipo y clase de vehículo.

b) Capacidad de tráfico vehicular: La planificación a desarrollar en el estudio comprende la investigación del tráfico, volumen y clasificación de vehículos ligeros y vehículos pesados; así como el estudio del transporte de carga, estudio de origen y destino, etc.

Se estableció la demanda de tránsito actual y futuro, que es considerada como una cantidad conocida, la calidad del servicio que presta, así como su eficiencia.

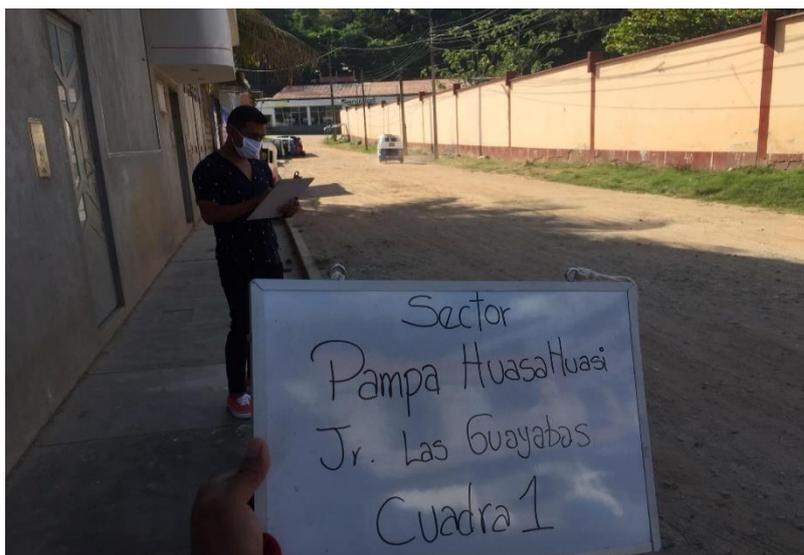
c) Volumen de tránsito vehicular: Se define como el número de vehículos motorizados que transitan por la calzada de una vía, por un punto o sección transversal dados, durante un periodo determinado.

Figura 25- inicio del conteo vehicular en Jr. Las Guayabas Cuadra.



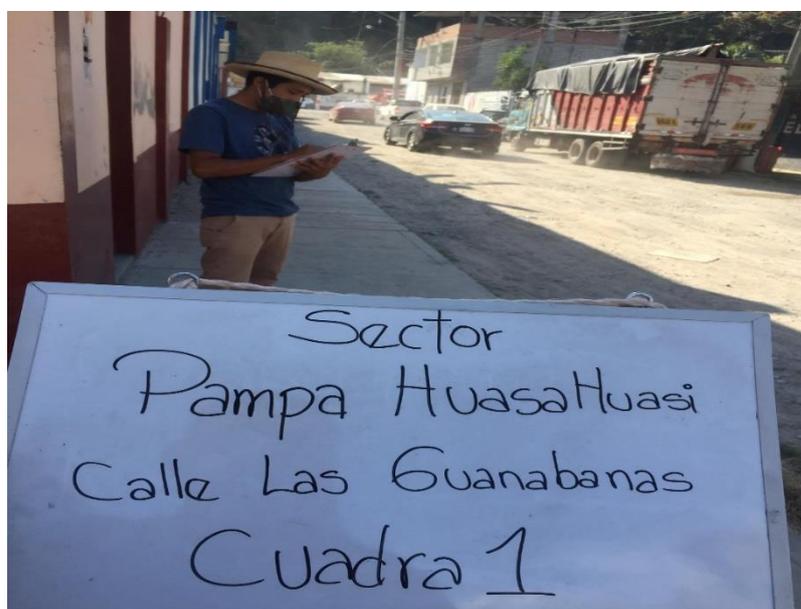
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26- Inicio del conteo vehicular en Jr. Las Guayabas Cuadra.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27- Conteo vehicular en Calle las Guanábanas Cuadra 1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28- Segundo día del Conteo vehicular en Calle las Guanábanas Cuadra 1.



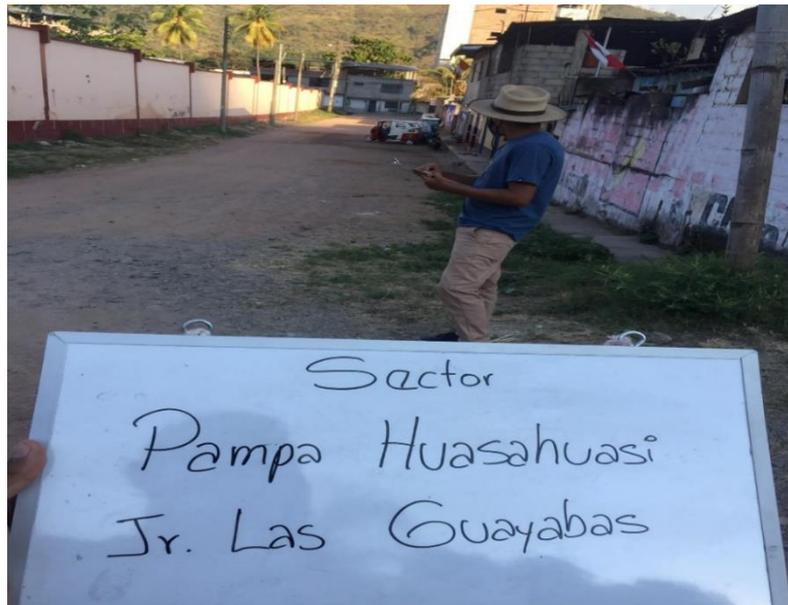
Fuente: Elaboración propia.

Figura 29- Segundo día del Conteo vehicular en Jr. Las Guayabas Cuadra 1.



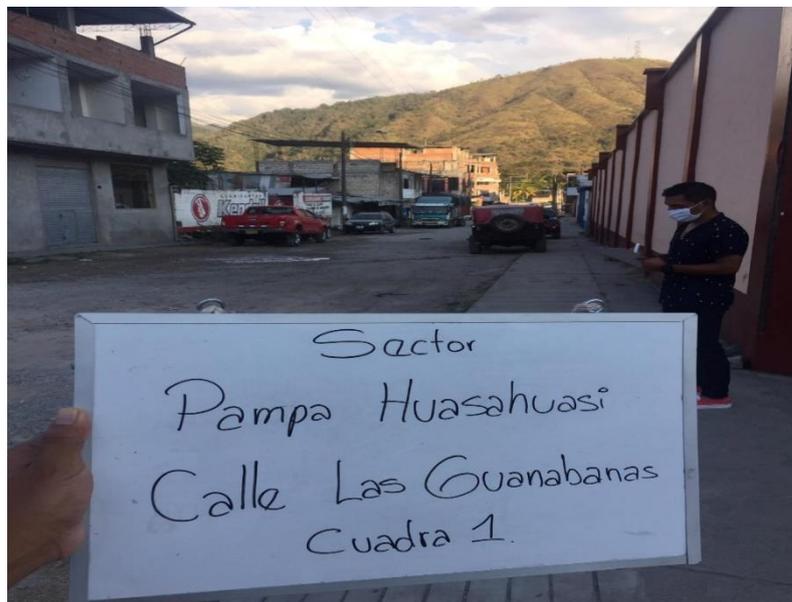
Fuente: Elaboración propia.

Figura 30- Tercer día del Conteo vehicular en Jr. Las Guayabas Cuadra 1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31- Tercer día del Conteo vehicular en Calle las Guanábanas Cuadra 1.



Fuente: Elaboración propia.

B) Metodología de diseño para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi: Dentro de las consideraciones que debe tenerse en cuenta para el diseño de estructuras de pavimento, es necesario analizar fundamentalmente la problemática que representa el comportamiento de los pavimentos debido al tránsito, ya que este se incrementa conforme al desarrollo tecnológico y crecimiento demográfico, lo que trae a su vez mayor cantidad de repetición de ejes y cargas. Por ello, es necesario la selección de apropiados factores para el diseño estructural del pavimento, por lo que deberá tomarse en cuenta la clasificación de la carretera dentro de la red vial, el tránsito y los diferentes procesos de construcción.

Variables de diseño: Las propiedades de la subrasante, características de los materiales, importancia del tránsito, factores de medio ambiente y otro tipo de variables son las que intervienen en el diseño, muchas veces, para caminos y calles de menor importancia la información no está disponible o actualizada, por lo que es necesario recabarla.

Algunos valores de diseño están especificados y pueden variar con el tipo de carretera o nivel de tránsito. Para tránsito pesado se ha seleccionado valores más conservadores con resultado de espesores mayores. Por ejemplo, un valor de esfuerzo de diseño para la subrasante, puede resultar bajo para un tránsito pesado pero aceptable para un tráfico liviano.

Criterios de diseño: En los procedimientos de diseño, la estructura de un pavimento es considerada como un sistema de capas múltiples y los materiales de cada una de las capas se caracterizan por su propio Modulo de Elasticidad.

La Evaluación de tránsito está dado por la repetición de una carga en un eje simple equivalente de 80kN (18000 lbs) aplicado pavimento en un conjunto de dos juegos de llantas dobles.

Este procedimiento puede ser usado para el diseño de pavimentos compuestos de varias combinaciones de superficies, bases y sub bases. La subrasante que es la capa más baja de la estructura del pavimento, se asume infinita en el sentido vertical y horizontal, las otras capas de espesor finito son asumidas finitas en la dirección horizontal. En la superficie de contacto entre las capas se asume que existe una completa continuidad o adherencia.

En la metodología que desarrolla este estudio, las cargas colocadas sobre la superficie de un pavimento producen dos esfuerzos que son críticos para los propósitos de diseño; un esfuerzo horizontal de tensión en la parte de debajo de la capa de superficie y el esfuerzo de compresión vertical actuando sobre la superficie de la subrasante.

Método de diseño: El método más utilizado en Perú para el diseño de estructuras de pavimento con capas finales de rodadura tanto asfálticas como de concreto hidráulico, siempre se refieren a la AASHTO, en este método la información requerida en la ecuación de diseño incluye la carga por eje, la configuración del mismo, así como el número de aplicaciones o paso de este eje sobre la superficie del pavimento.

Los pavimentos se diseñan en función al efecto del daño que produce el paso de un eje con una carga y para que resistan un determinado número de cargas aplicadas durante su vida útil. Un tránsito mixto está compuesto de vehículos de diferente peso y numero de ejes y que para efectos de cálculo se les transforma en un numero de ejes equivalentes de 80kN o 18 kips por los que se les denomina ejes equivalentes (ESAL) "Equivalent Simple Axial Load".

1.- Diseño del pavimento – Jirón Maracuya: De acuerdo a la investigación de campo y laboratorio se determinó que el suelo de la Subrasante del tramo en estudio, presentan Valores de Relación de Capacidad de Soporte CBR, el cual se le saco el promedio para el diseño el cual se puso en el siguiente cuadro:

Tabla 20 – Sectorización de suelo de la subrasante – Jr. Maracuya.

Calicata	Profundidad (m)	SUCS	AASHTO	CBR		Limites de					
						Consistencia (%)					
						LL	LP	IP			
				CBR 100% 0.1"	CBR 95% 0.1"						
C-1	1.50 m	SM	A-2-4 (0)	18.60	22.91	28.67	21.72	6.95			

Fuente: Elaboración propia.

El diseño del pavimento rígido se ha efectuado por el Método AASHTO y los resultados se muestran a continuación:

Figura 32- Variables de diseño - Jr. Maracuya.

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

TRAFICO (W18).

El método AASTHO diseña los pavimentos de concreto por fatiga. La fatiga se entiende como el número de repeticiones ó ciclos de carga que actúan sobre un elemento determinado. Al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que se esta haciendo es tratar de estimar, en un periodo de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento. La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, en la que además se contempla el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende del desarrollo socio-económico de la zona.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 33- Cálculo de ESALS - Jr. Maracuya.

Donde:

ESAL`s=	Numero estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas
TPD=	Transito promedio diario inicial
A=	Porcentaje estimado de vehiculos Pesados (buses camiones)
B=	Porcentaje de vehiculos pesados que emplean el carril de diseño
r=	Tasa anual de crecimiento de transito
n=	Periodo de diseño
FC=	Factor camion

		VALOR (B)	
TPD=	333	NUMERO DE CARRILES	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO
A=	45%	2	50
B=	50%	4	45
r=	3%	6 a mas	40
n=	20 años		
FC=	1.2		

$$ESAL`s = 894,971.08$$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 34- Factores de diseño - Jr. Maracuya.

FACTOR DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO (r).

El factor de crecimiento del tráfico es un parámetro que considera en el diseño de pavimentos, los años de periodo de diseño más un número de años adicionales debidos al crecimiento propio de la vía.

CASO	TASA DE CRECIMIENTO
Crecimiento Normal	1% al 3%
Vias complet. saturadas	0% al 1%
Con trafico inducido	4% al 5%
Alto crecimiento	mayor al 5%

$$r = 3\%$$

PERÍODO DE DISEÑO (Pd).

El presente trabajo considera un período de diseño de 20 años. (Recomendable)

$$Pd = 20.00$$

FACTOR DE SENTIDO (Fs).

Del total del tráfico que se estima para el diseño del pavimento deberá determinarse el correspondiente a cada sentido de circulación

CIRCULACION	FACTOR
Un sentido	1.0
Doble sentido	0.5

$$Fs = 0.50$$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 35- Cálculo del factor carril - Jr. Maracuya.

FACTOR CARRIL (Fc).

Es un coeficiente que permite estimar que tanto el tráfico circula por el carril de diseño.

No CARRIL	FACTOR CARRIL		
1		1.00	
2	0.80	a	1.00
3	0.60	a	0.80
4	0.50	a	0.75

Fc = 0.80

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 36- Cálculo de la confiabilidad - Jr. Maracuya.

FACTOR DE EQUIVALENCIA DE TRÁFICO.

Formulas que permiten convertir el número de pesos normales a ejes equivalentes los que dependen del espesor del pavimento, de la carga del eje, del tipo del eje y de la serviciabilidad final que se pretende para el pavimento.

CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILID.
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIO ESTANDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Estan. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
100	-3.750

R (%) = 50.000

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 37- Cálculo del error estándar combinado - Jr. Maracuya.

DESVIACIÓN ESTANDAR(Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = 0.000$$

ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.35$$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 38- Cálculo de la serviciabilidad - Jr. Maracuya.

SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACION
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$Po = 4.5$$

$$Pt = 2.0$$

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

$$\Delta PSI = 2.50$$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 39- Cálculo del módulo de ruptura - Jr. Maracuya.

MÓDULO DE RUPTURA (MR)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S^c) ó módulo de ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar $F^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $S^c = 32(F^c)^{1/2}$

TIPO DE PAVIMENTO	S^c RECOMENDADO Psi
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$S^c = 464 \text{ Psi}$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 40- Coeficiente de drenaje - Jr. Maracuya.

DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 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

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 30% durante un año normal de precipitaciones.

$Cd = 0.80$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 41- Coeficiente de transferencia de carga - Jr. Maracuya.

COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.1 para pavimentos rígidos

$J = 3.1$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 42- Modulo de elasticidad del concreto - Jr. Maracuya.

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm^2) = 210 Kg/cm^2

$E_c = 5500 \times (f'c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 17000 \times (f'c)^{1/2}$ (En Kg/cm^2)

$E_c = 1700 \times (210)^{1/2}$ $E_c = 246,353.40 \text{ Kg/cm}^2$

$E_c = 3,503,968.23 \text{ Psi}$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 43- Modulo de reacción de la subrasante - Jr. Maracuya.

MODULO DE REACCION DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de " K " a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$ Mpa/m \rightarrow $\text{CBR} \leq 10$

$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34}$ Mpa/m \rightarrow $\text{CBR} > 10$

CBR sub rasante= 18.60

Según estudio realizado Laboratorio de Mecanica de suelo (CONSEDIS "Laboratoria Geotecnico") de Ing Ortiz Casas, CIP N° 85269, Oscar Abraham Ortiz Jahn, Especialista de Mecanica de Suelos y Pavimento

$K = 71.58$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 44- Formula para el cálculo del espesor del pavimento - Jr. Maracuya.

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 45- Espesor del pavimento - Jr. Maracuya.

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ec. I) Sea aproximadamente Igual a (Ec. II):

D = 7.800 in

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.012 \dots\dots \text{Ec. I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right] = 6.006 \dots\dots \text{Ec. II}$$

Espesor de la Losa de Concreto Calculado **D = 19.81** Cm
 Espesor de la Losa de Concreto Adoptado **D = 20.00** Cm
 Espesor de la base **D = 20.00** Cm

Fuente: Elaboración Propia.

2.- Diseño del pavimento – Jirón Guanabana: De acuerdo a la investigación de campo y laboratorio se determinó que el suelo de la Subrasante del tramo en estudio, presentan Valores de Relación de Capacidad de Soporte CBR, el cual se le saco el promedio para el diseño el cual se puso en el siguiente cuadro:

Tabla 21 – Sectorización de suelo de la subrasante – Jr. Guanabana.

Calicata	Profundidad (m)	SUCS	AASHTO	CBR		Limites de		
						Consistencia (%)		
						LL	LP	IP
				CBR 100% 0.1"	CBR 95% 0.1"			
C-1	1.50 m	SM	A-2-4 (0)	18.60	22.91	28.67	21.72	6.95

Fuente: Elaboración propia.

El diseño del pavimento rígido se ha efectuado por el Método AASHTO y los resultados se muestran a continuación:

Figura 46- Variables de diseño - Jr. Guanabana.

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

TRAFICO (W18).

El método AASTHO diseña los pavimentos de concreto por fatiga. La fatiga se entiende como el número de repeticiones ó ciclos de carga que actúan sobre un elemento determinado. Al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que se está haciendo es tratar de estimar, en un periodo de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento. La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, en la que además se contempla el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende del desarrollo socio-económico de la zona.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 47- Cálculo de ESALS - Jr. Guanabana.

Donde:

ESAL`s=	Numero estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas
TPD=	Transito promedio diario inicial
A=	Porcentaje estimado de vehículos Pesados (buses camiones)
B=	Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño
r=	Tasa anual de crecimiento de transito
n=	Periodo de diseño
FC=	Factor camion

	VALOR (B)
TPD=	169
A=	45%
B=	50%
r=	3%
n=	20 años
FC=	1.2

VALOR (B)	
NUMERO DE CARRILES	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO
2	50
4	45
6 a mas	40

ESAL`s = 454,204.54

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 48- Factores de diseño - Jr. Guanabana.

FACTOR DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO (r).

El factor de crecimiento del tráfico es un parámetro que considera en el diseño de pavimentos, los años de periodo de diseño más un número de años adicionales debidos al crecimiento propio de la vía.

CASO	TASA DE CRECIMIENTO
Crecimiento Normal	1% al 3%
Vias complet. saturadas	0% al 1%
Con trafico inducido	4% al 5%
Alto crecimiento	mayor al 5%

r = 3%

PERÍODO DE DISEÑO (Pd).

El presente trabajo considera un período de diseño de 20 años. (Recomendable)

Pd = 20.00

FACTOR DE SENTIDO (Fs).

Del total del tráfico que se estima para el diseño del pavimento deberá determinarse el correspondiente a cada sentido de circulación

CIRCULACION	FACTOR
Un sentido	1.0
Doble sentido	0.5

Fs = 0.50

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 49- Cálculo del factor carril - Jr. Guanabana.

FACTOR CARRIL (Fc).

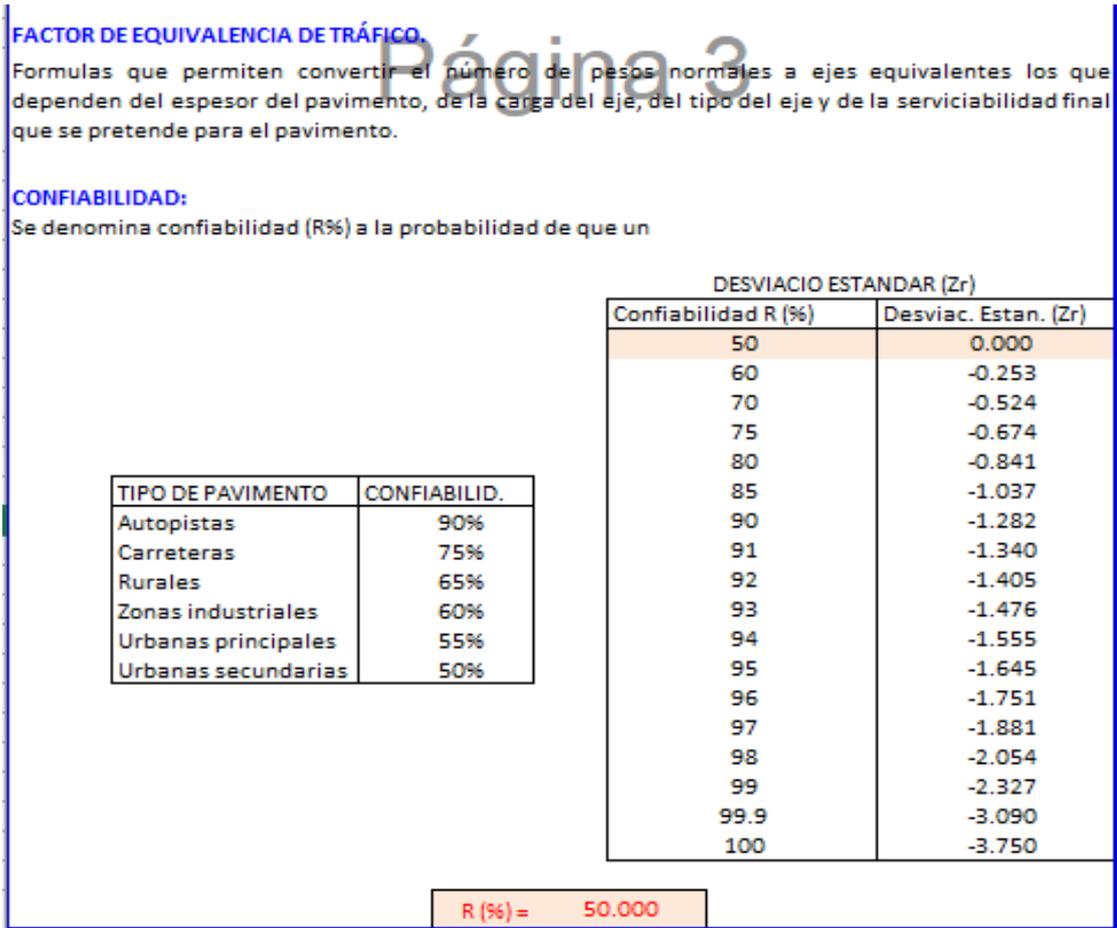
Es un coeficiente que permite estimar que tanto el tráfico circula por el carril de diseño.

No CARRIL	FACTOR CARRIL
1	1.00
2	0.80 a 1.00
3	0.60 a 0.80
4	0.50 a 0.75

Fc = 0.80

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 50- Cálculo de la confiabilidad - Jr. Guanabana.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 51- Cálculo del error estándar combinado - Jr. Guanabana.

DESVIACIÓN ESTANDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

Zr = 0.000

ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

So = 0.35

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 52- Cálculo de la serviciabilidad - Jr. Guanabana.

SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACION
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

Po =	4.5
Pt =	2.0

Δ PSI = Po - Pt

Δ PSI =	2.50
----------------	------

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 53- Cálculo del módulo de ruptura - Jr. Guanabana.

MÓDULO DE RUPTURA (MR)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión ($S'c$) ó módulo de ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $S'c = 32(F'c)^{1/2}$

TIPO DE PAVIMENTO	$S'c$ RECOMENDADO
	Psi
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$S'c =$	463.7	Psi
---------	-------	-----

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 54- Coeficiente de drenaje - Jr. Guanabana.

DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 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

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 30% durante un año normal de precipitaciones.

Cd = 0.80

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 55- Coeficiente de transferencia de carga - Jr. Guanabana.

COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las

Este concepto depende de los siguientes factores:

Cantidad de Tráfico.

Utilización de pasajuntas.

Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.1 para pavimentos rígidos

J = 3.1

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 56- Modulo de elasticidad del concreto - Jr. Guanabana.

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f'c = \text{Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm}^2) = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$E_c = 5500 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En MPa)}$

$E_c = 17000 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En Kg/cm}^2)$

$E_c = 1700 \times (210)^{1/2} \quad E_c = 246,353.40 \text{ Kg/cm}^2$

Ec = 3,503,968.23 Psi

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 57- Modulo de reacción de la subrasante - Jr. Guanabana.

MODULO DE REACCION DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de " K " a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$ Mpa/m → CBR ≤ 10
 $K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34}$ Mpa/m → CBR > 10

CBR sub rasante= 18.60

Según estudio realizado Laboratorio de Mecanica de suelo (CONSEDIS "Laboratoria Geotecnico") de Ing Ortiz Casas, CIP N° 85269, Oscar Abraham Ortiz Jahn, Especialista de Mecanica de Suelos y Pavimento

K = 71.58

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 58- Formula para el cálculo del espesor del pavimento – Jr. Guanabana.

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}\right]$$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 59- Espesor del pavimento – Jr. Guanabana.

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ec. I) Sea aproximadamente Igual a (Ec. II):

D = 7.000 in

$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 5.717$ Ec. I

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}\right] = 5.718$$
 Ec. II

Espesor de la Losa de Concreto Calculado
 Espesor de la Losa de Concreto Adoptado
 Espesor de la base

D = 17.78	Cm
D = 20.00	Cm
D = 20.00	Cm

Fuente: Elaboración Propia.

C) Costos de construcción para la recuperación de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector de Pampa Huasahuasi:

- **Planilla de metrados:** De acuerdo al desarrollo de la planilla de metrados de todas las partidas que intervienen en el proceso de construcción del pavimento rígido y veredas, se presenta en la tabla 22 el resumen de los metrados:

Tabla 22 – Hoja de resumen de metrados.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES		
01.01.00	Cartel de identificación de Obra de 4.80 x 3.60 m.	und	1.00
01.02.00	Oficina, Almacén y Caseta de Guardianía	mes	2.00
01.03.00	Movilización y Desmovilización de Equipos y Maquinarias	glb	1.00
02.00.00	PAVIMENTOS		
02.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01.01	Limpieza de Terreno Manual y Desbroce	m2	1174.82
02.01.02	Trazo y Replanteo Preliminar	m2	1174.82
02.01.03	Trazo y Replanteo durante Ejecución	m2	1174.82
02.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.02.01	Corte con Maquinaria en terreno natural hasta H=-0.45m	m3	528.67
02.02.02	Perfilado, Nivelación y compactación de la sub-rasante en zonas de corte R=2860 m2/día	m2	1174.82
02.02.03	Mejoramiento de subrasante con over	m3	234.96
02.02.04	Base Granular E=0.20 m R = 1760 m2/día Factor Compactación = 1.20	m2	1174.82
02.03.00	CONCRETO SIMPLE		
02.03.01	Losa de Rodadura, Concreto f'c = 210 Kg/cm ² , e=0.20 m.	m3	234.96
02.03.02	Concreto en Uñas para Pavimento Rígido, f'c = 210 Kg/cm²	m3	4.19
02.03.03	Encofrado y Desencofrado de Losa	m2	82.64
02.03.04	Alineamiento de Buzones Existentes a nivel de rasante	und	2.00
02.04.00	CURADO DE CONCRETO		
02.04.01	Curado de Losa de concreto	m2	1174.82
02.05.00	Juntas		
02.05.01	Juntas de contracción e=6mm	m	483.53
02.05.02	Juntas de construcción de 3/4" sin pasajuntas en la intersección de calles	m	242.97
02.05.03	Juntas asfálticas	m	726.50
02.06.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		
02.06.01	Eliminación de Material Excedente de Corte a Botadero	m3	660.84
02.07.00	CUNETAS		
02.07.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.07.01.01	Trazo y Replanteo Durante Ejecución	m2	145.37
02.07.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.07.02.01	Excavación Manual para Cuneta	m3	32.36
02.07.03	CONCRETO SIMPLE		
02.07.03.01	Concreto f'c = 175 Kg/cm ² vaceado con mezcladora	m3	28.31
02.07.03.02	Encofrado y Desencofrado	M2	110.56
02.07.03.03	Tarrajeo pulido en cunetas	m2	186.07

02.07.03.04	Curado de cunetas durante 7 días - 4 veces x día	m2	186.07
02.07.04	TAPAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL		
02.07.04.01	Instalación y Reposición de Rejillas Metálicas	m	54.69
02.07.04.02	Tapas de Concreto	und	11.00
02.07.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		
02.07.05.01	Eliminación de Material Excedente de Corte Botadero	m3	40.45
2.08	FLETE		
02.08.01	Flete terrestre	glb	1.00
2.09	PRUEBAS DE CALIDAD		
02.09.01	Diseño de mezcla	und	2.00
02.09.02	Prueba de calidad de concreto (prueba a la compresión)	und	25.00
02.09.03	Prueba compactación de suelo /proctor estándar)	und	6.00
03.00.00	VEREDAS		
03.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	772.15
03.01.02	Trazo, y Replanteo durante Ejecución	m2	772.15
03.01.03	Demolición de Vereda existente de concreto simple	m2	271.70
03.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.02.01	Corte manual de Terreno en Veredas	m3	154.43
03.02.02	Nivelación Reglado y Apisonado en Vereda	m2	772.15
03.02.03	Relleno Compactado Manual - con Material de Préstamo	m3	77.22
03.03.00	CONCRETO SIMPLE		
03.03.01	Concreto f'c=175 Kg/cm2 en veredas, acabado frot., inc. bruña.	m3	77.22
03.03.02	Concreto f'c=175 Kg/cm2 en rampas	m3	2.03
03.03.03	Encofrado, desencofrado en Vereda.	m2	88.49
03.04.00	JUNTAS Y BRUÑADO		
03.04.01	Junta de dilatación de losa y Estribo (M)	m	658.97
03.04.02	Bruñado de veredas	m	456.84
03.04.03	Bruñado de rampas	m	216.00
03.05.00	CURADOS DE CONCRETO		
03.05.01	Curado de losa de concreto vereda	m2	772.15
03.06.00	NIVELACION PARA CAJAS PARA AGUA Y DESAGUE		
03.06.01	Nivelación de cajas para agua	und	28.00
03.06.02	Nivelación de cajas para desagüe	und	28.00
03.07.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		
03.07.01	Eliminación de Material Excedente a Botadero	m3	193.04
03.08.00	SARDINELES		
03.08.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.08.01.01	Trazo y Replanteo Durante Ejecución	m2	269.43
03.08.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.08.02.01	Excavación de sardineles	m3	20.21
03.08.03	CONCRETO SIMPLE		
03.08.03.01	Concreto f'c = 175 Kg/cm2 vaceado con mezcladora	m3	24.25
03.08.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	323.32
03.08.03.03	Relleno de Juntas de Dilatación con Montero asfáltico 1"x2" m en sardinel	m	67.36
03.08.03.04	Tarrajeo pulido en sardineles	m2	80.83
03.08.03.05	Curado de sardinel con arena fina, durante 7 días - 4 veces x día	m2	40.41
03.08.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		
03.08.04.01	Eliminación de Material Excedente a Botadero	m3	25.26
4	AREAS VERDES		
4.01	Corte superficial para jardineras hasta 0.20 m	m3	46.71
4.02	Instalación de Especies Ornamentales	und	85.00
4.03	Instalación de grass	m2	148.54
4.04	Suministro y colocación de tierra agrícola h=0.20 m	m2	46.71
4.05	Instalación de Adoquinado para Grass	m2	58.52

5	SEÑALIZACION		
5.01	PINTADO DE PAVIMENTO		
05.01.01	Pintado de Franjas en Pavimento - Señalización	m2	115.07
05.01.02	Pintado en Sardineles	m	269.43
5.02	SEÑALIZACION VERTICAL		
05.02.01	Señalización Vertical según Diseño	und	19.00
6	GESTION DE RIESGO		
6.01	CAPACITACION EN GENERAL		
06.01.01	Capacitación a la población	glb	1.00
6.02	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES		
06.02.01	Mitigación de impactos Ambientales	glb	1.00
6.03	PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO (PREVENCION Y CONTROL DE ENFERMEDADES- COVID 19)		
06.03.01	Plan de Salud y Seguridad en el Trabajo (Prevención y Control de Enfermedades - COVID19)	glb	1.00
6.04	VARIOS		
06.04.01	Limpieza final de obra	m2	2361.77

Fuente: Elaboración Propia.

- **Análisis de costos unitarios:** De acuerdo al desarrollo de la incidencia de la mano de obra, materiales y/o insumos, herramientas y equipos de todas las partidas que intervienen en el proceso de construcción del pavimento rígido y veredas, se presenta en la tabla 23 los costos unitarios de cada partida:

Tabla 23 – Costo unitario por partida.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND	TOTAL
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES		5,226.47
01.01.00	Cartel de identificación de Obra de 4.80 x 3.60 m.	und	945.47
01.02.00	Oficina, Almacén y Caseta de Guardianía	mes	1,200.00
01.03.00	Movilización y Desmovilización de Equipos y Maquinarias	glb	3,081.00
02.00.00	PAVIMENTOS		174,391.36
02.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		3,747.68
02.01.01	Limpieza de Terreno Manual y Desbroce	m2	540.42
02.01.02	Trazo y Replanteo Preliminar	m2	963.35
02.01.03	Trazo y Replanteo durante Ejecución	m2	2,243.91
02.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		24,166.60
02.02.01	Corte con Maquinaria en terreno natural hasta H=-0.45m	m3	4,826.76
02.02.02	Perfilado, Nivelación y compactación de la sub-rasante en zonas de corte R=2860 m2/día	m2	3,536.21
02.02.03	Mejoramiento de subrasante con over	m3	3,068.58
02.02.04	Base Granular E=0.20 m R = 1760 m2/día Factor Compactación = 1.20	m2	12,735.05
02.03.00	CONCRETO SIMPLE		93,421.89
02.03.01	Losa de Rodadura, Concreto f'c = 210 Kg/cm2, e=0.20 m.	m3	87,983.12
02.03.02	Concreto en Uñas para Pavimento Rígido, f'c = 210 Kg/cm2	m3	1,568.99
02.03.03	Encofrado y Desencofrado de Losa	m2	2,675.06
02.03.04	Alineamiento de Buzones Existentes a nivel de rasante	und	1,194.72
02.04.00	CURADO DE CONCRETO		2,525.86
02.04.01	Curado de Losa de concreto	m2	2,525.86

02.05.00	Juntas		8,855.20
02.05.01	Juntas de contracción e=6mm	m	744.64
02.05.02	Juntas de construcción de 3/4" sin pasajuntas en la intersección de calles	m	5,248.15
02.05.03	Juntas asfálticas	m	2,862.41
02.06.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		3,251.33
02.06.01	Eliminación de Material Excedente de Corte a Botadero	m3	3,251.33
02.07.00	CUNETAS		29,955.33
02.07.01	TRABAJOS PRELIMINARES		277.66
02.07.01.01	Trazo y Replanteo Durante Ejecución	m2	277.66
02.07.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		933.91
02.07.02.01	Excavación Manual para Cuneta	m3	933.91
02.07.03	CONCRETO SIMPLE		16,833.65
02.07.03.01	Concreto f'c = 175 Kg/cm2 vaceado con mezcladora	m3	9,926.90
02.07.03.02	Encofrado y Desencofrado	M2	3,590.99
02.07.03.03	Tarrajeo pulido en cunetas	m2	2,136.08
02.07.03.04	Curado de cunetas durante 7 días - 4 veces x día	m2	1,179.68
02.07.04	TAPAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL		11,711.10
02.07.04.01	Instalación y Reposición de Rejillas Metálicos	m	10,391.10
02.07.04.02	Tapas de Concreto	und	1,320.00
02.07.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		199.01
02.07.05.01	Eliminación de Material Excedente de Corte Botadero	m3	199.01
2.08	FLETE		6,880.17
02.08.01	Flete terrestre	glb	6,880.17
2.09	PRUEBAS DE CALIDAD		1,587.30
02.09.01	Diseño de mezcla	und	275.20
02.09.02	Prueba de calidad de concreto (prueba a la compresión)	und	372.50
02.09.03	Prueba compactación de suelo /proctor estándar)	und	939.60
03.00.00	VEREDAS		91,146.58
03.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES		12,907.64
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	347.47
03.01.02	Trazo, y Replanteo durante Ejecución	m2	1,474.81
03.01.03	Demolición de Vereda existente de concreto simple	m2	11,085.36
03.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		3,741.11
03.02.01	Corte manual de Terreno en Veredas	m3	1,366.71
03.02.02	Nivelación Reglado y Apisonado en Vereda	m2	1,799.11
03.02.03	Relleno Compactado Manual - con Material de Préstamo	m3	575.29
03.03.00	CONCRETO SIMPLE		30,726.88
03.03.01	Concreto f'c=175 Kg/cm2 en veredas, acabado frot., inc. bruña.	m3	27,077.19
03.03.02	Concreto f'c=175 Kg/cm2 en rampas	m3	711.82
03.03.03	Encofrado, desencofrado en Vereda.	m2	2,937.87
03.04.00	JUNTAS Y BRUÑADO		11,555.93
03.04.01	Junta de dilatación de losa y Estribo (M)	m	7,703.36
03.04.02	Bruñado de veredas	m	2,526.33
03.04.03	Bruñado de rampas	m	1,326.24
03.05.00	CURADOS DE CONCRETO		1,660.12
03.05.01	Curado de losa de concreto vereda	m2	1,660.12
03.06.00	NIVELACION PARA CAJAS PARA AGUA Y DESAGUE		5,199.32
03.06.01	Nivelación de cajas para agua	und	2,104.20
03.06.02	Nivelación de cajas para desagüe	und	3,095.12
03.07.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		949.76
03.07.01	Eliminación de Material Excedente a Botadero	m3	949.76
03.08.00	SARDINELES		24,405.82
03.08.01	TRABAJOS PRELIMINARES		514.61
03.08.01.01	Trazo y Replanteo Durante Ejecución	m2	514.61
03.08.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		223.52
03.08.02.01	Excavación de sardineles	m3	223.52

03.08.03	CONCRETO SIMPLE		23,543.41
03.08.03.01	Concreto f'c = 175 Kg/cm2 vaciado con mezcladora	m3	8,503.26
03.08.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	10,501.43
03.08.03.03	Relleno de Juntas de Dilatación con Montero asfáltico 1"x2" m en sardinel	m	540.90
03.08.03.04	Tarrajeo pulido en sardineles	m2	3,740.00
03.08.03.05	Curado de sardinel con arena fina, durante 7 días - 4 veces x día	m2	257.82
03.08.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		124.28
03.08.04.01	Eliminación de Material Excedente a Botadero	m3	124.28
4	AREAS VERDES		12,817.89
4.01	Corte superficial para jardineras hasta 0.20 m	m3	315.29
4.02	Instalación de Especies Ornamentales	und	4,841.60
4.03	Instalación de grass	m2	1,962.21
4.04	Suministro y colocación de tierra agrícola h=0.20 m	m2	467.10
4.05	Instalación de Adoquinado para Grass	m2	5,231.69
5	SEÑALIZACION		7,788.70
5.01	PINTADO DE PAVIMENTO		5,983.70
05.01.01	Pintado de Franjas en Pavimento - Señalización	m2	2,976.86
05.01.02	Pintado en Sardineles	m	3,006.84
5.02	SEÑALIZACION VERTICAL		1,805.00
05.02.01	Señalización Vertical según Diseño	und	1,805.00
6	GESTION DE RIESGO		32,885.78
6.01	CAPACITACION EN GENERAL		2,250.00
06.01.01	Capacitación a la población	glb	2,250.00
6.02	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES		2,100.00
06.02.01	Mitigación de impactos Ambientales	glb	2,100.00
6.03	PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO (PREVENCION Y CONTROL DE ENFERMEDADES- COVID 19)		27,638.31
06.03.01	Plan de Salud y Seguridad en el Trabajo (Prevención y Control de Enfermedades - COVID19)	glb	27,638.31
6.04	VARIOS		897.47
06.04.01	Limpieza final de obra	m2	897.47

Fuente: Elaboración Propia.

- **Presupuesto:** Teniendo en consideración la planilla de metrados y los costos unitarios de cada partida que intervienen en el proceso de construcción del pavimento rígido y veredas, se presenta en la tabla 24:

Tabla 24 – Presupuesto del puente sobre el río oso.

ITEM	COMPONENTE	COSTO
001	CONSTRUCCION DE PAVIMENTO	179,617.83
002	CONSTRUCCION VEREDA	91,146.58
003	REFORESTACION AREA VERDE	12,817.89
004	ADQUISICION SEÑALES DE TRAFICO	7,788.70
005	GESTION DE RIESGO	32,885.78
	(CD) SI.	324,256.78

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

A. De los estudios realizados en el capítulo anterior se tiene que:

Del estudio topográfico: Las fases de medición angular y medición de distancias de poligonales constituyen la operación fundamental en un estudio topográfico. En la actualidad se definen las tolerancias en relación con la precisión de cada equipo, estas son definidas en las especificaciones técnicas que se deducen de las pruebas realizadas por el fabricante de acuerdo a normas internacionales tales como la ISO 17123. Sin embargo, las tolerancias necesarias deberán ser producto de la necesidad del trabajo de ingeniería a realizar.

En el trabajo de investigación que se llevó a cabo en el distrito de Chanchamayo (sector Pampa Husahuasi), se ha tomado como opción combinar poligonales abiertas y cerradas de acuerdo a la mayor facilidad e importancia del levantamiento. Se ha establecido como puntos para amarrar una poligonal abierta principal que consta de 5 puntos (denominados BM1, BM2, BM3, BM4 Y BM5) y 2 puntos en psj: Los Cocos (BM1, BM2) de que se han establecidos con estación total.

Se ha realizado el levantamiento del total de los trazos y áreas que involucran el proyecto como son las quebradas y áreas involucradas en el proyecto dentro de la zona urbana del sector Pampa Huasahuasi.

Del estudio de mecánica de suelo: Luego de procesar los resultados del laboratorio se determinó la existencia de secciones

claramente diferenciadas como por ejemplo la presencia de arenas, gravas, arcillas y limos aglutinantes.

El suelo de sub rasante a una profundidad de 1.50 ml. son mezclas de material de arenas limosas, arenas arcillosas, mezclas de arena, limo y arcilla de color plomizo, en estado semi húmedo y semi compacto. Es un suelo según la clasificación SUCS SM-SC.

La capacidad de soporte de los suelos, en general, se presenta como regular a buena cuando se trata de gravas, pero es mala cuando se ensaya en arcillas o limos tal como se puede ver en la clasificación efectuada y de los valores de CBR obtenidos en el laboratorio.

Para la determinación del CBR de la sub rasante se ha considerado la selección de puntos donde se estimaba que el suelo tenía una baja capacidad de soporte.

Para el estudio se ha realizado un ensayo de CBR cuya muestra ha sido sometida al período de inmersión que establecen las normas, y los valores han sido obtenidos para un 95% y 100% de la máxima densidad Proctor Estándar, siendo así que la máxima densidad seca es de 2.060gr/cm³, el óptimo contenido de humedad es de 10.30% y la máxima densidad seca al 95% es de 1.957 gr/cm³.

De las características físicas obtenidos de la muestra del material ensayado, se tiene que el límite líquido es de 28.67, el límite plástico es de 21.72, el índice de plasticidad de 6.95, el contenido de humedad de 21.72%, la clasificación AASHTO es A-2-4 (0) y la clasificación SUCS es SM-SC.

Del estudio hidrológico y drenaje: 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).

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 y la máxima precipitación registrada en los últimos años, ha sido de 15.38 mm.

Del estudio de tráfico: El Estudio de Tráfico se realizó en cada uno de los jirones que conforman el proyecto del Sector Pampa Huasahuasi en el Jirón Maracuya se tiene un promedio total de 96 veh/día, y Jirón Guanabana 49 veh/día, vías identificadas por día.

La metodología para la proyección del tráfico de vehículos, se basa en la tasa de población y crecimiento de la actividad económica, sin embargo, para fines de diseño se consideró la recomendación del Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, según el MTC – Año 2008.

El volumen de tráfico de cada una de las vías se determinó para un periodo de diseño de 20 años.

El máximo IMDA determinado del estudio de tráfico de las vías, corresponde al Jirón Maracuya se tiene un promedio total de 96 veh/día, y Jirón Guanabana 49 veh/día, el cual será el valor considerado para el diseño del pavimento urbano de esta vía.

Según la N.T.P CE 010 PAVIMENTOS URBANO, los volúmenes de tráfico que van de 200 a 1000 veh/día; son Calles Urbanas Residenciales. Para el diseño del pavimento de las vías del presente proyecto se clasificará como Calles Urbanas Residenciales, ya que el máximo valor del IMDA obtenido es de Jirón Maracuya se tiene un promedio total de 96 veh/día, y Jirón Guanabana 49 veh/día y cuyo valor se encuentra en el rango antes mencionado.

- B. La metodología de diseño del pavimento rígido adoptado fue elaborada con normas de DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO MÉTODO ASASHTO 1993. En el que se muestra los datos insertados con los respectivos resultados, usando una metodología igual a las descritas en el capítulo anterior.

El resultado del espesor de losa del pavimento rígido es de 7 y 7.8 in (pulgadas)= 17.78 cm y 19.81 cm, debido al ser un diseño por serviciabilidad, el resultado es mucho menor a un diseño elaborado por rotura, además de ciertas limitaciones que tiene el método usado, y por la probabilidad de ocurrencia de una mayor carga no contemplada en el diseño; se ve por conveniente usar conservadoramente un espesor de 20 cm.

Por lo tanto, el espesor de losa de concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a utilizar en el pavimento diseñado es de 20.00 cm.

- C. Para determinar el costo de construcción del pavimento rígido y veredas como medio de mejoramiento del servicio de transitabilidad vial y peatonal del Sector de Pampa Huasahuasi, se tuvo como primer paso el de realizar la cuantificación de los metrados de todas las actividades que intervienen en el proceso constructivo, seguidamente se llevó a cabo el análisis de costos unitarios donde inciden la mano de obra, materiales y/o insumos y herramientas y equipos de todas las actividades y finalmente se determina el costo de cada actividad multiplicándose para ello el metrado con sus respectivo costo unitario, se logró determinar que el costo de construcción del pavimento rígido y veredas en el Sector de Pampa Huasahuasi, es de S/ 324,256.78 (Trescientos Veinte y Cuatro Mil Doscientos Cincuenta y Seis con 78/100 soles).

CONCLUSIONES

- A. La propuesta técnica tendrá un impacto positivo en el mejoramiento de las vías urbanas. Se planteó que todas las vías del estudio adopten pavimento rígido, esto debido a su excelente durabilidad, estadísticamente, la capacidad portante de las vías de concreto es tres veces superior a la de su diseño.
- B. El desarrollo de los estudios básicos como son; el estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico y drenaje y estudio de tráfico, permiten la elaboración del estudio definitivo (diseño del pavimento rígido), lo que permite tener la viabilidad de la ejecución del proyecto, el mismo que permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, el cual contribuirán al ordenamiento y seguridad de los vecinos del Sector de Pampa Huasahuasi en el distrito de Chanchamayo.
- C. El método AASHTO 93 es el recomendado en el Manual de Carreteras para pavimentos rígidos, es el más utilizado a nivel nacional y muestra los mejores resultados porque tiene el nivel de servicio final y debe mantenerse al final del período de servicio, debido a ello es el método utilizado para encontrar el espesor de losas de concreto en el diseño de pavimentos rígidos.
- D. El costo de construcción del pavimento rígido y veredas es de S/ 324,256.78 (Trescientos Veinte y Cuatro Mil Doscientos Cincuenta y Seis con 78/100 soles).

RECOMENDACIONES

1. Para lograr obtener resultados más próximos del diseño estructural del pavimento rígido, se recomienda estimar el estudio de tráfico en periodos más prolongados y así de esta forma se pueda garantizar que la estructura del pavimento diseñado pueda satisfacer el periodo de diseño que es de 20 años y que su comportamiento proyectado ante las sollicitaciones de orden externo se cumpla de manera satisfactoria.
2. En referencia a los métodos de diseño, a los materiales a utilizar y a los componentes de la estructura del pavimento, se recomienda llevar a cabo estudios directos como el contenido de humedad, la granulometría, el proctor y CBR, y así poder determinar el comportamiento y las características del terreno donde se fundará el pavimento rígido.
3. Durante el desarrollo de la tesis se pudo corroborar la gran cantidad de variables que presenta la metodología de diseño ASSHTO 93, por lo que se recomienda llevar a cabo la sensibilidad de dichas variables, y así poder determinar quiénes son más influyentes.
4. En el desarrollo de la tesis se consideró el diseño del pavimento común, cabe señalar que existen otros tipos tecnología de diseño de pavimentos rígidos, por lo que, se recomienda realizar diseños con otras opciones tecnológicas y comparar los resultados obtenidos.

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 01 – Matriz de Consistencia.
- ANEXO 02 – Estudio Topográfico.
- ANEXO 03 – Estudio de Mecánica de Suelos.
- ANEXO 04 – Estudio Hidrológico.
- ANEXO 05 – Estudio de Trafico.
- ANEXO 06 – Planilla de Metrados.
- ANEXO 07 – Análisis de Costos Unitarios.
- ANEXO 08 – Presupuesto.
- ANEXO 09 – Planos.