



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA CAPA DE RODADURA PARA LAS VÍAS DE LA
URBANIZACIÓN VISTA HERMOSA, CANTÓN PALLATANGA, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTOR: Carlos Julio Ricaurte Arguello
TUTOR: Byron Iván Altamirano León

Quito – Ecuador
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Julio Ricaurte Arguello con documento de identificación N°0604168351, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 11 de agosto de 2023.

Atentamente,



Carlos Julio Ricaurte Arguello

0604168351

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DE TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Carlos Julio Ricaurte Arguello con documento de identificación N° 0604168351, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Proyecto Técnico: “Propuesta del diseño de la capa de rodadura para las Vías de la Urbanización Vista Hermosa, Cantón Pallatanga, Provincia de Chimborazo”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo en forma digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de agosto de 2023

Atentamente,



Carlos Julio Ricaurte Arguello

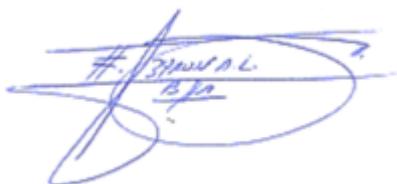
0604168351

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Byron Iván Altamirano León, con documento de identificación N° 1709301590, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA CAPA DE RODADURA PARA LAS VÍAS DE LA URBANIZACIÓN VISTA HERMOSA, CANTÓN PALLATANGA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, realizado por Carlos Julio Ricaurte Arguello con documento de identificación N° 0604168351, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de agosto de 2023

Atentamente,



Ing. Byron Iván Altamirano León, MSc.

1709301590

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y fuerzas para realizar este trabajo. A mi padre Luis Ricaurte por su apoyo constante durante la carrera a mi madre Sonia Arguello por darme la vida y siempre apoyar mis sueños , ellos han sido los pilares de este proyecto siempre brindándome su amor comprensión y apoyo en cada parte de mi vida permitiéndome cumplir esta meta y especialmente le dedico este trabajo de titulación a mi abuelo “PAPI CARLOS “por sus enseñanzas el amor el apoyo y ánimo que siempre me dio y aunque no pudo ver realizado su más querido sueño ver a su nieto culminar la carrera , recibir el título de Ingeniero Civil yo sé que en el cielo celebrará nuestro logro.

Carlos Julio Ricaurte Arguello

AGRADECIMIENTO

A Dios

A la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

A MIS PADRES

A MI ABUELO

Al ING. BYRON ALTAMIRANO

Carlos Julio Ricaurte Arguello

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1	Introducción	1
1.2	Problema de estudio.....	2
1.2.1	Antecedentes	2
1.2.2	Importancia y Alcance	2
1.2.3	Delimitación	3
1.3	Justificación.....	4
1.4	Grupo Objetivo.....	5
1.5	Objetivos	5
1.5.1	Objetivo General	5
1.5.2	Objetivos Específicos	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Pavimentos sustentables.....	6
2.2	Base estabilizada	7
2.3	Material bituminoso	8
2.4	Normativa de diseño.....	9

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1	Metodología de diseño	11
3.1.1	Recopilación de datos.....	11
3.1.2	Evaluación del tráfico.....	11
3.1.3	Selección de mezcla asfáltica	11
3.1.4	Diseño estructural.....	11
3.1.5	Dimensionamiento de la capa de rodadura asfáltica	12
3.1.6	Consideraciones de drenaje	12
3.2	Metodología de ejecución.....	12
3.2.1	Preparación del área de trabajo	12
3.2.2	Preparación de la base existente	12
3.2.3	Colocación de la subbase	12
3.2.4	Colocación de la capa base.....	12
3.2.5	Colocación de la capa de rodadura asfáltica.	13
3.2.6	Acabado y sellado.	13
3.3	Evaluación de los beneficios sociales y económicos.....	13
3.3.1	Valoración de la situación actual	13

3.3.2 Identificación de objetivos y beneficios esperados	13
3.3.3 Análisis de costos	14
3.3.4 Análisis de beneficios económicos	14
3.3.5 Análisis de beneficios ambientales	14
3.3.6 Valoración de los beneficios	14
3.3.7 Comparación de beneficios y costos	14

CAPÍTULO IV

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

4.1 Alcance de los estudios	16
4.2 Ubicación del proyecto.....	16
4.3 Características geológicas del suelo.....	17
4.3.1 Geología regional	17
4.3.2 Formaciones volcánicas	18
4.3.3 Depósitos sedimentarios.....	18
4.3.4 Rocas metamórficas	18
4.3.5 Rocas sedimentarias	19
4.3.6 Estructuras tectónicas.....	19
4.4 Geomorfología	19
4.4.1 Pendientes pronunciadas	19
4.4.2 Formaciones rocosas y paisaje	19
4.4.3 Terrazas o plataformas	20
4.5 Riesgos naturales.....	20
4.5.1 Riesgo sísmico.....	20
4.5.2 Riesgo volcánico	21
4.6 Estudio de los suelos	22
4.6.1 Extracción de muestra	22
4.6.2 Ensayos de laboratorio	23
4.6.3 Tipos de suelo.....	23
4.6.3.1 Metodología para la clasificación del tipo de suelo	23
4.6.3.2 Clasificación del tipo de suelo	26
4.6.4 Características de los suelos.....	27
4.6.4.1 Capacidad de soporte del suelo (CBR).....	27
4.6.4.2 Módulo resiliente de diseñ (MR).....	30
4.6.4.3 Mejoramiento de la subrasante.	31
4.6.5 Fuentes de materiales de escombreras y de construcción	31
4.6.5.1 Análisis y calificación de la fuente del material	31
4.6.5.2 Escombreras calificadas y próximas al proyecto.	33

CAPÍTULO V

ESTUDIO DEL TRÁFICO

5.1	Importancia y Alcance	34
5.1.1	Importancia.....	34
5.1.2	Alcance.....	34
5.2	Metodología	34
5.3	Estación de conteo.....	36
5.4	Caracterización del volumen de tráfico.....	37
5.4.1	Características vehiculares	37
5.5	Determinación del TPDA.....	39
5.5.1	Tráfico promedio semanal.....	39
5.5.2	Tráfico promedio mensual	39
5.5.3	Tráfico promedio anual	40
5.6	Proyección del tráfico.....	41
5.6.1	Tráfico generado y atraído	41
5.6.2	Tasas de crecimiento anual	41
5.7	Clase de vía	42

CAPÍTULO VI

DISEÑO DEL PAVIMENTO

6.1	Introducción al capítulo.....	43
6.1.1	Objetivos del capítulo.....	43
6.1.2	Pavimento flexible.....	43
6.2	Estructura del pavimentos	44
6.2.1	Subrasante	44
6.2.2	Subbase.....	45
6.2.3	Base	47
6.2.4	Capa asfáltica	48
6.3	Diseño de los pavimentos.....	49
6.3.1	Periodos del diseño.....	49
6.3.2	Tráfico del diseño.....	49
6.3.2.1	Análisis de carga.	49
6.3.2.2	Cálculo del factor de carga equivalentes.....	49
6.3.2.3	Número de eje equivalente de 8,2 Tn en el carril de diseño	49
6.3.3	Confiabilidad.....	56
6.3.4	Desviación normal.....	56
6.3.5	Desviación estándar.....	57
6.3.6	Pérdida de servicibilidad	58

6.3.6.1	Serviciabilidad inicial.....	58
6.3.6.2	Serviciabilidad final.....	58
6.3.7	Determinación del número estructural	59
6.3.8	Espesores mínimos	59
6.4	Diseño del pavimento flexible.....	61
6.4.1	Método AASHTO 93	61
6.4.2	Cálculo de espesores	63
6.4.2.1	Espesores de la estructura de pavimentos	63
6.4.3	Secciones de diseño.....	64

CAPÍTULO VII

ESTUDIO HIDRÁULICO

7.1	Introducción al estudio hidrológico.....	65
7.2	Información meteorológica	66
7.2.1	Estación meteorológica	66
7.2.2	Temperatura	67
7.2.3	Precipitaciones	67
7.2.3.1	Cálculo de la precipitación	67
7.2.4	Viento	71
7.2.5	Curvas de intensidad / duración /frecuencia (IDF).....	72
7.2.6	Áreas de aportación.....	73
7.3	Información Cartográfica	74
7.4	Diseño de obras de drenaje.....	75
7.4.1	Drenaje longitudinal.....	75
7.4.2	Drenaje transversal.....	76
7.4.3	Diseño de sumideros	77
7.4.3.1	Diseño hidráulico	77
7.4.3.2	Ubicación de los sumideros.....	78
7.4.3.3	Tipo de sumidero recomendado	78
7.4.3.3.1	Sumidero de reja o calzada.....	78
7.5	Dimensionamiento de las obras de drenaje	80
7.5.1	Periodo de retorno	80
7.5.2	Tiempo de concentración	80
7.5.3	Intensidad de precipitación.....	80
7.5.4	Coefficiente de escorrentía	80
7.5.5	Caudal del diseño	81

CAPÍTULO VIII

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

8.1	Antecedentes	85
8.2	Diagnóstico del problema.....	85
8.2.1	Área de influencia	86
8.2.2	Área de influencia socioeconómica.....	87
8.3	Medio antrópico	87
8.4	Evaluación de impactos ambientales.....	89
8.4.1	Criterios para identificar y evaluar lo de impactos ambientales	89
8.4.1.1	Matrices de valoración.	89
8.4.1.2	Matriz de importancia	91
8.4.1.3	Matriz de magnitud.	91
8.5	Evaluación de impactos significativos	92
8.5.1	Impactos al aire	92
8.5.2	Impactos al suelo	92
8.5.3	Impactos al agua.....	92
8.5.4	Impacto socioeconómico.....	92
8.5.5	Interpretación de resultados aplicando a las matrices	93
8.6	Plan de manejo ambiental	94
8.6.1	Marco legal ambiental.....	95
8.6.2	Alcance.....	95
8.7	Plan de mitigación y prevención de impactos	98
CAPÍTULO IX		
SEÑALIZACIÓN VIAL		
9.1	Alcance.....	103
9.2	Normativa vigente	103
9.2.1	Especificaciones técnicas MOP-001-F-2002 señalización horizontal	103
9.2.2	Especificaciones técnicas MOP-001-F-2002 señalización vertical	105
9.3	Señalización vertical	106
9.3.1	Señales preventivas	106
9.3.2	Señales regulatorias.....	107
9.3.3	Señales informativas	109
9.4	Señalización horizontal	110
9.4.1	Líneas longitudinales.....	110
9.4.1.1	Líneas de separación de flujos opuestos	110
9.4.1.2	Líneas de cruce peatonal	112
9.4.2	Líneas transversales.....	113
9.4.3	Leyendas y símbolos	113

CAPÍTULO X

EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

10.1 Alcance del estudios.....	115
10.2 Ingresos	116
10.2.1 Beneficios valorados	116
10.2.1.1 Transporte.....	116
10.2.1.2 Operación vehicular.	117
10.2.1.3 Plusvalía.	122
10.3 Egresos	122
10.3.1 Costos directos	122
10.3.1.1 Mano de obra.....	123
10.3.1.2 Materiales	123
10.3.1.3 Herramientas	123
10.3.2 Costos indirectos	123
10.3.2.1 Cantidades de obra	124
10.3.2.2 Análisis del APU.....	124
10.3.2.3 Cronograma valorado.....	124
10.4 Evaluación económica y financiera.....	126
10.4.1 Beneficios económicos.....	126
10.4.2 Mantenimiento vial.	126
10.4.2.1 Costo del mantenimiento de las vías	127
10.4.2.2 Costo de proyecto.....	128
10.4.2.3 Relación beneficio / costo (RBC).....	129
CONCLUSIONES	131
RECOMENDACIONES	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
GLOSARIO	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Universal Transverse Mercator (UTM): X (este) 715299.952579, Y (norte). 9670067.756159, zona: 17, hemisferio sur	16
Tabla 2 Cartografía geológica	18
Tabla 3 Valores del factor zona Z en relacion de la zona sísmica adoptada	21
Tabla 4 Ensayo para muestras de campo.....	23
Tabla 5 Clasificación de los tipos de suelo	26
Tabla 6 Valores de carga unitaria.....	28
Tabla 7 Clasificación de los suelos para la infraestructura de pavimentos	28
Tabla 8 Clasificación del suelo de acuerdo al CBR	29
Tabla 9 Cálculo del percentil de 85%	29
Tabla 10 Coordenadas de escombrera (Wgs84) 0+850.00 km	33
Tabla 11 Formulario de aforo de tráfico	35
Tabla 12 Tráfico promedio diario	36
Tabla 13 Muestreo de datos.....	37
Tabla 14 Tráfico promedio semanal.....	39
Tabla 15 Tráfico diario semanal consolidado	39
Tabla 16 Tasas de incremento anual de tráfico vehicular	41
Tabla 17 Tráfico proyectado en relación de la tasa de incremento durante 10 años.....	42
Tabla 18 Clases de carreteras	42
Tabla 19 Análisis de carga de los vehículos pesados	50
Tabla 20 Cuadro de distribución de cargas máximas de peso bruto vehicular y longitudes permisibles, MTOP	50
Tabla 21 Factores de carga de ejes equivalentes	52
Tabla 22 Factores (camión) de las cargas equivalentes	52
Tabla 23 Factores de ejes equivalentes final	53
Tabla 24 Factores (camión) de carga equivalente final.....	53
Tabla 25 Determinación del número de ejes de 8,2 Tn (W18)	55
Tabla 26 Valores de confiabilidad sugeridos por la AASHTO 93.....	56
Tabla 27 Relación de confiabilidad y desviación normal estándar.....	57
Tabla 28 Serviciabilidad inicial	58
Tabla 29 Serviciabilidad final	58
Tabla 30 Espesores de la estructura de pavimento	63
Tabla 31 Ubicación de la estación I	66
Tabla 32 Ecuación estacionaria EL LABRADO.....	66
Tabla 33 Temperatura promedio anual	67
Tabla 34 Velocidad del viento.....	72
Tabla 35 Ecuación de la estación EL LABRADO M0141	72
Tabla 36 Valores de IDF	73
Tabla 37 Ecuación de intensidad de la estación meteorológica EL LABRADO	80
Tabla 38 Coeficiente de escorrentía	80
Tabla 39 Calle A.....	82

Tabla 40 Calle B.....	82
Tabla 41 Calle C.....	83
Tabla 42 Valoración de la importancia	91
Tabla 43 Valoración de magnitud	91
Tabla 44 Impactos positivos sobre los componentes ambientales	93
Tabla 45 Impactos negativos sobre los componentes ambientales	93
Tabla 46 Matriz de importancia específica para el proyecto.....	97
Tabla 47 Plan de prevención y manejo de impactos I.....	98
Tabla 48 Plan de prevención y mitigación de impactos II	99
Tabla 49 Plan de prevención y mitigación de impactos III.....	100
Tabla 50 Plan de prevención y mitigación de impactos IV	101
Tabla 51 Plan de prevención y mitigación de impactos V	102
Tabla 52 Relación señalización/ línea de separación de circulación opuesta segmentada ..	111
Tabla 53 Relación señalización / línea de espaciamiento de carril	111
Tabla 54 Beneficio transporte de productos al año	116
Tabla 55 Tiempo de ahorro de circulación vehicular.....	117
Tabla 56 Tráfico TPDA.....	117
Tabla 57 Beneficio de cambio de neumáticos al año	118
Tabla 58 Beneficio de cambio de amortiguadores al año	119
Tabla 59 Beneficio de cambio de sistema de frenado al año	120
Tabla 60 Beneficio de cambios de lubricante al año.....	120
Tabla 61 Beneficio de uso de combustible vehicular al año	121
Tabla 62 Plusvalía	122
Tabla 63 Apu referenciales para la capa de rodadura de una urbanización	124
Tabla 64 Beneficios económicos.....	126
Tabla 65 Clasificación y jerarquización del mantenimiento en vías pavimentadas	127
Tabla 66 Costo de mantenimiento para pavimentos flexibles.....	127
Tabla 67 Resumen de presupuesto para pavimentos de asfalto	128
Tabla 68 Criterios de decisión RBC.....	129
Tabla 69 Cálculo beneficios / costos de la vía asfaltada	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localidad Urbanización Vista Hermosa - Cantón Pallatanga	3
Figura 2 Vía a intervenir	3
Figura 3 Mapa de la Urbanización Localidad Vista Hermosa	5
Figura 4 Mapa geológico del Cantón Pallatanga	17
Figura 5 Mapa de riesgo sísmico del Ecuador	20
Figura 6 Muestra de suelo	23
Figura 7 Estructura de concreto asfáltico	30
Figura 8 Mapa de la Mina “Flores”	32
Figura 9 Panorama de la Mina “Flores”	32
Figura 10 Calle Emilio Moreno	37
Figura 11 Características vehiculares.....	38
Figura 12 Distribución máxima de carga por eje en vehículos pesados	38
Figura 13 Periodo de diseño.....	49
Figura 14 Vías a asfaltar	60
Figura 15 Sección de diseño	64
Figura 16 Mapa del Ecuador	65
Figura 17 Precipitación media mensual de la estación EL LABRADO	70
Figura 18 Distribución anual de precipitación	70
Figura 19 Curvas de intensidad / duración/ frecuencia de la zona del proyecto.....	73
Figura 20 Secciones transversales de las calles principales de la zona.....	74
Figura 21 Información cartográfica	74
Figura 22 Drenaje longitudinal	75
Figura 23 Elementos que componen en la vía	76
Figura 24 Pendiente transversal	77
Figura 25 Tipo de sumidero para el proyecto	77
Figura 26 Sumidero de calzada	79
Figura 27 Área de Urbanización Vista Hermosa	86
Figura 28 Área de influencia socioeconómica de la Urbanización Vista Hermosa.....	87
Figura 29 Señales preventivas.....	106
Figura 30 Pare R 1-1	107
Figura 31 Pare R 1-2	108
Figura 32 Una vía izquierda (R2-1I), o derecha (R2-1D).....	108
Figura 33 Doble vía R 2-2.....	109
Figura 34 Señales informativas.....	109
Figura 35 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.....	111
Figura 36 Líneas de separación de carriles segmentados.....	112
Figura 37 Líneas “Cruce cebra”	113
Figura 38 Flechas en las vías con velocidades menores o igual 50 km/h.....	114
Figura 39 Información de la señalética de la urbanización.....	114

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en el diseño y estudio de la capa de rodadura del pavimento flexible para la urbanización Vista Hermosa, su principal objetivo es la mejora en la calidad y durabilidad de las vías de circulación internas. Se emplearon métodos ingenieriles de conteo vehicular y el diseño de pavimento para evaluar las condiciones del tráfico actual, para proponer soluciones adecuadas.

En primer lugar, se realizó un conteo vehicular en diferentes días y horarios de la semana con el fin de recabar datos precisos del flujo de tráfico vehicular en la zona. Estos datos fueron analizados y utilizados para determinar las cargas de tráfico esperadas en las vías de la urbanización, para la obtención del número equivalente de ejes ESAL'S, ya que es parámetro esencial para el diseño de la superficie vial del pavimento.

Posteriormente, se realizó un estudio de diseño de pavimento utilizando métodos y estándares establecidos por la normativa vigente AASHTO 93. Se consideraron factores como el tráfico esperado, tipologías del suelo, el clima local y el material disponible en el área de trabajo. Con base en estos análisis, se propuso una estructura superficial de pavimento sobre una capa flexible; cumpliendo los requerimientos de resistencia y durabilidad.

Se obtuvieron resultados que demuestran que la capa de rodadura y el diseño de pavimento propuesto es adecuado para la Urbanización Vista Hermosa.

Finalmente, luego de un estudio económico con proyección a 20 años, se determinó que es factible desde lo técnico y financiero; con el fin de mejorar la calidad de vida de los futuros habitantes al proporcionar una infraestructura vial confiable y duradera.

Palabras claves: Pavimento, Económico, Infraestructura

ABSTRACT

This research work focuses on the design and study of the rolling layer of the flexible pavement for the Vista Hermosa urbanization, its main objective is to improve the quality and durability of internal circulation roads. Engineering methods of vehicle count and pavement design were used to evaluate current traffic conditions, to propose appropriate solutions.

First, a vehicle count was carried out on different days and times of the week in order to collect precise data on the flow of vehicular traffic in the area. These data were analyzed and used to determine the expected traffic loads on the roads of the urbanization, to obtain the equivalent number of ESAL'S axes, since it is an essential parameter for the design of the road surface of the pavement.

Subsequently, a pavement design study was carried out using methods and standards established by the current AASHTO 93 regulations. Factors such as expected traffic, soil typologies, local climate and the material available in the work area were considered. Based on these analyses, a pavement surface structure on a flexible layer was proposed; meeting the requirements of resistance and durability.

Results were obtained that show that the surface layer and the proposed pavement design is adequate for the Vista Hermosa Urbanization.

Finally, after an economic study with a 20-year projection, it was determined that it is technically and financially feasible; in order to improve the quality of life of future inhabitants by providing a reliable and durable road infrastructure.

Keywords: Pavement, Economic, Infrastructure

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 Introducción

Ubicada en Pallatanga, Provincia de Chimborazo, la Urbanización Vista Hermosa es un área en crecimiento con una red de caminos que son de uso frecuente. La calidad del pavimento de estas vías es fundamental; afianzando la seguridad de los beneficiarios de la zona y la normal circulación de los peatones y de los conductores en sus vehículos.

En este contexto, el diseño de la capa flexible en una superficie del pavimento se convierte en un tema clave asegurando la durabilidad y el adecuado desempeño del pavimento en la urbanización Vista Hermosa. Por lo tanto, es necesario un diseño cuidadoso, considerando las cargas equivalentes del tráfico, las propiedades del terreno y los materiales disponibles, para construir pavimentos duraderos y seguros.

El objetivo de este estudio es realizar recomendaciones para el diseño de pavimento de las vías de la urbanización Vista Hermosa, considerando las especificaciones del área y los reglamentos técnicos, además de las normas de construcción aplicables. Para lograr este objetivo, se revisará la literatura existente sobre el diseño de capa de rodadura para los pavimentos flexibles y se someterá a pruebas de campo, de pista y de laboratorio para establecer las características del suelo como también los materiales disponibles, así como los métodos de diseño adecuados.

Los resultados que se vaya obtener en el estudio brindará una guía útil para el diseño de superficie de los pavimentos flexibles para las vías de la urbanización Vista Hermosa, para ser aplicado en otros proyectos similares.

1.2 Problema de estudio

1.2.1 Antecedentes

Podemos apreciar una evidente contradicción entre el progreso poblacional y el ecosistema, ya que es necesario realizar ciertos cambios que generan impactos positivos o negativos dentro del medio ambiente por ejemplo impactos en la atmósfera como tal, en la vegetación, en el agua y suelo, y también en lo que tiene que ver con las costumbres ancestrales de la población de la urbanización.

El impacto tecnológico directo en la construcción tradicional de las carreteras en el entorno natural genera ciertos movimientos en la tierra al realizar construcciones de mayor o menor escala; como las explanaciones terraplenes o de plataforma, cimentación de alcantarillas y puentes, pavimentación de carreteras y otras vías de comunicación terrestres, estos poseen un impacto negativo en el entorno ambiental, por esta razón el Ingeniero civil debe tener un pleno conocimiento desde el inicio de la creación y desarrollo del proyecto hasta su ejecución; teniendo en cuenta los elementos del ecosistema que pueden ser afectados.

En cuanto a la construcción de las capas de rodadura especialmente las que se construye mediante carpetas de asfalto las cuales son procesadas en una planta asfáltica, generando contaminación en el aire, incluyendo todos los productos químicos utilizados dentro ellas tales como: el óxido de metileno, ácido fénico, compuestos orgánicos de los policíclicas y toluol. El transporte en sí y las operaciones de almacenamiento tienen la capacidad de liberar compuestos orgánicos altamente volátiles como lo es los policíclicos, hidrocarburos y las partículas finas condensadas.

1.2.2 Importancia y Alcance

Este trabajo de titulación hace énfasis en las necesidades de contar con una correcta estructura de pavimentos en la Urbanización Vista Hermosa ya que con esto se mejoraría considerablemente la plusvalía de la obra, así como el bienestar de los pobladores, por otro

lado, se pudo evidenciar que existen precipitaciones de lluvia que generalmente dañan las calles afectando la circulación vehicular y a los peatones, generando tanto problemas de salud como afectaciones a vehículos y viviendas.

Este trabajo incluye el desarrollo de los planos y especificaciones técnicas para redesarrollo del diseño de pavimentos, esto implica determinar las particularidades del pavimento más adecuado, definiendo el tipo de espesor de las diferentes superficies del pavimento considerando las especificaciones del material que se va a utilizar.

Deberemos prestar atención a la correcta planificación de la distribución vial dentro de la urbanización para garantizar una circulación eficiente y segura de vehículos y peatones, así como la correcta colocación de señaléticas en la vía y control en la etapa de ejecución de dicha obra.

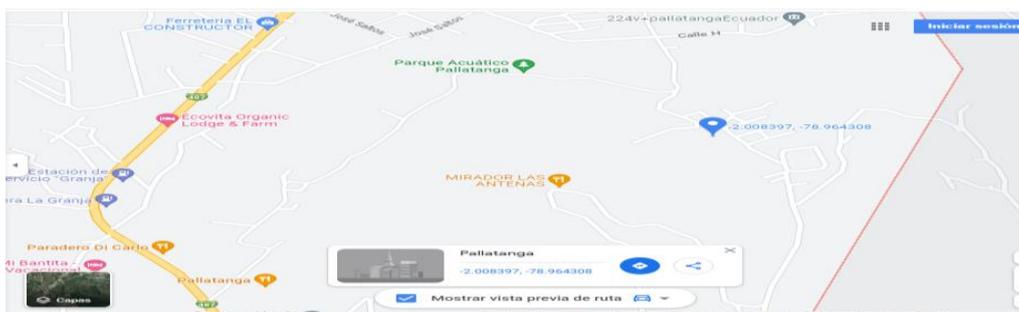
1.2.3 Delimitación

LA PROPUESTA DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ESTÁ PENSADA PARA SER APLICADA EN LA SIGUIENTE LOCALIDAD URBANIZACIÓN VISTA HERMOSA (9 KM DE VÍAS A INTERVENIR), CANTÓN PALLATANGA - PROVINCIA CHIMBORAZO.

Universal Transverse Mercator (UTM): X (este): 715299.952579, Y (norte): 9670067.756159, zona: 17, hemisferio sur.

Figura 1

Localidad Urbanización Vista Hermosa – Cantón Pallatanga



Nota. Ubicación de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor a través de la App Google Maps, 2023.

Figura 2

Vía a intervenir



Nota. Fotografías de las vías de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor a través de Cámara digital.

1.3 Justificación

Este trabajo de titulación tiene como objeto optimizar la comodidad de los moradores de la Urbanización Vista Hermosa y el problema que existe por la inadecuada infraestructura para los peatones y vehículos esto es un fenómeno que se encuentra en todo el mundo, pero en países desarrollados han conseguido superar esta problemática, no obstante, en varios países de Latinoamérica en este caso Ecuador, sigue afectando a los proyectos que están relacionados con el desarrollo sostenible. Esto es un tema muy importante para la construcción de una correcta infraestructura a nivel urbano poblacional porque promueve el desarrollo social permitiendo mejorar sus ingresos, la facilidad de movilidad y el bienestar en la salud etc.

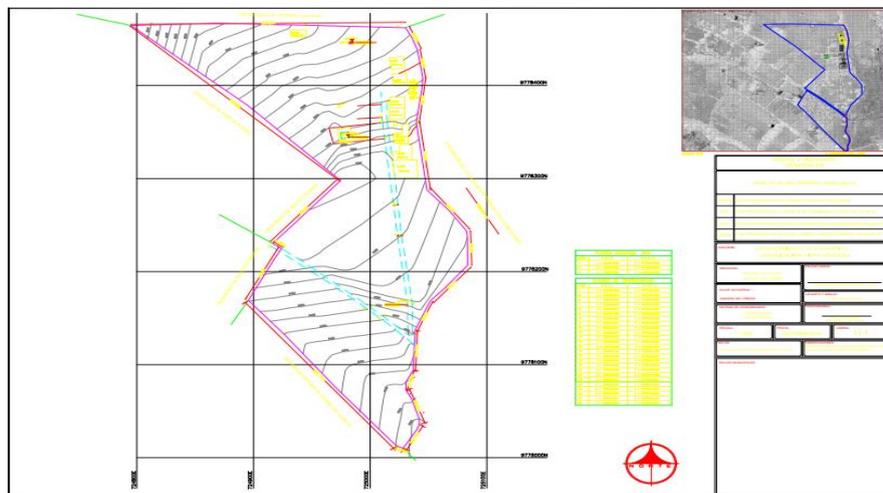
Además, no será necesario preocuparse de su mantenimiento en cortos períodos, por cuanto a los caminos intervenidos con la tecnología para estabilizar las estructuras puesto que requerirán de procedimientos mínimos para su mantenimiento cada CINCO y DIEZ años (dependiendo del tráfico vehicular) y así garantizar permanente e indefinidamente, caminos en excelentes condiciones de seguridad y confort.

1.4 Grupo Objetivo

La estructura de pavimento propuesta está pensada y estudiada para ser aplicada en la Urbanización Vista Hermosa lo cual beneficiara a los habitantes que actualmente allí residen, así como a los futuros moradores que lleguen a vivir en esta comunidad habitacional y pensando posteriormente en la aplicación de este pavimento sustentable en otras obras ya sean Urbanizaciones, Vías etc.

Figura 3

Mapa de la Urbanización Localidad Vista Hermosa



Nota. Plano de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor a través del software Civil 3D, 2023.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar y realizar la propuesta de diseño de la capa de rodadura para las Vías de la Urbanización Vista Hermosa.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar los estudios necesarios para el diseño de pavimentos.
- Comprobar los beneficios de pavimentar la urbanización Vista Hermosa.
- Diseñar y ejecutar la estructura de pavimento para la urbanización Vista Hermosa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Pavimentos sustentables

Para el estudio, diseño y construcción de pavimentos sustentables se debe asegurar el comportamiento satisfactorio del pavimento a nivel mecánico y su impacto ambiental en este caso, de manera obligatoria la capa del suelo de la subrasante debe poseer una densidad y soporte uniforme.

En superficies inestables que se presenta durante la construcción, el material debe ser excavado y reemplazado con otro material del mismo tipo de las áreas adyacentes, el cual debe ser compactado a densidad similar; existe una equivocación en base al relleno los baches en zonas débiles con material granuloso de alta calidad, puesto que se atenta contra el soporte y armado del pavimento el cual debe ser nivelado.

Para que se realice una correcta pavimentación es preciso considerar ciertos componentes tales como; (Fiuba, 2018).

- El material debe ser comprobado a través del ensayo INEN 696 y el sistema AASHTO T-11 / T-27.
- Requisitos especificados para material bituminoso en la subsección 810-4 del MTOP.
- Estudios o levantamiento topográficos de la zona o área: La planimetría y la altimetría de la ubicación son la base fundamental para proyectos viales, su ejecución y aplicación ayuda a registrar datos de campo que son reflejados en los planos de manera geométrica del lugar.
- Características físicas: Se refiere a las características y tipologías del pavimento, las dimensiones viales, estructura geométrica del pavimento; es preciso considerar la estructura del suelo para la construcción de las vías para la ejecución del proyecto.

- Geología: Se refiere a las distintas composiciones, tipología y características de suelos que conlleva realizar estudios representativos que determinan la factibilidad de la ejecución del proyecto vial.

Es importante conocer los tipos tradicionales de pavimentos para considerar similitudes y diferencias, así como métodos constructivos que nosotros planeamos aplicar para tener una idea de porque el pavimento flexible que aplicaremos es considerado como sustentable, (García, 2018).

- Pavimento de concreto: El hormigón tiende a absorber la mayor parte de la carga sobre el pavimento.
- Pavimento flexible: La fuerza se transfiere a las capas subyacentes.
- Pavimento articulado: Están elaborados de hormigón en forma de adoquines muy resistentes.

2.2 Base estabilizada

Es una capa que se encuentra en el interior de la estructura del pavimento que se utiliza para proporcionar un soporte sólido y resistente a las cargas del tráfico. Dicha capa se encuentra en la mitad de la subbase y la rodadura del pavimento.

La base estabilizada está diseñada para mejorar las características del suelo existente, generalmente suelos naturales o suelos de mala calidad, mediante la adición de materiales estabilizadores. Estos materiales pueden incluir estabilizadores químicos, como cemento, cal o estabilizadores mecánicos, como agregados triturados o estabilizadores geotécnicos.

La adición de estos materiales estabilizadores tiene como objetivo mejorar la resistencia y la capacidad de apoyo en el suelo, para reducir las susceptibilidades a ladeformaciones, mejorando las propiedades de drenaje del pavimento. Esto ayuda a prevenir el hundimiento y el deterioro prematuro del pavimento, así como a garantizar una superficie de conducción más estable y duradera.

El proceso de construcción de una base estabilizada implica la mezcla y compactación del suelo existente con los materiales estabilizadores. Dependiendo de los materiales utilizados, se pueden requerir equipos y técnicas específicas, como mezcladoras de suelo, compactadoras y equipos de curado.

Es de gran importancia enfatizar que la construcción y el diseño de una base estabilizada para pavimento deben seguir los estándares y las especificaciones de diseño adecuados, que pueden variar según la ubicación y las condiciones específicas del proyecto. Estos estándares incluyen consideraciones sobre el grosor de la base, la cantidad y las características del material estabilizador, así como los requisitos de compactación y curado.

La base estabilizada es una parte fundamental en la construcción de pavimentos, ya que contribuye a la estabilidad y durabilidad del pavimento en general.

2.3 Material bituminoso

El material bituminoso es una mezcla compuesta principalmente por asfalto, que es un producto derivado del petróleo. Es una sustancia viscosa con alta adherencia que se emplea en la cimentación de las carreteras debido a sus propiedades.

El material bituminoso se utiliza como aglutinante o ligante en la fabricación de mezclas asfálticas, que son utilizadas para crear las capas superiores de los pavimentos. Estas mezclas asfálticas están compuestas por agregados pétreos, como grava y arena, que son unidos por el asfalto. El asfalto actúa como un adhesivo, manteniendo los agregados unidos y proporcionando resistencia y estabilidad al pavimento.

El material bituminoso se caracteriza por su capacidad para resistir las cargas y deformaciones causadas por el tráfico y las fluctuaciones de temperatura. Es flexible, lo que permite que el pavimento se contraiga y se expanda sin agrietarse. Además, el asfalto es impermeable, lo que ayuda a evitar la penetración del agua y protege la estructura del pavimento de daños relacionados con la humedad.

El material bituminoso también ofrece propiedades de adherencia, lo que significa que se adhiere bien a los agregados, proporcionando una superficie de conducción segura y de alta fricción. Esto ayuda a prevenir el deslizamiento de los vehículos y mejora la seguridad vial.

En resumen, un material bituminoso es una mezcla compuesta principalmente por asfalto que se emplea como aglutinante en la cimentación de pavimento y carreteras. Proporciona resistencia, flexibilidad, impermeabilidad y adherencia, lo que contribuye a la durabilidad y el rendimiento de los pavimentos.

2.4 Normativa de diseño

En Ecuador, las normativas y estándares de diseño para pavimentos flexibles están determinadas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. A continuación, se mencionará algunas de las normativas relevantes empleadas dentro del diseño de pavimento flexible en el Ecuador:

Norma INEN 2371:2014. Pavimentos flexibles: Se establecen requerimientos para esta norma en su diseño y cimentación de pavimentos flexibles en el Ecuador. Incluye aspectos relacionados con los materiales, dimensionamiento estructural, diseño de mezclas asfálticas, capas de pavimento, drenaje, y control de calidad, entre otros.

Norma INEN 1336:2011. Asfaltos: Los requisitos técnicos y calidad de los asfaltos utilizados en la construcción de pavimentos, se encuentran establecidos en esta norma. Define los parámetros y propiedades que deben cumplir los asfaltos en términos de penetración, punto de ablandamiento, viscosidad, contenido de asfalto, entre otros aspectos.

Norma INEN 2123:2004. Materiales granulares para pavimentos: Esta norma específica requiere de criterios para el material granular empleados en la base y subbase de los pavimentos. Incluye aspectos relacionados con la granulometría, densidad, resistencia y otros requisitos físicos y mecánicos de los materiales granulares.

Norma INEN 2122:2004. Suelos - Clasificación y procedimientos de ensayo: Los procedimientos de clasificación y estudio de la evaluación del suelo empleado en la cimentación de pavimentos. Define los criterios para la identificar y clasificar el suelo según sus características mecánicas y físicos.

No solo existe estas normativas descritas, si no también existen otros como, el MTOP que emite manuales de las técnicas específicas para su diseño y construcción de pavimentos flexibles dentro del contexto ecuatoriano. Estos documentos proporcionan directrices detalladas sobre aspectos como el diseño de su estructura, el dimensionamiento de las capas, el tráfico esperado y evaluación del suelo, etc.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Metodología de diseño

En nuestro país a nivel general, se considera seguir los pasos en base a la metodología de diseño y estudio del pavimento flexible y sus capas de rodadura.

3.1.1 Recopilación de datos

Se recopilan datos relacionados con el tráfico esperado, las condiciones climáticas, el tipo y calidad del suelo subyacente, entre otros. Estos datos son fundamentales para determinar las características y requisitos de diseño de las capas de rodadura.

3.1.2 Evaluación del tráfico

Se realiza un análisis del tráfico que tendrá la vía, considerando el volumen, la composición de vehículos, las cargas por eje y otras características relevantes. Esto permite determinar las cargas y esfuerzos que la capa de rodadura deberá soportar durante su vida útil.

3.1.3 Selección de mezcla asfáltica

Se elige la mezcla de asfalto más adecuada para la capa de rodadura, teniendo en cuenta las condiciones locales, el tráfico esperado y los materiales disponibles. Esto implica considerar aspectos como la tipología del asfalto, el análisis de la textura del suelo, los aditivos y las propiedades deseadas de la mezcla.

3.1.4 Diseño estructural

Se lleva a cabo el diseño de la estructura de las capas de rodadura del pavimento, garantizando que pueda soportar las cargas del tráfico y resistir las deformaciones causadas por las cargas repetidas. Se utilizan métodos de diseño mecanístico - empíricos que consideran factores como: número de eje de carga equivalente, módulo de elasticidad del material y otros parámetros relevantes.

3.1.5 Dimensionamiento de la capa de rodadura asfáltica

Basándose en el diseño de la estructura del pavimento, se determina el grosor adecuado de la capa de rodadura. Implica considerar la capacidad de resistencia del suelo subyacente, así como las características mecánicas de los materiales de la capa de rodadura.

3.1.6 Consideraciones de drenaje

Se deben tener en cuenta las necesidades de la capa de rodadura en cuanto a drenaje para evitar problemas de acumulación del agua que provoca daños relacionados con la humedad. Se incorporan elementos como pendientes transversales, bermas, cunetas y sistemas de drenaje adecuados para garantizar un buen drenaje de la superficie.

Es importante seguir el método de diseño de pavimento flexible que es empleado en Ecuador para asegurar la calidad en su ejecución de la capa superficial de rodadura.

3.2 Metodología de ejecución

3.2.1 Preparación del área de trabajo

- Despeje y limpieza del área de trabajo.
- Marcado y trazado en la capa de rodadura sus límites.

3.2.2 Preparación de la base existente

- Remoción y demolición de la capa de rodadura antigua, si es que lo amerita.
- Ajuste y nivelación de la subbase existente para asegurar una superficie uniforme.

3.2.3 Colocación de la subbase

- Transporte y extendido del material granular para la subbase.
- Compactación del material utilizando rodillos o compactadoras.
- Verificación del espesor y nivelación de la subbase.

3.2.4 Colocación de la capa base

- Transporte y extendido del material granuloso para la base de la capa.
- Compactación del material utilizando rodillos o compactadoras.

- Verificación del espesor y nivelación de la capa base.

3.2.5 Colocación de la capa de rodadura asfáltica

- Preparación de la mezcla de asfalto.
- Transporte de la mezcla de asfalto caliente a la obra.
- Extendido de mezcla de asfalto sobre la base de la capa.
- Compactar la mezcla utilizando rodillos vibrantes o compactadoras.

3.2.6 Acabado y sellado.

- Realización del acabado final de la capa superficial de la rodadura asegurando que estén lisas y uniformes.
- Sellar las juntas y bordes de la capa de rodadura para prevenir infiltraciones de agua.
- Es importante seguir una metodología de ejecución planificada con la finalidad de optimizar tiempo y recursos en la ejecución de lo planificado en el proyecto.

Es necesario seguir una metodología de ejecución en una obra asegurando contar con todos los equipos y lo más importe la mano de obra. Además, se recomienda seguir un cronograma de actividades para optimizar el tiempo estimado.

3.3 Evaluación de los beneficios sociales y económicos

3.3.1 Valoración de la situación actual

Es necesario realizar una evaluación del contexto actual de la urbanización, incluyendo el estado de las vías existentes, las condiciones de tráfico, los problemas de drenaje y cualquier otra limitación o necesidad identificada.

3.3.2 Identificación de objetivos y beneficios esperados

Define los objetivos específicos que se esperan lograr con la pavimentación de las vías. Estos objetivos pueden incluir la mejora de la concentración del aire en el entorno, reducir el ruido en el ambiente, mejorar el bienestar de los residentes y disminuir el escurrimiento de agua. Identifica los beneficios económicos y ambientales asociados a cada objetivo.

3.3.3 Análisis de costos

Es necesario realizar un estudio de los costos agregados sobre la pavimentación de las vías. Esto incluye los costos del material, sueldo de los empleados, los estudios del diseño, los permisos y licencias, entre otros. Considerar también los costos a largo plazo referente a la reparaciones y mantenimientos.

3.3.4 Análisis de beneficios económicos

Identifica y cuantifica los bienes monetarios que procederá de la pavimentación. Estos pueden incluir ahorros en los costos de reparaciones y mantenimientos, aumento del valor sobre las propiedades adyacentes, mejora de la eficiencia logística y reducción de los tiempos de viaje para residentes y empresas.

3.3.5 Análisis de beneficios ambientales

Identificaremos y cuantificaremos los beneficios ambientales que se obtendrán con la pavimentación. Estos pueden incluir las reducciones de las emisiones de los gases efecto invernadero, disminución de las escorrentías de agua y contaminantes, también la reducción del ruido en el ambiente, reducción del consumo energético, la mejora de la concentración del aire.

3.3.6 Valoración de los beneficios

Asigna valores monetarios o ambientales a los beneficios identificados en los pasos anteriores. Esto puede requerir la utilización de métodos de valoración económica y ambiental, como análisis de beneficio-costos, estudio del ciclo de vida y el análisis del impacto ambiental. Consultar a expertos en economía y medio ambiente para obtener los valores más precisos posibles.

3.3.7 Comparación de beneficios y costos

Se realiza una comparación entre los beneficios y costos monetizados o valorados ambientalmente. Esto permitirá evaluar si los beneficios económicos y ambientales superan los costos de la pavimentación. Si la relación costo-beneficio es favorable y los beneficios

ambientales son significativos, esto proporcionará un respaldo para la ejecución del proyecto de pavimentación.

Usar el método ya planteado para la evaluación nos arroja resultados importantes a nivel beneficios económicos sociales, así como protección y responsabilidad ambiental de la ejecución de nuestro proyecto.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

4.1 Alcance del estudio

Se realiza una investigación del subsuelo para comprender la composición geológica de la zona. Esto implica la identificación de la tipología de los suelos y la presencia de rocas, la estratigrafía y cualquier otro aspecto geológico relevante que pueda afectar la estabilidad del terreno y la calidad de la cimentación.

Realizaremos un análisis detallado de las características geotécnicas del suelo que está presente en la urbanización. Esto incluye la determinación del CBR y MR, así como cualquier otro parámetro que sea importante para el diseño de pavimentos.

4.2 Ubicación del proyecto

Tabla 1

Universal Transverse Mercator (UTM): X (este): 715299.952579, Y (norte):9670067.756159, zona: 17, hemisferio sur.

PUNTO	NORTE	ESTE
PROYECTO	9670067.75	715299.95

Nota. Ubicación de la urbanización. Elaborada por: El autor a través de la App GPS Móvil, 2023.

El desarrollo del proyecto se ubica en la Provincia de Chimborazo específicamente en el Cantón Pallatanga por lo cual tendremos que considerar varios aspectos sísmicos geológicos y geográficos propios de la región en los cuales priman características como alto riesgo sísmico, depósitos de suelos volcánicos y formaciones de rocas metamórficas y sedimentarias

4.3 Características geológicas del suelo

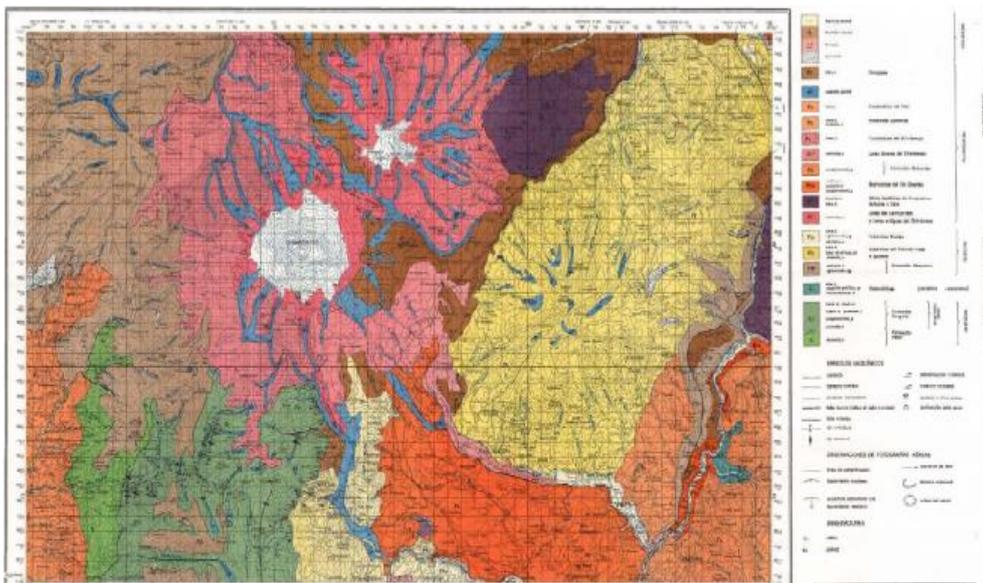
4.3.1 Geología regional

El área de estudio esta predomina por un depósito de capa de sedimentos volcánicos de espesor uniforme denominado cangahua.

En el siguiente Mapa geológico se puede evidenciar las composiciones de rocas que inciden en el cantón Pallatanga.

Figura 4

Mapa geológico del Cantón Pallatanga



Nota. Carta Geológica del Cantón Pallatanga. Fuente:(Instituto Geográfico Militar ,2016).

La geología hace referencia a los tipos de rocas que existen debajo de la superficie terrestre, es importante saber qué tipo de material encontraremos bajo la superficie del terreno ya que tomaremos una serie de consideraciones como las propiedades geológicas. Esto determina la estructuración del suelo, ya que se ve afectado el flujo de agua en las infiltraciones subterránea, además del ascenso y saturación a nivel freático.

Las características de las rocas, afectan de manera directa al suelo y se forma la meteorización que se compone por el estado de litología y la microestructura del grano.

Tabla 2*Cartografía geológica*

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Volcánicos Sicalpa	Pl _{VSI}	Plioceno	Piroclastos de colores claros de tobas y aglomerados con fragmentos de andesita; ocasionales niveles de lavas andesíticas	9
Formación Alausí	Pg _{Al}	Paleógeno	Lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente	66
Formación Yunguilla	K _{Yg}	Cretácico	Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas	27
Formación Macuchi	K _M	Cretácico	Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-dibasas, basaltos sub-porfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas	70
Formación Piñón	K _P	Cretácico	Rocas ígneas básicas (diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, andesita basáltica), tobas y capas delgadas de argilita y grauvacas; complejos de diques	156
Granodiorita	IN Gd	-		10

Nota. Geología del Cantón Pallatanga. Fuente:(GAD Pallatanga, 2022).

El Cantón Pallatanga, se encuentra ubicado en la Provincia de Chimborazo en Ecuador, el cual posee una geología diversa.

4.3.2 Formaciones volcánicas

El Ecuador está rodeado de volcanes activos más un en la Provincia de Chimborazo por lo que es posible que existan formaciones volcánicas en el subsuelo de Pallatanga. Estas formaciones pueden incluir lavas, piroclastos y materiales volcánicos depositados durante erupciones pasadas.

4.3.3 Depósitos sedimentarios

La presencia de ríos en la región puede haber dado lugar a la acumulación de sedimentos en el subsuelo. Esto puede incluir depósitos aluviales, como arenas, gravas y limos, que se forman a lo largo de las riberas de los ríos.

4.3.4 Rocas metamórficas

La provincia de Chimborazo también puede contener rocas metamórficas, como esquistos y mármoles. Gracias a las altas temperaturas y presión forman este tipo de rocas.

4.3.5 Rocas sedimentarias

Existen rocas sedimentarias en el subsuelo de Pallatanga, como calizas y areniscas. Estas rocas se forman a partir de la acumulación de sedimentos en áreas marinas o fluviales.

4.3.6 Estructuras tectónicas

La urbanización Vista Hermosa se encuentra en una zona tectónicamente activa, por lo que es posible encontrar estructuras tectónicas en el subsuelo, como fallas, pliegues y fracturas, que pueden influir en la geología y la estabilidad del terreno tomando especial atención en la falla de Pallatanga y las placas tectónicas que influyen en este fenómeno.

Es importante tener en cuenta que la geología de una región puede variar incluso dentro de un cantón, y es necesario contar con estudios geológicos detallados y actualizados para obtener información precisa sobre el subsuelo de una zona específica en el cantón Pallatanga.

4.4 Geomorfología

4.4.1 Pendientes pronunciadas

Debido a la ubicación en un perfil montañoso cercano al cerro Navaj la urbanización Vista Hermosa tiene pendientes pronunciadas en algunos sectores. Esto influye en el diseño y la planificación de las vías, así como estructuras de la urbanización.

4.4.2 Formaciones rocosas y paisaje

La zona de estudio se encuentra formado por estructuras geológicas como vestigios volcánicos que está formado por un acumulo de materiales piroclástico, descargas de lava y de ceniza volcánica especialmente del Paleozoico. Por otro lado, los accidentes geográficos más relevantes son las montañas y lomas. El dominio del proyecto está rodeado por paisaje y de tierras de cultivo. La topografía del área del proyecto está determinada por una pendiente del 20% que se inicia al pie del Trigoloma y termina en el Parque Pallatanga cerca de la calle Emilio Moreno, vía principal de la urbanización.

4.4.3 Terrazas o plataformas

Dentro de la zona de influencia existen terrazas o plataformas a diferentes altitudes. Estas pueden haber sido formadas por procesos de sedimentación.

4.5 Riesgos naturales

4.5.1 Riesgo sísmico

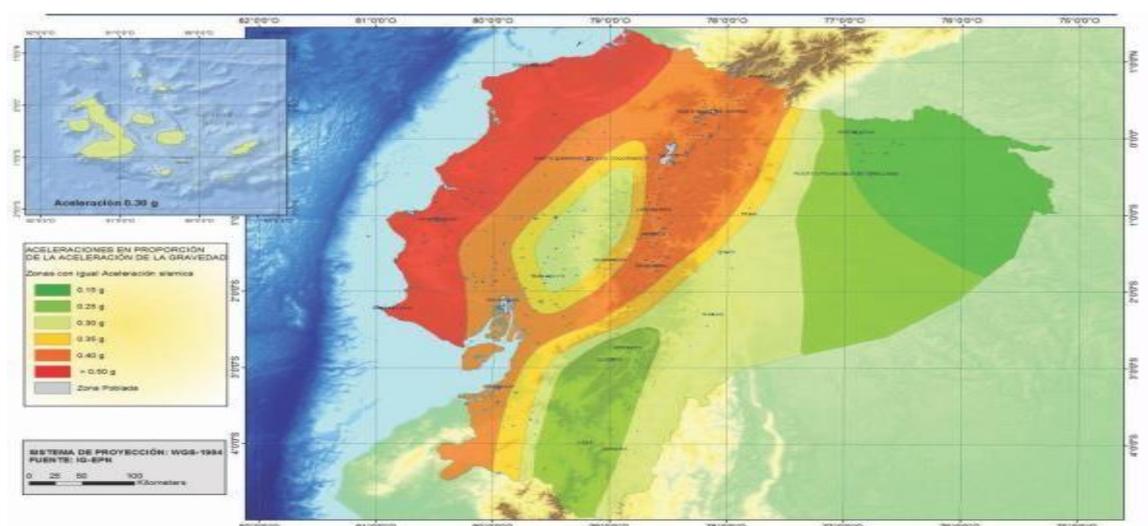
Los sismos que perturban al Cantón Pallatanga proceden de tres áreas: La primera área es de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana, la segunda área al oeste de la costa ecuatoriana y la tercera área en la cordillera Andina y Subandina en la placa Sudamericana.

El Ecuador se divide en dos zonas de riesgo de actividad sísmica que son identificadas por colores según su peligrosidad, (MTO, 2021).

Para ejecutar el diseño en obras civiles, en este caso en las vías terrestres es necesario la identificación del factor de zona Z y sus valores para determinar el incremento de aceleración de las rocas durante una situación sísmica.

Figura 5

Mapa de riesgo sísmico del Ecuador



Nota. Zonificación sísmica del Ecuador. Fuente: (Instituto Geofísico, 2011).

Tabla 3

Valor del factor zona Z en relación a la zona sísmica adoptada

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥0,50
Características del peligro Sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Nota. Valor de aceleración máxima esperada en roca. Fuente: (Instituto Geofísico, 2011).

Según la información general sobre la actividad sísmica en Ecuador, el cantón Pallatanga está expuesto a diferentes niveles de riesgo sísmico. Los riesgos sísmicos pueden variar dependiendo de factores como la proximidad de fallas geológicas activas, la profundidad y magnitud de los terremotos pasados y la geología local.

Para conocer estos datos de importancia para el diseño de la capa de rodadura en la Urbanización Vista Hermosa se utilizó datos de instituciones especializadas como el Instituto Geofísico de Ecuador y el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. Estas instituciones proporcionan información detallada sobre la actividad sísmica como son los mapas de peligro sísmico y las recomendaciones de construcción segura en la zona.

Es importante tener en cuenta el riesgo sísmico al planificar y diseñar infraestructuras, así como al implementar medidas de preparación y respuesta en caso de un evento sísmico. Se recomienda seguir las pautas y regulaciones locales para la construcción y tener en cuenta la resistencia sísmica al desarrollar proyectos en áreas propensas a sismos.

4.5.2 Riesgo volcánico

En el Ecuador se encuentra la Provincia de Chimborazo y se ubica el Cantón Pallatanga, esta región está cerca a varios volcanes activos lo cual nos invita a prestar atención especialmente al volcán Sangay, ubicado aproximadamente a 100 km al sureste de Pallatanga.

El volcán Sangay es un volcán activo y ha presentado erupciones regulares en los últimos años. Aunque el riesgo volcánico puede ser más alto en las zonas cercanas al volcán

Sangay y en las rutas de posibles flujos de lava, también es importante considerar la dispersión de cenizas volcánicas y los flujos piroclásticos que pueden alcanzar áreas más distantes en caso de una erupción.

4.6 Estudio de los suelos

4.6.1 Extracción de muestra

La subrasante posee propiedades mecánicas que es necesario conocerlos para la realización de sondeos a lo largo del proyecto tomando muestras a nivel de subrasante hasta 1.50 m de profundidad y cada 500 m a lo largo de las calles de acceso a la urbanización Vista Hermosa.

Se empleó el método de sondeo con calicatas que se basa en:

- La extracción del suelo mediante el uso de calicatas es un método comúnmente utilizado para obtener una muestra de los suelos con la finalidad de efectuar un estudio analítico de sus características. A continuación, se describirá los pasos básicos para llevar a cabo este proceso.
- Selección del sitio: Elige la ubicación adecuada para realizar las calicatas. Debe representar de manera precisa el área que se desea analizar, librando de cualquier obstáculo o interferencias que afectarán las extracciones de las muestras.
- Preparación de los terrenos: Limpiar y remover cualquier vegetación o material superficial que pueda interferir con la extracción de las muestras.
- Excavación de la calicata: Utilizando herramientas como una pala o una retroexcavadora, comienza a excavar un agujero en forma de pozo. La profundidad de la calicata dependerá de los objetivos del análisis y las características que buscamos
- Toma de muestras: La calicata excava, se toma muestras de suelo a intervalos regulares o en profundidades específicas. Para ello, puedes utilizar herramientas como una

barrena o una pala de muestreo. Asegurándose de tomar muestras representativas en diferentes capas del suelo para la obtención de una visión total de sus características.

Todas las muestras tomadas en SITU, fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos y materiales para realizar los ensayos respectivos para caracterizar la subrasante.

Figura 6

Muestra de suelo



Nota. Fotografía Calicata realizada para toma de muestra. Elaborada por: El autor a través de Cámara digital.

4.6.2 Ensayos de laboratorio

Para realizar los ensayos es necesario de la muestra obtenidas en el campo:

Tabla 4

Ensayos para muestras de campo

Contenido de humedad natural	ASTM D-2216
Análisis Granulométrico	ASTM D-422
Límite Líquido	ASTM D-4318
Límite Plástico	ASTM D-4318
Índice de Plasticidad	ASTM D-4318
Clasificación USCS y AASHTO	
Compactación	AASHTO T-180
CBRs de Laboratorio	ASTM D-1883

Nota. Ensayos recomendados para muestras del suelo. Elaborado por: El autor.

4.6.3 Tipo de Suelo

4.6.3.1 Metodología para la clasificación del tipo de suelo. Clasificación de los suelos según dos sistemas: El primero sistema es American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el segundo sistema es Unified Soil Classification System (USCS), (Guerra et al., 2018) Estos sistemas son ampliamente utilizados para su clasificación y descripción de los suelos para la construcción.

El AASHTO, emplea un procedimiento de codificación unificado para suelos granulares y cohesivos. Para clasificar los suelos de debe considerar el tamaño de las partículas y el contenido de la plasticidad. Clasificaciones dentro del sistema AASHTO:

- Grava (G): Partículas con tamaño mayor a 4.75_{mm} (N°4).
- Arena (S): Partículas con tamaño entre 0.075_{mm} (N°200) y 4.75_{mm} (N°4).
- Arcilla ©: Partículas con tamaño mínimo a 0.075_{mm} (N°200) y exhiben plasticidad.
- Limos (M): Partículas con tamaño mínimo a 0.075_{mm} (N°200) y no exhiben plasticidad.

Estas clasificaciones se combinan para describir las características del suelo. Por ejemplo, una clasificación GP representa una mezcla entre (G) grava y (S) arena sin contenido de plasticidad, mientras que una clasificación CL representa © arcilla con contenido de plasticidad.

Sistema USCS: Este sistema también es empleado para clasificar y caracterizar los diferentes tipos de suelos, como el tamaño de partícula, la plasticidad y la sensibilidad al agua.

A continuación, se presentan las principales clasificaciones dentro del sistema USCS:

- Grava (GW, GP): Suelos granulares con tamaños de partículas mayores a 4.75 mm (N° 4).
- Arena (SW, SP): Suelos granulares con tamaño de partículas entre 0.075_{mm} (N°200) y 4.75_{mm} (N°4).
- Arcilla (CL, ML): Suelos finos con partículas menores a 0.075_{mm} (N°200) y que exhiben plasticidad.
- Limos (ML, OL): Suelos finos con partículas menores a 0.075_{mm} (N°200) y que no exhiben plasticidad.
- Turba (PT): Suelos orgánicos altamente descompuestos.

Estas clasificaciones se combinan para describir las propiedades del suelo. Por ejemplo, una clasificación SW indica una mezcla de arena y limo con plasticidad baja, mientras que una clasificación CL representa arcilla con alta plasticidad.

4.6.3.2 Clasificación de los tipos de suelos

Tabla 5

Clasificación de los tipos de suelo

ABSCISA DE MUESTREO	POZO	PROFUNDIDAD	LÍMITES			GRANULOMETRÍA					CLASIFICACIÓN		CH	COMPACTACIÓN		CBR 95%	
			LL	LP	IP	PASANTE N° 200	PASANTE N° 4	GRAVA	ARENA	FINOS	USCS	AASHTO	%	DSM Kg/m3	OCH %		
			0.5	69	28	41	70	88	12	18	70	CH	A-7-6	26.27			
0+000	1		1	64	29	35	80	95	5	15	80	CH	A-7-6	28.57			
			1.5	64	36	28	82	99	1	17	82	MH	A-7-5	28.35	1588	22.74	10
			0.5	58	33	25	12	55	45	44	12	GM	A-2-7	19.43			
0+500	2		1	55	39	16	12	56	44	43	12	GM	A-2-7	18.98	1691	19.84	18
			1.5	ROCA													
			0.5	70	33	37	26	52	48	26	26	GC	A-2-7	38.34			
1+000	3		1	83	32	51	24	42	58	19	24	GC	A-2-7	45.62			
			1.5	50	26	24	15	45	55	30	15	GC	A-2-7	26.61	1705	17.46	13
			0.5	66	36	30	71	86	14	15	71	MH	A-7-5	35.61			
1+500	4		1	48	32	16	24	48	52	24	24	GM	A-2-7	34.67			
			1.5	55	33	22	10	41	59	31	10	GM	A-2-7	29.25	1603	20.59	16
			0.5	40	21	19	42	74	26	32	42	SC	A-6	14.47			
2+000	5		1	63	25	38	42	58	42	16	42	GC	A-7-6	21.13			
			1.5	56	22	34	59	81	19	23	59	CH	A-7-6	21.3	1648	17.55	14

Nota. Características Mecánicas del tipo de suelo. Elaborada por: El autor.

4.6.4 Características de los suelos

Para realizar una evaluación de la subrasante se consideró técnicas directas e indirectas, las cuales nos indican las características mecánicas del suelo existente.

- Método Directo

Sustentado con la evaluación in situ, se estableció que existe una capa de materiales granulares en algunos tramos, con un grosor promedio de 10_{cm}.

- Método Indirecto

Según lo establecido los métodos indirectos clasifican los suelos según la AASHTO la subrasante de este proyecto es de 1.5_m y está compuesta por materiales de limo y arcilla en un 50%, en un 43 % por materiales granulares y 1% de roca. Los suelos de materiales de limo y arcilla son principalmente arcillas A-6, A-7-5 y A-7-6.

Los valores de CBR van de 10% al 18% con una densidad seca máxima de laboratorio entre 1457 Kg/m^3 y 1879 Kg/m^3 , la humedad óptima varía de 11.5 a 26.7%; la humedad natural del terreno oscila entre 13.5 a 35 %; y su índice de plasticidad está entre 8 y 34.

4.6.4.1 Capacidad de soporte del suelo (CBR). El propósito del ensayo CBR estableció la correlación que existe entre el comportamiento del suelo bajo la superficie de carreteras y aeropuertos manejados principalmente como suelos de base, subbase y subrasante, para establecer la correlación que existe entre los valores de CBR y la consistencia seca, (Araujo, 2014).

En el ensayo CBR, mide el soporte y resistencia de los suelos al corte en circunstancias controladas de humedad y espesor. ASTM llama a esta prueba como relación de puntal y se encuentra estandarizada bajo la codificación ASTM D 1883-73.

La prueba CBR en el laboratorio, se obtiene el valor con una similitud de carga unitaria [kg/cm^2 (libras*pulgada cuadrada, psi)] requerida para alcanzar una determinada profundidad de la instrucción del pistón en área comprendida de 19,4 cm^2 , la muestra que es compactada del

suelo en relación de la densidad y humedad específica se relaciona con la carga estándar unitaria, logrando alcanzar la profundidad en una muestra de material triturado.

El CBR se expresa a partir de la siguiente fórmula:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100$$

De la ecuación formulada se logró mejorar el porcentaje de la carga unitaria en relación con el patrón CBR. Para mayor factibilidad no se consideró el símbolo de porcentaje (%), si no que se le consideró como número entero. (Alarcón & Montaluisa, 2016, pág. 133).

Tabla 6 afinar

Valores de carga unitaria

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRÓN		
mm	Pulgada	Mpa	Kg. /cm2	psi
2,54	0,1	6,90	70,00	1000
5,08	0,2	10,30	105,00	1500
7,62	0,3	13,10	133,00	1900
10,16	0,4	15,80	162,00	2300
12,7	0,5	17,90	183,00	2600

Nota. Relación de penetración y carga. Fuente: (Araujo, 2014)

Tabla 7

Clasificación de los suelos para la infraestructura de pavimentos

CBR	Clasificación General	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 - 3	muy pobre	subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3 - 7	pobre a regular	subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 - 20	Regular	sub-base	OL,CL,ML,SC SM,SP	A2,A4,A6,A7
20 - 50	Bueno	base, subbase	GM,GC,W,SM SP,GP	A1b,A2-5,A3 A2-6
> 50	excelente	base	GW,GM	A1-a,A2-4,A3

Nota. Usos de los suelos según su CBR. Fuente: (Fernández, 2015).

La valorización obtenida del CBR se divide en porcentajes que va desde 0 a 100, reflejando la capacidad que tiene los suelos para soportar; entre mayor es el CBR mejor es la capacidad.

Tabla 8

Clasificación del suelo de acuerdo al CBR

CBR	Clasificación
0-5	Subrasante Muy Mal
5-10	Subrasante Mala
10-20	Subrasante Regular A Buena
20-30	Subrasante Muy Buena
30-50	Subbase Buena
50-80	Base Buena
80-100	Base Muy Buena

Nota. Rango del CBR en el suelo. Fuente: (ASTM D 05, 1883)

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el laboratorio se identificó los CBR por cada perforación estableciendo (9.00 a 18.00 %) cómo rango. Por otro lado, (ASTM D 05, 1883), la subrasante va desde lo regular a buena, la obtención de CBR de diseño se realizó un cálculo de percentil de 85%.

Los resultados obtenidos de CBR se debe ordenar los porcentajes de máximo a mínimo. El porcentaje de cada CBR se acumula para la obtención del percentil de 85%.

Tabla 9

Cálculo del percentil de 85%

PERFORACIÓN	ORDINAL	CBR	CBR	% ACUMULADO	PERCENTIL 85
1	1	9	18	20	
2	2	18	16	40	
3	3	13	14	60	
4	4	16	13	80	
PERCENTIL 85				85	12
5	5	14	10	100	

Nota. CBR de diseño. Elaborada por: El autor.

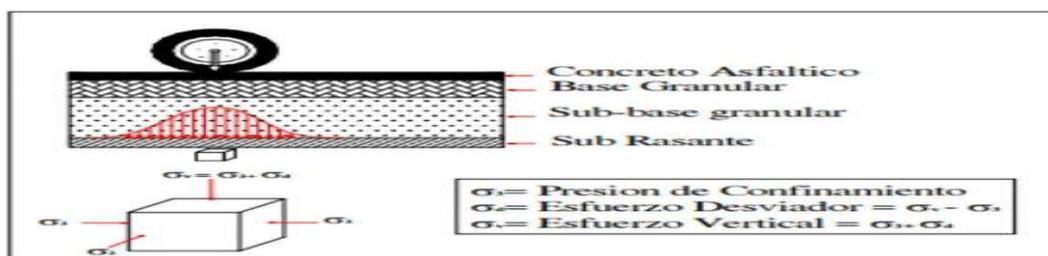
4.6.4.2 Módulo resiliente de diseño (MR). Es una medida que está representado por simbología de las propiedades y características del suelo de la subrasante a la hora de diseñar pavimentos flexibles. Para determinar esto, se recomienda realizar ensayos en base al diseño AASHTO T274 sobre una muestra específica, sometiendo a una carga durante una duración definida de densidad y humedad, (Herrera, 2015).

El (MR) es determinado a partir de un estudio triaxial en muestras que son sujetas a cargas periódicas, correlacionando las recomendaciones de los parámetros indicados. Para encontrar el MR se realiza mediante la formulación empírica relacionando con otros ensayos básicos en relación de la capacidad de soporte (CBR), dichos ensayos se ejecutan en función el procedimiento de la norma de Resiliente Modulus of Unbound Granular Base / Subbase Materials and Subgrade Soils - AASHTO T294.921, (Alarcón & Montaluisa, 2016).

Cuando un vehículo circula sobre algún tipo de pavimento, los neumáticos tienden a transferir cargas que serán absorbidas por las estructuras, el cual se encuentra situado en la subrasante como un mecanismo diferencial; que se encuentra sometido a esfuerzos producidos por una condición de deformación, tal cual se evidencia en la figura 7. Cada uno de las respuestas correctas se fundamentan en las propiedades de los materiales que contiene el pavimento y sus respectivas cargas generadas por la circulación vehicular que se comporta dinámicamente durante un tiempo corto, (Alarcón & Montaluisa, 2016, pág. 13).

Figura 7

Estructura del concreto asfáltico



Nota. Modelo del pavimento Flexible. Fuente: (Alarcón & Montaluisa, 2016, pág. 13)

La correlación entre el diseño AASTHO 93 y el módulo resiliente se determina en relación al CBR en sus ensayos.

La analogía de Heukelom y Klomp es empleada para los suelos finos inferiores al 10% en el CBR.

Si el $CBR < 3\%$, se deberá examinar el suelo para sustituir por otro con una capacidad mayor, para una correcta cimentación de la subrasante, para una mejora del suelo se debe realizar a partir de la estabilización y ampliación de geomallas.

$$\mathbf{MR \text{ (psi)} = 1500 \times CBR}$$

Entonces:

$$(CBR) = 12$$

$$(MR) = 1500 \times 12$$

$$(MR) = 18000.00 \text{ psi}$$

4.6.4.3 Mejoramiento de la subrasante. El AASHTO 200 recomienda se debe mejorar y reforzar el suelo de la subrasante cuando el MR es menor a 10.000 psi, por lo cual se decidió no realizar un plan de mejora de la subrasante para la Urbanización Vista Hermosa.

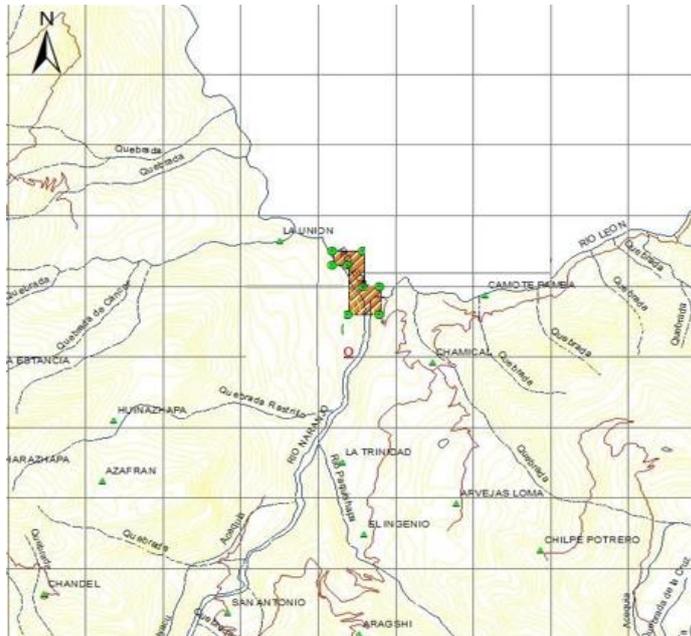
4.6.5 Fuentes de materiales de escombreras y construcción

4.6.5.1 Análisis y calificación de la fuente del material. Para la realización del proyecto sobre el Diseño de la capa de rodadura para las Vías de la “Urbanización Vista Hermosa” se ha considerado la siguiente mina:

MINA “FLORES” Código: 60000600.

Figura 8

Mapa de la Mina “Flores”



Nota: Imagen de Referencia a la ubicación de la mina Flores. Elaborada por: El autor a través del software Civil 3D, 2023.

Figura 9

Panorama de la Mina “Flores”



Nota. Fuentes de material de la Mina Flores. Elaborada por: El autor a través de Cámara Digital.

La materia que está compuesta la mina “FLORES” que será empleada para la ejecución del proyecto de diseño de la capa de rodadura para las vías de la urbanización Vista Hermosa, en cual, está localizada a 36 km desde el acceso al cantón siguiendo la ruta por la entrada del sector denominado Carboncito, dicho material se lo utilizará para formar la capa de rodadura, porque es un material que cumple con todos los criterios de calidad , está más próxima al proyecto y presenta el volumen suficiente requerido así como una acreditación que certifica la calidad de procesos administrativos y entrega de materiales.

4.6.5.2 Escombreras calificadas y próximas al proyecto. Todos los despojos sólidos sobrantes por la apertura de la vía, deberán tener una disposición final en sitios determinados para el efecto, a la cual denominaremos una posible escombrera, estas serán ubicadas en la abscisa 0+850 del proyecto.

Los puntos del polígono que forma la escombrera son:

Tabla 10

Coordenadas de escombrera (Wgs84) 0+850.00 km

PUNTO	NORTE	ESTE
PP	9670068	715300
P1	9670048	715280
P2	9670018	715260
P3	9670000	715235

Nota Puntos de referencia de los escombros del proyecto. Elaborada por: El autor a través de la App GPS Móvil, 2023.

CAPÍTULO V

ESTUDIO DEL TRÁFICO

5.1 Importancia y Alcance

5.1.1 Importancia

El estudio sobre el tráfico determinara el número de vehículos que transitarán por las vías y su composición (automóviles, camiones, buces, etc.). Esta información es crucial para dimensionar correctamente la vía en términos de capacidades de carga, de manera que pueda soportar el flujo de tráfico esperado sin deterioro prematuro.

El estudio de tráfico suministra información precisa para la planificación y desarrollo de las infraestructuras viales a largo plazo. Permitiendo proyectar el crecimiento del tráfico y anticipar futuras necesidades de ampliación o modificación vial, evitando costosos y reajustes en el futuro.

5.1.2 Alcance

- Actualizar y determinar el volumen de tránsito expresado como TPDA.
- Determinar el tráfico vehicular formado y atraído.
- Proyección del tráfico actual, hasta la vida útil que tendrá el proyecto.
- Asignación del número de ejes equivalentes.

5.2 Metodología

Se realizará los respectivos conteos volumétricos del tráfico previo a la recopilación de la información del tráfico y mediante una inspección técnica preliminar se identificó el punto estratégico para la instalación de la estación de aforo de vehículos.

Conteos Volumétricos: Para este estudio se dividirá en tres clases de vehículos que son de clase liviana, buses y pesados.

- Clase Liviana: Su característica es la de un automóvil a estos también se les incluye camionetas de transmisión doble o sencilla de dos ejes, posee una capacidad de carga de 910 kilogramos.
- Buses: Esta clase está compuesto por seis o más ruedas con dos o más ejes, su capacidad de carga es de 1500 kilogramos o más, el peso es en relación a la cantidad de personas.
- Pesados: Es empleado por el transporte de carga pesada, los cuales tiene un eje simple, tándem y tridem, de llantas simple y doble; clasificados como camiones, remolques, semirremolques y volquetas.

Tabla 11

Formulario de aforo de tráfico

HORA	AUTOS	2D	2DA	2DB	2DB	3A	4C	+522	TOTAL
	CAMIONETAS	BUSETA ESCOLAR CAMION PEQUEÑO	DINAS	BUSETAS BUS GRANDES	CAMIÓN GRANDE VOLQUETAS	CAMIÓN 3 EJES	CAMIÓN 4 EJES	TRACTO CAMIÓN 8 EJES Y SEMI REMOLQUE	
VIDEOS									
00-01									
01-02									
02-03									
03-04									
04-05									
05-06									
06-07									
07-08									
08-09									
09-10									
10-11									
11-12									
12-13									
13-14									
14-15									
15-16									
16-17									
17-18									
18-19									
19-20									
20-21									
21-22									
22-23									
23-24									
TOTAL									

Nota. Planilla de conteo vehicular. Fuente: (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003).

El TPDA es determinado para obtener datos de las estaciones de contaje permanente para tener conocimiento de las variaciones de todos los días de las semanales y de las estaciones; pero como no se contó con esa información se tuvo que recurrir a las recomendaciones del manual de diseño de carreteras 2003, el cual nos permite determinar el TPDA a partir del TPDA semanal, mediante el muestreo de veinticuatro (24) horas diarias, durante cuatro (4) días. Ante

esto la grabación con la cámara de video se realizó durante siete (7) días, durante 24 horas, (Condolo, 2022).

Tabla 12

Tráfico promedio diario

FECHA	DÍAS	HORA
18/4/2023	MIÉRCOLES	14:00 - 24:00
19/4/2023	JUEVES	00:00 - 24:00
20/4/2023	VIERNES	00:00 - 24:00
21/4/2023	SÁBADO	00:00 - 24:00
22/4/2023	DOMINGO	00:00 - 24:00
23/4/2023	LUNES	00:00 - 24:00
24/4/2023	MARTES	00:00 - 24:00
25/4/2023	MIÉRCOLES	14:00 - 24:00

Nota. Conteo de tráfico diario. Elaborada por: El autor.

5.3 Estación de conteo

Dentro de este estudio es importante señalar a las estaciones de conteo ya que establecerá el volumen y el número de tráfico en los diversos puntos de la vía con la finalidad de obtener el TPDA. Las estaciones de conteo deberán estar ubicados correctamente para poder analizarlos según la influencia de tráfico en los tramos estratégicos para obtener datos confiables sobre el área que se desarrolla el proyecto.

Se decidió contar cada uno de los vehículos de la Calle EMILIO MORENO, se consideró como la vía de acceso principal a la urbanización Vista Hermosa, mediante un muestreo de 24 horas diarias apoyándonos en cámara de video y hoja de datos manual como dictan las recomendaciones plasmadas en el manual de diseño de carreteras.

Figura 10

Calle Emilio Moreno



Nota. Imagen de la Vía principal de la urbanización. Elaborada por: El autor a través de Cámara digital.

Tabla 13

Muestreo de datos

PUNTO	NORTE	ESTE
PP	9670070	715350

Nota. Ubicación del punto para contar los vehículos. Elaborado por: El autor.

5.4 Caracterización del volumen de tráfico

5.4.1 Características vehiculares

Para el diseño de carreteras se deben considerar las propiedades operativas del vehículo, debido a que los vehículos poseen diversas características tanto de tamaño como peso. La cantidad de los vehículos es relativa al volumen del tráfico denominada como composición del tráfico.

El diseño de vehículo es conocido con un prototipo caracterizado por peso, tamaño y manejo, utilizado para formar una revisión de diseño que regula la tipología vehicular. El departamento de transporte y obras públicas indica que existe diversos tipos de vehículos equivalentes a AASHTO, (Jiménez, 2022).

Figura 11

Características vehiculares

TIPO	VEHÍCULO	CARACTERÍSTICAS
AUTOMÓVILES		Son vehículos de hasta una tonelada de carga
CAMIONETAS		Pueden ser furgonetas hasta de 8 pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero
CAMIONES		Corresponde a vehículos de max de 4 toneladas corresponde al Tipo 2D o 2DA
BUSES		Doble llanta en la parte trasera corresponde al Tipo 2DB
VOLQUETAS		Vehículo de transporte de material corresponde al Tipo V2DB

Nota. Tipos de vehículos que recorrerán la vía. Elaborada por: El autor.

Figura 12

Distribución máxima de carga por eje en vehículo pesados

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				largo	Ancho	Alto
2D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10

Nota. Clasificación de vehículos por peso máximo. Fuente: (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003).

5.5 Determinación del TPDA

5.5.1 Tráfico promedio semanal

Tabla 14

Tráfico promedio semanal

DÍAS	LV	2D	2DA	BUS	2DB	3ª	TOTAL
18/4/2023	122	7	3	3	2	0	137
19/4/2023	186	10	2	5	3	0	206
20/4/2023	292	14	6	5	5	0	322
21/4/2023	267	17	8	2	4	0	298
22/4/2023	101	11	2	1	0	0	115
23/4/2023	85	5	4	3	3	0	100
TOTAL	1053	64	25	19	17	0	1178

Nota. Procesamiento de datos del conteo vehicular en la semana. Elaborada por: El autor.

El procesamiento de datos estuvo a cargo del estudiante Carlos Ricaurte Arguello y también la clasificación vehicular. Seguidamente, se indica el tránsito observado durante siete (7) días, veinticuatro (24) horas:

Tabla 15

Tráfico diario semanal consolidado

HORAS	LV	2D	2DA	BUS	2DB	3ª	TOTAL
00 a 06	66	6	4	1	2	0	79
06 a 12	415	34	14	7	6	0	476
12 a 18	399	21	5	11	6	0	442
18 a 24	173	3	2	0	3	0	181
TOTAL	1053	64	25	19	17	0	1178

Nota. Procesamiento de datos en horas del día. Elaborado por: El autor.

5.5.2 Tráfico promedio mensual

Para obtención del TPDM se consideró la siguiente fórmula:

$$\text{TPDM} = \text{TPDS} \times \text{FS}$$

Entonces:

(TPDS)= Tráfico Promedio Diario Semanal

(Fs)= Factor de ajuste semanal

Es necesario sumar (FS)= 0.88 por las propiedades observadas en el conteo del tráfico realizados en la calle EMILIO MORENO.

$$(TPDM) = (TPDS) \times (FS)$$

$$(TPDM) = (168.29) \times (0.88)$$

$$(TPDM) = 148.04$$

5.5.3 Tráfico promedio anual

Para obtención del TPDA se empleará la siguiente fórmula:

$$\boxed{TPDA = TPDM \times Fm}$$

Entonces:

(TPDM) = Tráfico Promedio Diario Mensual.

(Fm) = Factor de ajuste mensual.

Tanto el factor mensual y el semanal se obtuvo a través de datos de la MTOP para vías en la Provincia de Chimborazo, aquellos factores se obtuvieron a partir de los resultados de cada día y los meses en los que fueron ejecutadas.

El conteo de tráfico fue obtenido a partir del mes de mayo temporada que predomina el verano, en ese lapso de tiempo los vehículos no poseen ningún tipo de problema a la hora de circular por esa zona, por esta razón se consideró el valor de Fs es de 0,88 y para el factor mensual se consideró el valor de Fm = 1,08

$$(TPDA) = 148.09 \times 1.08$$

$$(TPDA) = 159.94$$

5.6 Proyección del tráfico

5.6.1 Tráfico generado y atraído

Para su proyección se toma en cuenta el tráfico generado, atraído y las tasas de incremento. Para este proyecto se consideró un 5% del tráfico generado y un 5% del tráfico atraído, estas tasas de incremento son consideradas para el primer año de la operación.

5.6.2 Tasas de incremento anual

Para establecer las tendencias a largo plazo sobre los indicadores de incremento del tráfico, están relacionadas con las tasas de incremento evidenciadas en un tiempo pasado, en función al consumo de combustible como el diésel y la gasolina. Para el estudio de este proyecto, se utilizará las tasas de incremento recomendadas para la Provincia de Chimborazo por el (MTOPE).

Tabla 16

Tasas de incremento anual de tráfico vehicular

PROVINCIA	PERIODO	LIVIANO	TASAS DE CRECIMIENTO (%)	
			BUS	CAMIÓN
	2005-2010	4,47	2,22	2,18
	2010-2015	3,97	1,97	1,94
CHIMBORAZO	2015-2020	3,57	1,78	1,74
	2020-2030	3,25	1,62	1,58

Nota. Coeficientes para proyecciones de crecimiento. Fuente: (Prefectura de Chimborazo, 2019).

$$\boxed{TPDA \text{ FUTURO} = TPDA (1 + i)^n}$$

Entonces:

(TPDA) = Tráfico Promedio Diario Anual Actual.

(i)= Tasa de incremento vehicular. MTOPE.

(n)= Número de años de la proyección vial.

Tabla 17*Tráfico proyectado en relación de la tasa de incremento durante 10 años*

AÑOS	LV	BUS	2D	2DA	2DB	3ª	4C	TOTAL
2024	136	5	11	6	5	6	0	169
2025	141	6	12	7	6	7	0	179
2026	165	7	14	8	7	8	0	209
2027	171	8	15	9	8	9	0	220
2028	176	8	15	9	8	9	0	225
2029	182	8	15	9	8	9	0	231
2030	188	8	15	9	8	9	0	237
2031	194	8	16	9	8	9	0	244
2032	200	8	16	9	8	9	0	250
2033	207	8	16	9	8	9	0	257

Nota. Proyección del tráfico futuro. Elaborada por: El autor.**5.7 Clase de vía**

Las carreteras se clasifican en función al volumen del tráfico como esta descrito en siguiente tabla, respetando las Normas de Diseño Geométrico Vial del MTOP.

Tabla 18*Clase de carreteras*

CLASE DE CARRETERA	TRAFICO PROYECTADO(TPDA)
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 – 8000
II	De 1000 – 3000
III	De 300 – 1000
IV	De 100 –300
V	Menos de 100

Nota. Clases de vías por su TPDA. Fuente: (MTOP, 2011).

Según la tabla 18 en relación del tráfico proyectado y el TPDA asignado en el proyecto es de 257 vehículos por día, determinando el R-I o R-II, la carretera pertenece a la clase IV por que el TPDA se encuentra dentro de los 100 a 300 vehículos/día.

CAPÍTULO VI

DISEÑO DEL PAVIMENTO

6.1 Introducción al capítulo

6.1.1 *Objetivos del capítulo*

- Utilizar la Norma AASHTO para determinar los números de ejes equivalentes en el periodo de vida del pavimento.
- Realizar el diseño de la estructura superficial del pavimento según el método AASHTO'93.
- Verificar los parámetros del diseño de la capa de rodadura.
- Dimensionar la capa que formara la estructura de los pavimentos.

6.1.2 *Pavimento flexible*

Hace referencia a la estructura de una carretera que está compuesta por varias capas de material que son utilizados para proporcionar una superficie de rodadura segura y resistente. A diferencia del pavimento rígido, que utiliza losas de concreto, el pavimento flexible se caracteriza por su capacidad para soportar cargas y distribuir tensiones del tráfico a través de las capas uniforme.

Su estructura consta de una capa de rodadura compuesta por mezclas asfálticas, que proporciona una superficie sencilla y resistente al deterioro causado por el tráfico. Por debajo de la capa de rodadura se ubica una capa base, generalmente compuesta por materiales granulares compactados que actúan como un soporte para distribuir las cargas del tráfico. Además, se pueden agregar capas adicionales, como una subbase y subrasante, esto dependerá de las condiciones que se encuentre el suelo y de los requisitos del diseño, (Bell, 2019).

La principal ventaja del pavimento flexible es su capacidad para adaptarse a las cargas y desproporciones causadas por las diferentes clases de vehículos y las condiciones del clima. Gracias a su flexibilidad inherente, el pavimento puede absorber parte del impacto generado

por los vehículos, reduciendo así el desgaste y las tensiones en las capas inferiores. Esto resulta en una mayor durabilidad y vida útil del pavimento.

Otra ventaja del pavimento flexible es su capacidad de resistir los movimientos y asentamientos del suelo. Las capas granulares proporcionan una capacidad de drenaje y una cierta flexibilidad que permiten acomodar los cambios en el suelo y minimizar los daños en el pavimento.

Sin embargo, es importante mencionar que el pavimento flexible requiere un mantenimiento regular, como sellados de grietas y parches, para asegurar su buen estado y prolongar su vida útil. Además, el diseño y construcción adecuados son fundamentales para garantizar un pavimento flexible de calidad cumpliendo con todos los requerimientos de soporte y resistencia, capacidad de carga y seguridad vial.

En resumen, la estructura de carretera compuesta por capas de material proporcionada en una superficie de rodadura segura y resistente será sobre el pavimento flexible. Tiende a ser flexible y adaptable a las cargas y condiciones de los suelos lo convierten en una opción empleada en la cimentación de carreteras y vías de tráfico intenso.

6.2 Estructura del pavimento

6.2.1 Subrasante

La subrasante es la capa de los suelos naturales ubicada abajo del pavimento en la estructura de una carretera o vía. Esta capa es muy importante en el rendimiento y estabilidad del pavimento, ya que proporciona el soporte y la capacidad de carga necesarios para resistir las cargas para distribuir las el tráfico de manera adecuada.

La subrasante se encuentra directamente abajo de la capa base y la subbase de los pavimentos. Se compone principalmente de suelo natural compactado o excavado, su capacidad de soporte a las cargas de tráfico sin deformaciones excesivas, logrando una subrasante

eficiente, es necesario considerar varios aspectos, como las características del suelo, la compactación adecuada, el drenaje y la resistencia al asentamiento, (Ortiz, 2017).

Las características de los suelos, como la tipología, el nivel de la humedad y capacidad de carga, determina la calidad de la subrasante. Para esto se debe efectuar estudios geotécnicos y ensayos para evaluar las propiedades de los suelos si es necesario realizar mejoras, como la adición de estabilizantes químicos o geotextiles, para aumentar su capacidad portante.

La compactación es un proceso clave en la construcción de la subrasante. Se utiliza maquinaria especializada, como compactadoras de rodillo, para compactar el suelo de manera uniforme y lograr la densidad requerida. Una subrasante bien compactada tiende a mejorar en su capacidad de carga reduciendo el riesgo de asentamientos diferenciales y minimiza los efectos negativos del tráfico y las fluctuaciones de humedad.

El drenaje adecuado es fundamental para conservar la estabilidad de la subrasante. El agua acumulada en la subrasante puede debilitar el soporte del suelo y provocando asentamientos y erosión. Por lo tanto, se deben considerar medidas de drenaje, como la incorporación de sistemas de drenaje subterráneo o la configuración de pendientes adecuadas para el escurrimiento del agua.

Es importante destacar que una subrasante bien diseñada y construida contribuye a la durabilidad y vida útil del pavimento. Proporciona un soporte sólido y uniforme para la capa superior del pavimento, evitando deformaciones excesivas y minimizando los riesgos de falla estructural.

6.2.2 Subbase

La subbase está formada por una capa de materiales situada debajo de la capa base en la superficie estructural del pavimento. Se utiliza en la construcción de carreteras u otras infraestructuras viales para proporcionar soporte adicional, mejorar el soporte, resistencia y su capacidad de carga de los pavimentos para distribuir eficientemente las cargas del tráfico.

Como lo manifiesta, (Ortiz, 2017) la subbase está ubicada sobre la subrasante y actúa transitoriamente entre la capa subrasante y la capa base. Esta capa tiene como objetivo repartir uniformemente las cargas del tráfico a lo largo de la capa del pavimento y minimizando asentamientos diferenciales.

El material utilizado en la subbase varía dependiendo de las condiciones locales y los requisitos del proyecto. Los materiales comúnmente utilizados incluyen agregados granulares, como grava o piedra triturada, y materiales estabilizados, como mezclas de suelo-cemento o suelo-cal. Estos materiales se seleccionan en función de su capacidad para proporcionar, soporte, estabilidad y desagüe adecuados.

Para la cimentación de la subbase implica la colocación y compactación de los materiales seleccionado de manera uniforme y bien compactada sobre la capa. Su proceso de compactación se realiza utilizando equipo especializado, como compactadoras de rodillo, para lograr la densidad y la resistencia requeridas.

La subbase desempeña varias funciones importantes en la capa del pavimento. En primer lugar, suministra una superficie de apoyo uniforme para la capa de base, distribuyendo las cargas del tráfico de manera eficiente y evitando la concentración de tensiones en la subrasante. Además, ayuda a prevenir la introducción de agua hacia la subrasante mejorando el drenaje en el pavimento, lo que es esencial para conservar la estabilidad prolongando su vida útil.

Es importante que el diseño y la construcción sea adecuados en la subbase para asegurar un rendimiento óptimo del pavimento. Se deben considerar factores como la circulación vehicular, la temperatura, las propiedades del suelo y los requisitos de diseño para seleccionar el tipo y espesor adecuados de la subbase.

6.2.3 Base

La base es una capa fundamental en la superficie de la estructura en el pavimento, se ubica encima de la subbase y debajo de la capa estructural de la rodadura. Su objetivo es proporcionar resistencia distribuyendo las cargas de tráfico mejorando la estabilidad del pavimento.

La base está compuesta generalmente por material granular, como piedra triturada y grava para realizar una mezcla de asfalto. Estos materiales se seleccionan en función de su capacidad para resistir las cargas del tráfico y soportar deformaciones causadas por fluctuaciones de temperatura y las cargas repetitivas.

La construcción de la base involucra la colocación, compactación y nivelación del material seleccionado para formar una capa uniforme y resistente. La compactación se realiza mediante el uso de compactadoras de rodillo, asegurando que los materiales alcancen la consistencia requerida y proporcionando una solidez en la estructura de la rodadura.

La capa base cumple varias funciones esenciales en el pavimento. Primero, actúa a modo de transición entre la subbase y la superficie de la rodadura, distribuyendo las cargas del tráfico de manera uniforme. Esto ayuda a prevenir la deformación del pavimento y a reducir el riesgo de asentamientos diferenciales. Además, la base contribuye a mejorar la capacidad de carga del pavimento, permitiendo que soporte el tráfico esperado y las cargas concentradas, como las generadas por vehículos pesados.

Otro aspecto clave de la base es su capacidad para desaguar el agua de la superficie de la capa de pavimento. Debe ser adecuado el drenaje ya que evita el acumulo de agua en el sistema de carretera, reduciendo el riesgo de daños por la humedad y aumentando su vida útil.

Cabe recalcar que el diseño y cimentación adecuados de la base son esenciales para asegurar un rendimiento óptimo del pavimento. Los factores a considerar incluyen la circulación vehicular, la temperatura, las propiedades de los suelos y los requisitos del diseño

específico. Estos aspectos permitirán determinar el tipo de grosor adecuado en la base, asegurando una estructura correcta del pavimento resistente y duradera.

6.2.4 Capa asfáltica

La capa asfáltica, es una parte esencial del pavimento. Es la capa superior que proporciona una rodadura suave y resistente para los usuarios de la vía.

La capa asfáltica está compuesta principalmente por una mezcla asfáltica, que consiste en agregados pétreos (como grava y arena) y un aglomerante bituminoso (como el asfalto). La mezcla asfáltica que se produce en las instalaciones de fabricación de asfalto que es transportado a la obra para su colocación.

La utilización de equipos de pavimentación, como extendedoras asfálticas y compactadoras de rodillo, para garantizar una aplicación adecuada y una compactación uniforme del material.

La capa asfáltica desempeña varios roles importantes en el pavimento. En primer lugar, proporciona una superficie de rodadura suave y cómoda para los vehículos, reduciendo la fricción y el ruido durante la conducción. Además, ofrece resistencia al desgaste causado por la circulación vehicular protegiendo las capas interiores del pavimento de los impactos adversos de la temperatura, humedad y los cambios climáticos.

Además de su función estructural, la capa asfáltica también puede contribuir a la seguridad vial. La textura superficial adecuada y la aplicación de marcado vial ayudan a optimizar la visibilidad y la adherencia vehicular, especialmente en situaciones de lluvia o humedad.

Es necesario enfatizar en la calidad de la capa asfáltica depende de los factores, como seleccionar adecuadamente la mezcla del asfalto, el correcto grosor para la capa, la compactación adecuada y el desempeño de los esquemas del diseño y construcción.

6.3 Diseño de los pavimentos

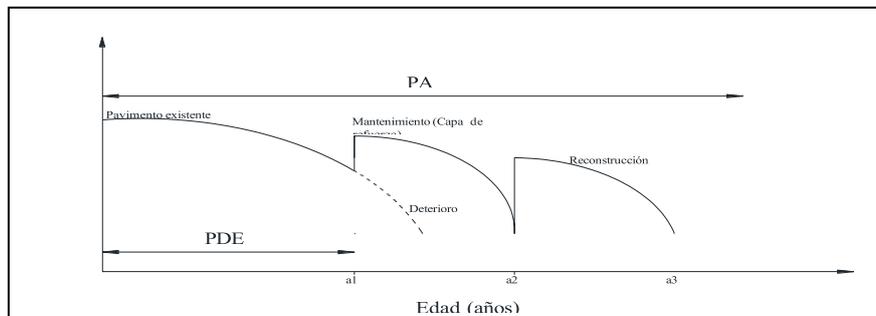
6.3.1 Periodos del diseño

En el caso de un pavimento, el periodo de análisis se determinó para 15 años desde el tiempo que transcurre desde su construcción hasta el momento que ha reducido su serviciabilidad mínima de diseño, (Gómez, 2020).

En este periodo dependerá del diseño del grosor de la capa de los materiales que constituyen la estructura de los pavimentos.

Figura 13

Periodo de diseño



Nota. Vida útil del pavimento. Fuente: (Gómez, 2020).

6.3.2 Tránsito del diseño

6.3.2.1 Análisis de carga. El análisis de carga corresponde al parámetro cuantificado acumulado de los ejes equivalentes de 8.2 toneladas (N) que transitan por el carril de diseño durante un periodo definido.

Se utilizó el método AASHTO 93 se considera que la carga vehicular depende de los ejes y la disposición de los mismos depende de las aplicaciones. Para este diseño se empleó cargas de los vehículos máximo y mínimo tonelaje.

Tabla 19*Análisis de carga de los vehículos pesados*

VEHÍCULOS	TPDA	%
Camión mediano de dos ejes 2 D	8	15%
Camión mediano de dos ejes 2 DA	16	31%
Buses grandes de dos ejes 2 DB	10	19%
Camión grande de dos ejes 2 DB	8	15%
Camiones tres ejes 3 ^a	10	19%
TOTAL	52	100%

Nota. Distribución de vehículos de carga pesada. Elaborada por: El autor.

Tabla 20

Cuadro de distribución de cargas máximas del peso bruto vehicular y longitudes permisibles, MTOP

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA	DESCRIPCIÓN	CARGA MÁXIMA	LARGO	ANCHO	ALTO
2D		camión de 2 ejes pequeño	7	5,5	2,6	3,00
2DA		camión de 2 ejes mediano	10	7,5	2,6	3,5
2DB		camión de 2 ejes grande	18	12,20	2,6	4,1
3-A		camión de 3 ejes	27	12,2	2,6	4,1

Nota: Distribución de pesos y longitud referencial de los camiones. Fuente: (Jiménez, 2022)

6.3.2.2 Cálculo del factor de carga equivalentes. Las cargas de tráfico se determinarán a partir de la utilización de una carga equivalente de un solo eje (ESAL) de 8.2 Tn.

AASHTO determinó estos elementos de carga por equivalencia de ejes (Factor Equivalente), relacionando el efecto causado por diversas dimensiones de carga y las disposiciones de ejes de la carga y se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{W_x}{W_{18}}$$

Entonces:

(W_x) = Número de aplicaciones de la carga en el eje de 18000 Libras/tiempo.

(W_{18}) = Número de aplicaciones de la carga de un eje x tiempo.

$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left(\frac{L_{18} + L_{2s}}{L_x + L_{2x}} \right)^{4.79} \left(\frac{10^{\frac{G}{B_x}}}{10^{\frac{G}{B_{18}}}} \right) (L_{2x})^{4.33}$$

$$G = \log\left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5}\right)$$

$$B = 0.4 + \left(\frac{0.081(L_x + L_{2x})^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_{2x}^{3.23}} \right)$$

Entonces:

(W_x) = Inverso en función a los factores equivalentes a la aplicación de los ejes

(W_{18}) = Número de ejes simples de 18,000 Lb / 80KN

(L_x) = Carga del eje evaluado

(L_{18}) = Carga del eje estándar en lb /100

(L_2) = Código de configuración del eje

(1) = Eje simple

(2) = Eje tándem

(3) = Eje tridem

(x) = Factor equivalente a la carga del eje evaluado

(s) = Código para el eje estándar y el eje simple igual a 1

(G) = Función de la proporción de la pérdida de serviciabilidad / tiempo (t), pérdida potencial

en el punto $Pt=1,5$

(B) = Función que determina la correlación entre serviciabilidad y aplicaciones de eje de carga.

(Pt) = Índice de serviciabilidad final

(SN) = Número de la estructura de los pavimentos

El proceso del cálculo es iterativo y empieza asumiendo el número estructural SN, la comprobación consiste en ejecutar el proceso en número suficientes de veces de tal manera que los valores de SN asumidos sean iguales o cuando menos similares a los SN calculados en el diseño de pavimentos. Se presenta el procesamiento de datos de los factores de equivalencia del diseño de pavimento flexible del valor de (SN = 2) y (Pt = 2).

Tabla 21

Factores de carga de ejes equivalentes

CARGA TN	L	PT	CARGA KIPS	SN	G	BX	B18	WX/W18	FEQ
3	1	2	6.603	2	-0.08894	0.589586	4.052581	59.759241	0.01673
4	1	2	8.804	2	-0.08894	0.830981	4.052581	19.557949	0.05113
6	1	2	13.206	2	-0.08894	1.827939	4.052581	3.785995	0.26413
7	1	2	15.407	2	-0.08894	2.673893	4.052581	1.967542	0.50825
11	1	2	24.211	2	-0.08894	9.506713	4.052581	0.265586	3.76526
12	2	2	26.412	2	-0.08894	1.827939	4.052581	2.752367	0.36332
20	2	2	44.02	2	-0.08894	7.179792	4.052581	0.296985	3.36717
24	3	2	52.824	2	-0.08894	3.814725	4.052581	0.664544	1.50479

Nota. Coeficientes de cálculo W18. Elaborada por: El autor.

Tabla 22

Factores (camión) de las cargas equivalentes

TIPO DE VEHÍCULO	DISTRIBUCIÓN DE CARGA POR EJE (TN)				(FEQ) FACTOR CAMIÓN
	DELANTERO	INTERMEDIO	POSTERIOR	TOTAL	
2D	3	4		7	0.06786
2DA	3	7		10	0.52498
2DB	7	11		18	4.27351
3ª	7	20		27	3.87542
4C	7		24	31	2.01304

Nota. Coeficientes para cálculo de FEQ. Elaborada por: El autor.

Luego de varias iteraciones y para el SN del proyecto se obtuvieron los siguientes factores en equivalencia de las cargas.

Tabla 23

Factores de ejes equivalentes final

Carga TN	L	PT	Carga Kips	SN	G	Bx	B18	Wx/W18	FEq
3	1	2	6.603	2.31	-0.08894	0.51377	2.5919.1	58.41336	0.01712
4	1	2	8.804	2.31	-0.08894	0.65863	2.5919.1	18.86616	0.053
6	1	2	13.206	2.31	-0.08894	1.25691	2.5919.1	3.70205	0.27012
7	1	2	15.407	2.31	-0.08894	1.76456	2.5919.1	1.94604	0.51387
11	1	2	24.211	2.31	-0.08894	5.86494	2.5919.1	0.26963	3.70883
12	2	2	26.412	2.31	-0.08894	1.25691	2.5919.1	2.69134	0.37156
20	2	2	44.02	2.31	-0.08894	4.46855	2.5919.1	0.30032	3.32977
24	3	2	52.824	2.31	-0.08894	2.44918	2.5919.1	0.66358	1.50698

Nota. Coeficientes finales para el cálculo de W18. Elaborada por: El autor.

Tabla 24

Factores (camión) de carga equivalente final

TIPO	DISTRIBUCIÓN DE CARGA POR EJE (TN)				(FEQ) FACTOR EQUIVALENTE
	DELANTERO	INTERMEDIO	POSTERIOR	TOTAL	
2D	3	4		7	0.07012
2DA	3	7		10	0.53098
2DB	7	11		18	4.22269
3ª	7	20		27	3.84363
4C	7		24	31	2.02085

Nota. Coeficientes finales para cálculo de FEQ. Elaborada por: El autor.

6.3.2.3 Número de eje equivalente de 8,2 Tn en el carril de diseño. La circulación vehicular asignado se proyectará para el periodo del diseño asumido, utilizando la tasa de incremento vehicular anotada, mediante la fórmula de crecimiento geométrico de una población determinada. Es conveniente considerar también que para efecto de dimensión se toma la circulación vehicular de un carril designado como carril esperando que circulen el mayor volumen de vehículos pesados. Se utiliza la fórmula AASHTO:

$$\sum_0^n ESAL = \frac{365 ESAL_0}{r} [(1 + r)^n - 1]$$

En la tabla 25 indica los resultados obtenidos en el cálculo del eje equivalente para un periodo de análisis de 10 años.

Tabla 25

Determinación del número de ejes de 8,2 Tn (W18)

TIPO DE VEHÍCULO	TASA CREC.	TPDA	PERIODO		Nº AÑOS	ESAL	FEq	Diseño 10
			INICIAL	FINAL				años W18
	1.62	6	2022	2023	1	1095	4.2227	4623
	1.62	8	2023	2025	2	2944	4.2227	12428
	1.62	8	2025	2027	2	2944	4.2227	12428
	1.62	8	2027	2029	2	2944	4.2227	12428
BUSES 2DB	1.62	8	2029	2031	2	2944	4.2227	12428
	1.62	9	2031	2033	2	3312	4.2227	13982
	1.62	9	2033	2034	1	1643	4.2227	6935
	1.62	9	2034	2035	1	1643	4.2227	6935
	1.62	9	2035	2036	1	1643	4.2227	6935
	1.62	9	2036	2037	1	1643	4.2227	6935
	1.58	12	2022	2023	1	2190	0.0701	154
	1.58	15	2023	2025	2	5518	0.0701	387
	1.58	15	2025	2027	2	5518	0.0701	387
	1.58	16	2027	2029	2	5886	0.0701	413
2 EJES 2D	1.58	16	2029	2031	2	5886	0.0701	413
	1.58	17	2031	2033	2	6254	0.0701	439
	1.58	17	2033	2034	1	3103	0.0701	218
	1.58	17	2034	2035	1	3103	0.0701	218
	1.58	17	2035	2036	1	3103	0.0701	218
	1.58	18	2036	2037	1	3285	0.0701	230
	1.58	7	2022	2023	1	1278	0.531	678
	1.58	9	2023	2025	2	3311	0.531	1758
	1.58	9	2025	2027	2	3311	0.531	1758
	1.58	9	2027	2029	2	3311	0.531	1758
2 EJES 2DA	1.58	9	2029	2031	2	3311	0.531	1758
	1.58	10	2031	2033	2	3679	0.531	1954
	1.58	10	2033	2034	1	1825	0.531	969
	1.58	10	2034	2035	1	1825	0.531	969
	1.58	10	2035	2036	1	1825	0.531	969
	1.58	10	2036	2037	1	1825	0.531	969
	1.58	6	2022	2023	1	1095	4.2227	4623
	1.58	8	2023	2025	2	2943	4.2227	12426
2 EJES 2DB	1.58	8	2025	2027	2	2943	4.2227	12426
	1.58	8	2027	2029	2	2943	4.2227	12426
	1.58	8	2029	2031	2	2943	4.2227	12426
	1.58	9	2031	2033	2	3311	4.2227	13979
	1.58	9	2033	2034	1	1643	4.2227	6935
	1.58	9	2034	2035	1	1643	4.2227	6935
	1.58	9	2035	2036	1	1643	4.2227	6935
	1.58	9	2036	2037	1	1643	4.2227	6935
	1.58	19	2022	2023	1	3468	3.8436	13326
	1.58	9	2023	2025	2	3311	3.8436	12725
	1.58	9	2025	2027	2	3311	3.8436	12725
	1.58	9	2027	2029	2	3311	3.8436	12725
3 EJES 3ª	1.58	9	2029	2031	2	3311	3.8436	12725
	1.58	10	2031	2033	2	3679	3.8436	14139
	1.58	10	2033	2034	1	1825	3.8436	7014
	1.58	10	2034	2035	1	1825	3.8436	7014
	1.58	10	2035	2036	1	1825	3.8436	7014
	1.58	10	2036	2037	1	1825	3.8436	7014
	1.58	1	2022	2023	1	183	2.0208	369
	1.74	0	2021	2022	1	0	2.0197	0
	1.58	0	2022	2023	1	0	2.0197	0
	1.58	0	2023	2024	1	0	2.0197	0
4 EJES 4C	1.58	0	2024	2025	1	0	2.0197	0
	1.58	0	2025	2026	1	0	2.0197	0
	1.58	0	2026	2027	1	0	2.0197	0
	1.58	0	2027	2028	1	0	2.0197	0
	1.58	0	2028	2029	1	0	2.0197	0
	1.58	0	2029	2030	1	0	2.0197	0
TOTAL, DE EJES EQUIVALENTES W18								315510

Nota. Cálculo del W18: El autor.

Se determino el eje equivalente a 8.2 toneladas en el tiempo de vida útil, se realiza una corrección del tránsito planeado garantizando la confiabilidad del 90%, para lo cual se emplea la siguiente expresión:

$$W_{18}' = 1.159 * W_{18}$$

Aplicando la expresión antes expuesta se obtiene los siguientes números de ejes equivalentes:

$$W_{18}' = 365676$$

6.3.3 Confiabilidad

La AASHTO posee diferentes tipos de confiabilidad según las características de las carreteras y su importancia. Para carreteras principales o de alta importancia, se sugiere un nivel de confiabilidad más alto, lo que significa que se espera que el pavimento diseñado cumpla con una mayor vida útil sin fallas significativas. Para carreteras de menor importancia, se pueden aceptar la confiabilidad más baja.

Tabla 26

Valores de confiabilidad sugeridos por la AASHTO 93

Función de la Carretera	Niveles de Confiabilidad	
	Urbanos	Rurales
Autopistas interestatales y otras	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de Tránsitos	80 - 95	75 - 95
Carreteras Locales	50 - 80	50 - 80

Nota. Valores de confiabilidad del diseño. Fuente: (AASHTO, 1993).

6.3.4 Desviación normal

La desviación normal se establece por un valor en relaciona a la confiabilidad del 80 %, tomando en cuenta la zona rural y sus vías.

Tabla 27

Relación de confiabilidad y desviación normal estándar

CONFIABILIDAD R (%)	ZR
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
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	-3.09
99.99	-3.75

Nota. Relación confiabilidad y desviación normal. Fuente: (AASHTO, 1993).

6.3.5 Desviación estándar

La AASHTO propone poner en práctica valoraciones según los intervalos de la desviación estándar que comprende las siguientes numeraciones:

Pavimento flexible: 0.40 – 0.50

0,45 = Construcción Nueva

0,50 = Sobre Capas

La vía que se está estudiando es una construcción actual, su desviación se adapta a la valoración estándar de 0,45.

6.3.6 Pérdida de serviciabilidad

6.3.6.1 Serviciabilidad inicial. Se valora a través de una relación desde la asistencia inicial, tomando en cuenta la capacidad de pavimento y las circunstancias de la vía. En este caso es $P_o = 4,2$.

Tabla 28

Serviciabilidad inicial

Tipo de pavimento	Serviciabilidad inicial, P_o
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Nota. Valores de servicio iniciales. Fuente: (AASHTO, 1993).

6.3.6.2 Serviciabilidad final. La elección del índice de asistencia final de P_t , se basa en el índice inferior tolerable sin que se pretenda realizar una reconstrucción.

Es recomendable utilizar un índice de 2,5 para las carreteras y vías primordiales y para el resto de vías un índice de 2,0. En este caso la vía tendrá un índice de serviciabilidad final 2,0.

Tabla 29

Serviciabilidad final

Tipo de Vía	Serviciabilidad Final, P_t
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas Industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 - 2.0
Pavimento urbano	1.5 - 2.0

Nota. Valores de servicio final. Fuente: (AASHTO, 1993).

6.3.7 Determinación del número estructural

A partir de estos números el eje equivalente se calcula un nuevo número de la estructura a partir de los parámetros.

Confiabilidad $R = 80\%$

Desviación estándar $S_o = 0,45$

Desviación normal $Z_r = -0,841$

Periodo de diseño = 10 Años

Número de eje equivalente = 365676

Suelo subrasante CBR = 12 %

Módulo Resiliente de subrasante = 12750 psi

Pérdida de serviciabilidad (psi) = 2,2

Serviciabilidad iniciales. (pi) = 4,2

Serviciabilidad finales, (pf) = 2,0

6.3.8 Espesores mínimos

Rangos de espesores mínimos comúnmente utilizados para la capa del pavimento flexible según normativas del diseño:

- Subbase: La subbase debe tener un grosor mínimo que varía de los 10 a 30 centímetros, dependiendo de la capacidad de los suelos subyacentes y los niveles de tráfico esperado. Es recomendable realizar estudios geotécnicos para determinar el espesor adecuado.
- Base: El grosor mínimo de la base suele estar en el rango de 15 a 30 centímetros. Nuevamente, esto puede variar dependiendo el tipo de material utilizado y la circulación esperada. La base proporciona resistencia estructural ayudando a la distribución del peso del tráfico uniformemente.

- **Capa Asfáltica:** El espesor mínimo de la capa de rodadura, generalmente se encuentra entre 5 y 10 centímetros. Sin embargo, es importante considerar factores como el tipo de asfalto utilizado, el clima local y el nivel de tráfico al determinar el espesor adecuado.

Es fundamental tener en cuenta que estos rangos de espesores mínimos son solo una guía general y pueden variar según las especificaciones y recomendaciones de diseño de cada país.

Figura 14

Vías a asfaltar



Nota. Fotografías de las vías internas de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor a través Cámara digital.

6.4 Diseño del pavimento flexible

6.4.1 Método AASHTO 93

MÉTODO AASHTO -93

Es uno de los métodos más utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FÓRMULA GENERAL AASHTO

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \text{Log}_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{10.94} + 2.32 \text{Log}_{10}(Mr) - 8.07$$

$$0.4 + \frac{5.19}{(SN+1)^{0.19}}$$

Donde:

- SN = Número Estructural
- W18 = Tráfico (Número de ESAL's)
- Zr = Desviación Estándar Normal
- So = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
- Po = Serviciabilidad Inicial
- Pt = Serviciabilidad Final
- Mr = Módulo de Resiliencia

VARIABLES DEL DISEÑO

NÚMERO ESTRUCTURAL (SN).

En base a este número estructural, se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo establecido en el proyecto.

1. ESTUDIO DE TRÁNSITO

1.1. Tránsito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección
Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

- Tn = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.
- To = Tránsito actual (año base o) en veh/día.
- n = Años del periodo de diseño.
- i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2. Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

- a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un periodo consecutivo de 7 días (5 día de semana + Sábado + Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuará un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.
- b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.
- c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	365'676.00
ESAL's(W18) =	3.66E+05

2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

Cuadro 12.6
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMBIO	TAFICO	EQUIVALENTES ACOMULADOS	NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₀	75,000	150,000	65%
	T ₁₀	150,001	300,000	70%
	T ₁₀	300,001	500,000	75%
	T ₁₀	500,001	750,000	80%
	T ₁₀	750,001	1,000,000	85%
	T ₁₀	1,000,001	1,500,000	85%
Reto de Caminos	T ₁₀	1,500,001	3,000,000	85%
	T ₁₀	3,000,001	5,000,000	85%
	T ₁₀	5,000,001	7,500,000	90%
	T ₁₀	7,500,001	10,000,000	90%
	T ₁₀	10,000,001	12,500,000	90%
	T ₁₀	12,500,001	15,000,000	90%
	T ₁₀	15,000,001	20,000,000	95%
	T ₁₀	20,000,001	25,000,000	95%
	T ₁₀	25,000,001	30,000,000	95%
	T ₁₀	>30,000,000		95%

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la Guía AASHTO 1993

Cuadro 12.8
Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)
Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

Tipo de Cambio	TAFICO	EQUIVALENTES ACOMULADOS	Desviación Estándar Normal (Zr)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₀	75,000	150,000	-0.361
	T ₁₀	150,001	300,000	-0.504
	T ₁₀	300,001	500,000	-0.614
	T ₁₀	500,001	750,000	-0.842
	T ₁₀	750,001	1,000,000	-0.947
	T ₁₀	1,000,001	1,500,000	-1.036
Reto de Caminos	T ₁₀	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T ₁₀	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T ₁₀	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T ₁₀	7,500,001	10,000,000	-1.282
	T ₁₀	10,000,001	12,500,000	-1.282
	T ₁₀	12,500,001	15,000,000	-1.282
	T ₁₀	15,000,001	20,000,000	-1.603
	T ₁₀	20,000,001	25,000,000	-1.603
	T ₁₀	25,000,001	30,000,000	-1.645
	T ₁₀	>30,000,000		-1.645

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la Guía AASHTO 1993

R (%) = 80 %

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).
Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

Zr = -0.842

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

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

Para pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
En construcción nueva	0.45

So = 0.450

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

El Índice de Serviciabilidad Presente, es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

Po = 4.2

Pt = 2.0

Δ PSI = Po - Pt

Δ PSI = 2.20

5. MÓDULO RESILIENTE (Mr)

El módulo resiliente es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante, el cual, para su cálculo, deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia determinado de acuerdo a las recomendaciones del AASHTO

CBR = 12 %

Mr = 12750.00 PSI

Número Estructural requerido SN = 2.4

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

Log₁₀(W18) - Zr × So + 0.20 + 8.07

14.576 ... Ecuación I

$$9.36 \times \log_{10}(SN+1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{1094}\right)}{0.4 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(Mr)$$

14.415 ... Ecuación II

NÚMERO ESTRUCTURAL (SN).

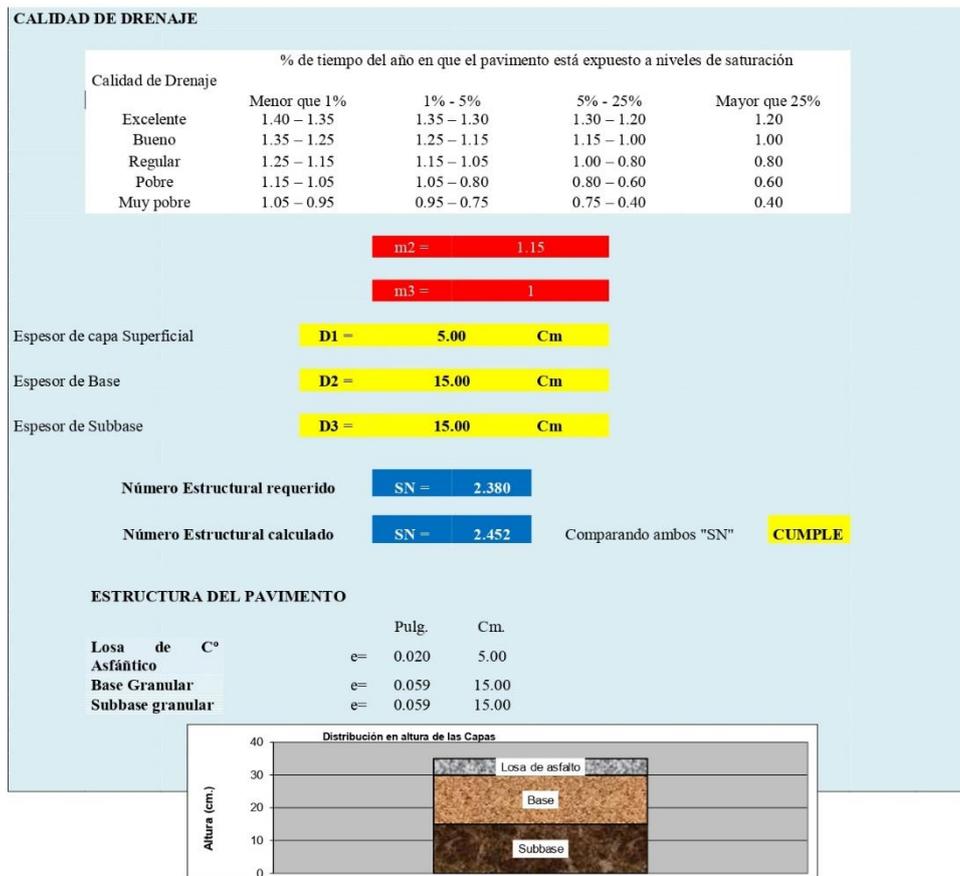
SN = a1 × d1 + a2 × d2 × m2 + a3 × d3 × m3

- SN = Número Estructural.
- a1,2,3 = Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase.
- d1,2,3 = Espesores (en cm) de las capas: superficial, base y subbase.
- m2,3 = Coeficiente de drenaje para las capas: superficial, base y subbase.

a1 = 0.17 /cm

a2 = 0.052 /cm

a3 = 0.047 /cm



Nota. Parámetros de Diseño. Fuente: (AASHTO, 1993).

6.4.2 Cálculo de espesores

6.4.2.1 Espesores de la estructura de pavimentos. Realizado una calculación y comprobación de los grosores de la capa de pavimento para la obtención de los siguientes resultados para un tiempo determinado de análisis de 10 Años.

Tabla 30

Espesores de la estructura de pavimento

Capa	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base Granular Clase 4	15
Subbase Granular Clase 3	15

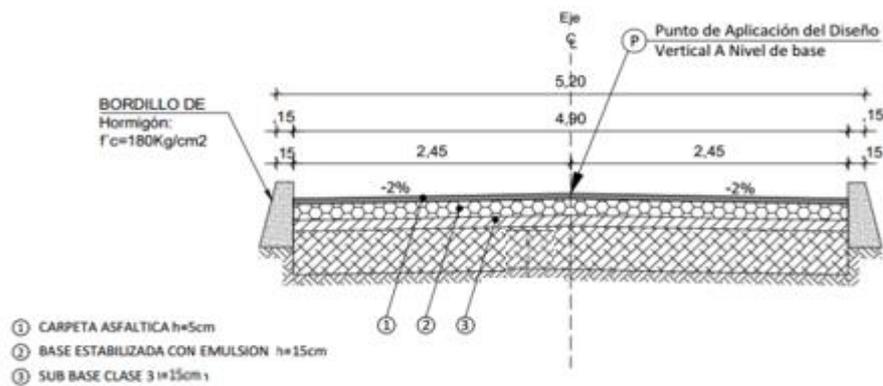
Nota. Detalles de la estructura de pavimentos. Elaborada por: El autor.

6.4.3 Secciones de diseño

La sección de diseño para pavimento tiene que ver con la disposición y combinación que conforma el pavimento, con el objetivo de facilitar una resistencia en la superficie siendo más duradera para la circulación vehicular. La sección del diseño se fundamenta en el estudio de las condiciones del sitio, las cargas del tráfico esperado y las propiedades del suelo subyacente, así como los anchos de la calzada recomendados para una vía catalogado como camino vecinal por la normativa de diseño vial.

Figura 15

Sección de diseño



Nota. Detalle de la sección típica de la vía principal. El autor a través del software Civil 3D, 2023.

CAPÍTULO VII

ESTUDIO HIDRÁULICO

7.1 Introducción al estudio hidrológico

El diseño de un pavimento eficiente y duradero no solo implica considerar aspectos estructurales y de tráfico, sino también la interacción del pavimento con el sistema hidrológico circundante. El estudio hidrológico desempeña un papel crucial para el diseño de los pavimentos, permitiendo comprender y gestionar adecuadamente la fluidez del agua alrededor de la estructura de los pavimentos.

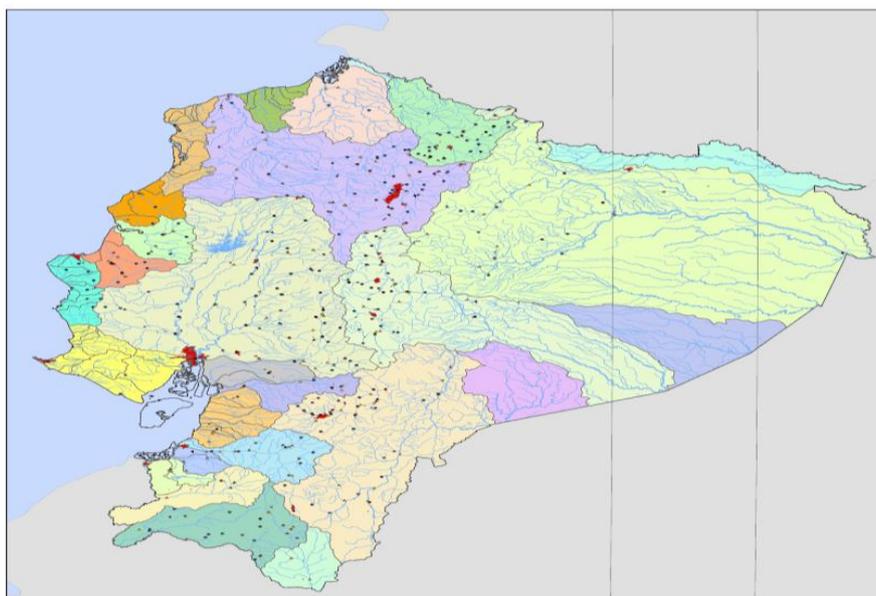
El agua, en sus diversas formas y fuentes, puede afectar significativamente el rendimiento y su vida útil del pavimento. El exceso de agua puede debilitar la estructura del pavimento, causar erosión y daños, y reducir el impacto en los suelos subyacentes. Por otro lado, una gestión adecuada del agua puede minimizar los efectos negativos y mantener la integridad de los pavimentos a lo largo la historia.

Su objetivo principal de este capítulo es realizar un estudio hidrológico exhaustivo que permita comprender y evaluar los aspectos relacionados con el agua en el diseño de pavimentos. Se analizarán los principales componentes del estudio hidrológico, incluyendo la recopilación de datos hidrológicos, el análisis de áreas de aportación hidrológica, la estimación de las cargas hidrológicas y la evaluación de las medidas de drenaje y gestión de agua.

El estudio hidrológico proporcionará información valiosa para determinar los sistemas de drenaje adecuados, la dimensión correcta de la estructura y la ejecución de medidas para debilitar los problemas asociados con el agua en el pavimento. Además, se considerarán aspectos como las precipitaciones locales, la calidad del suelo, la topografía y las características hidráulicas e hidrológicas para la cual usaremos información proporcionada por la estación EL LABRADO la cual es parte de la red de estaciones meteorológicas como muestra la ilustración.

Figura 16

Mapa del Ecuador



Nota. Ubicación de las estaciones meteorológicas en Ecuador. Fuente: (INAMHI, 2015).

7.2 Información meteorológica

7.2.1 Estación meteorológica

Para este proyecto se seleccionó información sobre la estación EL LABRADO M0141.

Tabla 31

Ubicación de la estación I

M0141	EL LABRADO	714218.93	9697771.85	3335	1978-2011	25	INAMHI
-------	------------	-----------	------------	------	-----------	----	--------

Nota. Datos de la estación EL LABRADO. Fuente: (INAMHI, 2015).

Para la obtención de antecedentes de intensidad se requiere considerar la siguiente fórmula específica de la estación EL PRADO que ha sido seleccionada, (INAMHI, 2015).

Tabla 32

Ecuación estacionaria EL LABRADO

ZONA	CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
47	M0141	EL LABRADO	5 Min < 41.97 Min	$I_{TR} = 130.19 * Id_{TR} * t^{-0.539}$ $R^2 = 0.9835$
			41.97 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 351.79 * Id_{TR} * t^{-0.805}$ $R^2 = 0.9998$

Nota. Ecuación de la intensidad estación EL LABRADO. Fuente: (INAMHI, 2015)

7.2.2 Temperatura

La temperatura en Pallatanga suele ser fresca debido a su ubicación en las montañas. Las temperaturas promedio mensuales oscilan entre los 12 °C y los 18 °C, pero pueden variar de acuerdo a la elevación y época del año. Los inviernos tienden a ser más fríos, mientras que los veranos son más cálidos.

Tabla 33

Temperatura promedio anual

AÑO	TEMPERATURA°C
2020	16
2021	14
2022	17

Nota. Sensación Térmica en Pallatanga. Elaborado por: El autor.

7.2.3 Precipitaciones

El agua que es originada en la atmosfera se denomina precipitación, puede estar en estado líquido y sólido. Para evaluar las precipitaciones se toma en cuenta la elevación de la altura en mm y se obtiene de la superficie horizontal y plana sin que exista ningún tipo pérdidas por infiltración o evaporación, (Gutiérrez, 2014).

7.2.3.1 Cálculo de la precipiación. Para establecer las precipitaciones del área de estudio se obtuvo a partir de la compilación de información de la estación EL LABRADO.

La obtención de las precipitaciones se calcula por los diversos métodos:

- Método Aritmético.
- Método de los Polígonos de Thiessen.
- Método de las Isoyetas.

Para establecer las precipitaciones utilizaremos el método aritmético y de las isoyetas, (INAMHI, 2015). El método aritmético da el resultado de las precipitaciones máximas,

mínimas y medias durante el periodo anual desde que se seleccionó la estación a estudiar. Por otro lado, el método isoyetas se obtiene la precipitación media para cotejar la información conseguida.

Método aritmético

Tabla 65

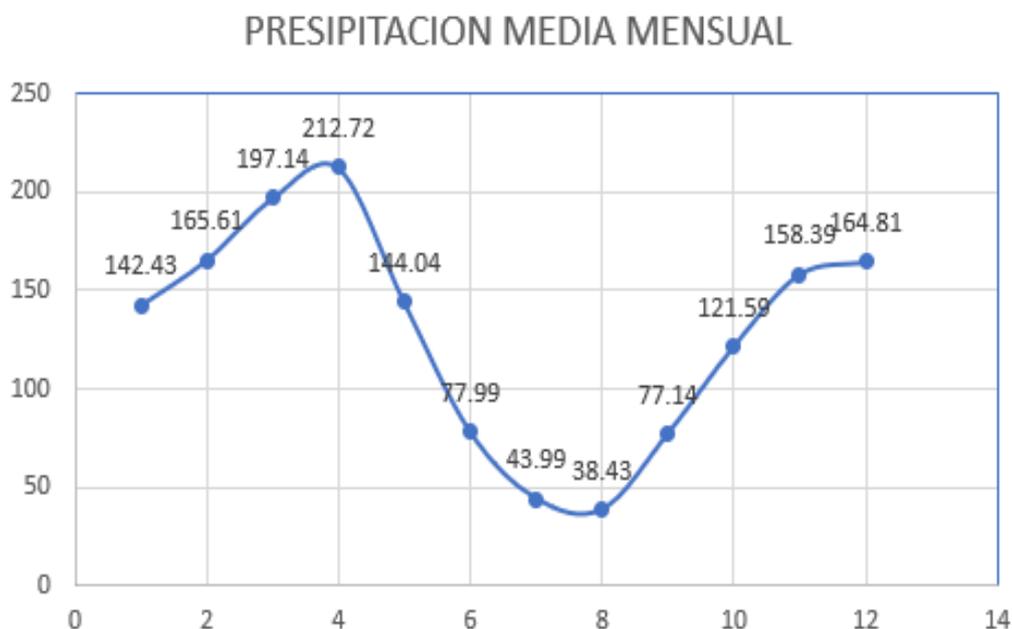
Valores de las precipitaciones de la estación EL LABRADO

Valores Pluviométricos Mensuales Estación Meteorológica EL LABRADO														
Anuario	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total, Anual
39	1999	395.75	252.65	270.85	153.65	202.35	135.85	9.25	44.95	158.55	105.55	161.65	193.85	1769.05
40	2000	162.55	185.95	270.15	232.75	251.85	139.05	43.95	30.15	169.05	51.25	59.25	75.05	1656.15
41	2001	146.15	169.55	227.65	134.95	103.35	39.55	37.45	13.75	92.75	9.25	120.35	193.95	1273.85
42	2002	95.35	94.75	202.75	249.35	134.05	71.05	27.85	13.15	24.25	130.95	186.35	244.95	1459.95
43	2003	146.05	105.75	112.85	185.05	119.35	119.15	9.25	33.55	102.65	154.55	201.45	111.85	1386.65
44	2004	60.25	67.45	76.15	151.75	148.75	25.65	29.95	4.45	100.05	137.65	154.05	189.05	1130.35
45	2005	34.65	202.75	211.55	117.05	101.45	68.15	51.95	55.25	85.45	85.05	107.15	160.75	1266.35
46	2006	94.65	190.15	168.85	263.35	77.65	93.55	14.45	24.95	52.95	77.85	247.25	175.95	1466.75
47	2007	172.65	56.45	231.25	265.65	244.95	61.05	63.95	36.15	17.75	203.25	327.55	119.15	1784.95
48	2008	247.95	276.85	264.85	258.35	217.75	112.85	29.85	98.05	104.45	200.85	109.35	127.35	2033.65
49	2009	296.75	187.95	263.75	191.25	104.15	49.55	8.45	30.35	11.05	87.75	90.15	211.25	1517.55
50	2010	46.95	105.05	115.55	290.55	150.55	101.75	197.55	53.85	80.85	91.05	250.75	306.15	1775.75
51	2011	139.65	194.65	145.05	263.75	94.15	62.75	70.75	78.05	58.25	198.95	31.75	166.25	1489.15
52	2012	255.65	228.65	198.75	220.65	66.25	11.95	21.15	21.35	21.85	168.35	170.35	31.85	1401.95
Mínima		34.65	56.45	76.15	117.05	66.25	11.95	8.45	4.45	11.05	9.25	31.75	31.85	1130.35
Máxima		296.75	276.85	270.85	290.55	251.85	139.05	197.55	98.05	169.05	203.25	327.55	306.15	2033.65
Media		142.43	165.61	197.14	212.72	144.04	77.99	43.99	38.43	77.14	121.59	158.39	164.81	1529.44

Nota. Precipitaciones registradas por la estación EL LABRADO. Fuente: (INAMHI, 2015)

Figura 17

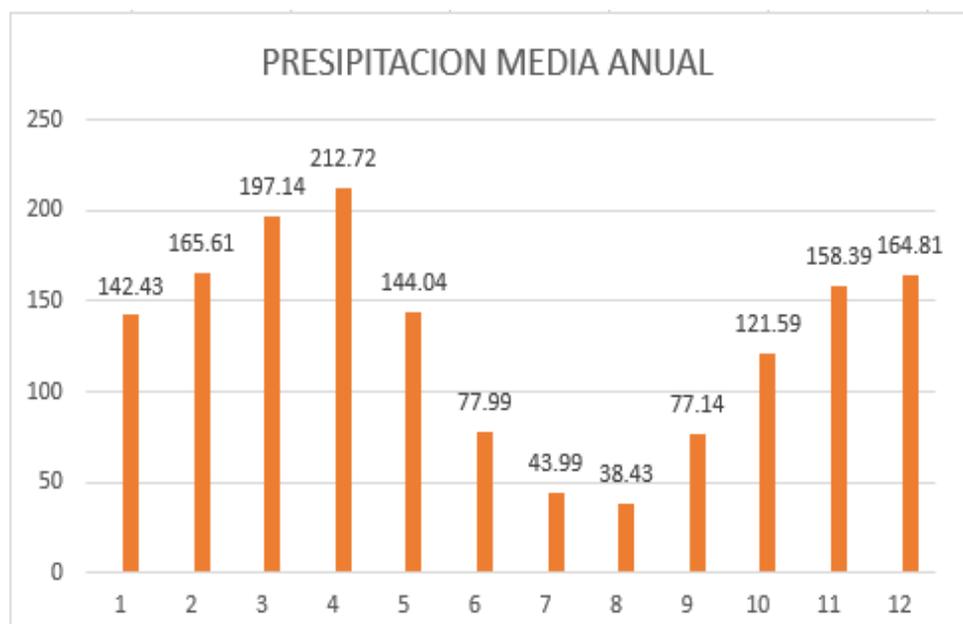
Precipitación media mensual de la estación EL LABRADO



Nota. Índice de precipitación referencial del sector: El autor.

Figura 18

Distribución anual de la precipitación



Nota. Dispersión de la precipitación por meses. Elaborada por: El autor.

Con los datos conseguidos por las indagaciones realizadas en la estación EL LABRADO se determinó las precipitaciones empleando el método aritmético indicando que existe una precipitación mínima en el mes de agosto con 37,08_{mm}, además indica que los 6 meses de verano poseen poca precipitación de mayo a octubre. Las precipitaciones máximas se muestran en abril con 211,37_{mm} también nos indica la época de invierno que va desde noviembre hasta abril. Entonces el verano e invierno se encuentra dividido por meses, datos que serán utilizados para diseños viales cumpliendo la vía útil de la misma.

7.2.4 Viento

En las zonas montañosas como en la que se encuentra el cantón Pallatanga, el viento puede ser influenciado por la topografía, ya que las montañas y los valles pueden actuar como aceleradores u obstáculos para el flujo del viento. Además, la altitud también puede desempeñar un papel importante en la rapidez del viento, ya que a mayor altitud la densidad de la corriente del viento disminuye, lo que puede generar vientos más fuertes.

La velocidad del viento puede tener varios efectos en un camino de tierra en la Sierra del Ecuador. Estos son algunos de ellos:

- Erosión: El viento fuerte puede transportar partículas de tierra y arena, lo que puede provocar la erosión del camino de tierra. Con el tiempo, esto puede desgastar la superficie del camino y causar irregularidades y agujeros.
- Polvo y visibilidad reducida: El viento puede levantar polvo y partículas del suelo, lo que puede reducir la visibilidad en el camino. Esto puede ser especialmente problemático para los conductores, ya que puede dificultar la conducción segura.

Tabla 34*Velocidad del viento*

AÑO	VELOCIDAD (KM/H)
2020	14
2021	17
2022	15

Nota. Condiciones de la brisa en el sector. Elaborada por: El autor.

7.2.5 Curvas de intensidad / duración / frecuencia (IDF)

La curva de intensidad (IDF) es un tipo de curvas que son reflejadas al articular los puntos de la intensidad media con los intervalos de duración diferente en una frecuencia de retorno. A partir de esta definición se tendrá en cuenta otros aspectos, como; la intensidad de las precipitaciones, las frecuencias de disponibilidad de un determinado evento, (Perico et. al, 2013).

La fórmula particular para el área que se va a estudiar será las que pertenecen a la estación EL LABRADO M0141, ya que facilitara en el diseño oportuno de las curvas (IDF).

Tabla 35*Ecuación de la estación EL LABRADO M0141*

ZONA	CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
47	M0141	EL LABRADO	5 Min < 41.97 Min	$I_{TR} = 130.19 * Id_{TR}^{*t^{-0.539}} R^2 = 0.9835$
			41.97 Min < 1440 Min	$I_{TR} = 351.79 * Id_{TR}^{*t^{-0.805}} R^2 = 0.9998$

Nota. Ecuación de la intensidad estación EL LABRADO. Fuente: (INAMHI, 2015)

Entonces:

(I_{TR}): Intensidad de las precipitaciones para cualquier periodo de retorno en milímetros/h.Id

(TR): Intensidad Diaria para un Periodo de Retorno en milímetros/h.

(Tr): Periodo de Retorno en Años.

(T): Tiempo de Duración de las precipitaciones de las lluvias en min.

Tabla 36

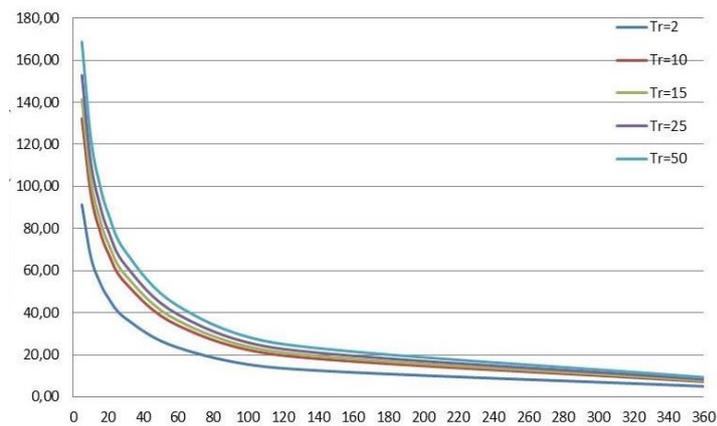
Valores de IDF

Valores de intensidad duración y frecuencia								
Tr (años)	Tiempo de duración (min)							
	5	10	15	20	30	60	120	360
2	92.83	68.29	56.41	48.68	38.77	24.87	15.07	6.52
10	133.75	98.21	81.02	69.83	55.48	35.35	21.16	8.78
15	142.87	104.88	86.5	74.54	59.2	37.69	22.52	9.28
25	154.35	113.27	93.41	80.48	63.89	40.63	24.23	9.91
50	170.16	124.84	102.92	88.65	70.35	44.68	26.58	10.79

Nota. Cálculo de valores IDF. Elaborada por: El autor.

Figura 19

Curvas de intensidad / duración / frecuencia de la zona del proyecto



Nota. Distribución IDF. Elaborada por: El autor.

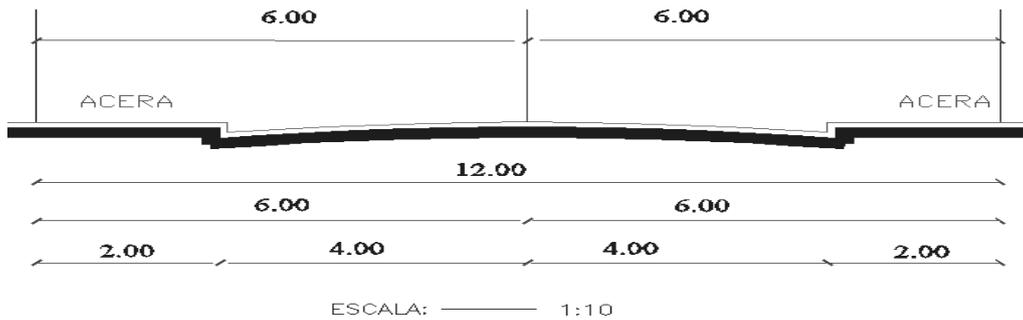
7.2.6 Áreas de aportación

Para establecer los caudales en la red vial de la Urbanización se requiere ubicar los puntos de drenaje; en este caso el estudio del proyecto se ejecutará con ayuda de sumideros, es ineludible seleccionar la información más relevante meteorológica a la vez determinar si no existe agua subterránea que afecte la vía en el área estudio.

Considerando que el diseño vial se lo efectuará para la Urbanización que cuenta con cerramiento que no incluye taludes, dicha urbanización es conformada por secciones transversales que contiene calzadas, bordillos y aceras.

Figura 20

Secciones transversales de las calles principales de la zona



Nota. Área aportante al drenaje de la urbanización. Elaborada por: El autor.

7.3 Información Cartográfica

Figura 21

Información cartográfica



Nota. Carta topográfica de Chimborazo: Fuente, (IGM, 2015).

- Orografía: El relieve es irregular. La altura es de 4358 y 200 metros. Los accidentes orográficos más significativos son: los Cerros Chanlor, Huagarumi, Yuto Sirina; las Lomas Quitza, Tabla Rumi; los filos Rayo Pungu, Yana Haccha, etc
- Hidrografía: Se encuentra la quebrada Condor Paccha, aguas abajo forma el Rio Panza y el Rio Pangor, el cual establece un sistema hidrográfico que se encuentra al occidente.
- Pueblos y ciudadelas: En la cabecera Cantonal de Pallatanga se encuentra los poblados La Florida, La Libertad, San Francisco de Trigoloma, Panza Redonda, Lillin, Quishuar, El Olivo, Achon Rosario, Tambillo Alto, Primavera de Iiacoto, etc.
- Red Vial: Está conformado por la carretera de pavimento de dos vías que va desde Juan de Velasco hasta Pallatanga. En el resto de la carta también se observan numerosos medios de comunicación como parte de la red vial.

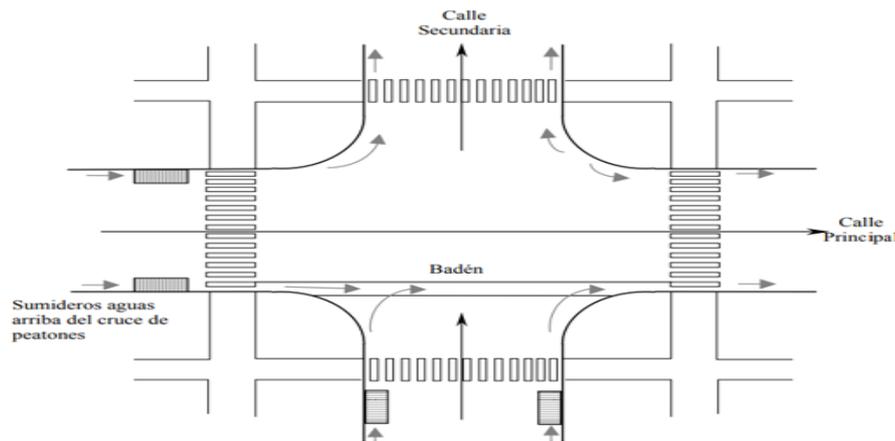
7.4 Diseño de obras de drenaje

7.4.1 Drenaje longitudinal

Abarca todas las obras de captación y de defensa es necesario definir la implementación de un drenaje para la zona de estudio, realizando un cálculo del área hidráulica que fue solicitada para su seccionamiento en extensiones y pendientes para la nivelación del fondo, (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003).

Figura 22

Drenaje longitudinal

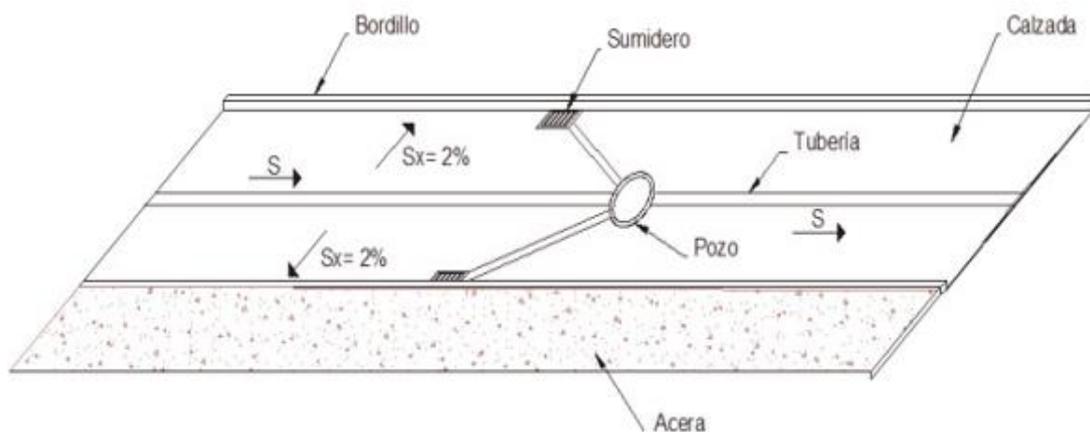


Nota. Ubicación de las rejillas de drenaje. Fuente: (Especificaciones de elementos Urbanos, 2005)

En la red vial de la urbanización Vista Hermosa se efectuará un desagüe longitudinal como lo especifica la figura 22, y para que evacue el agua se contará con sumideros según la normativa vigente.

Figura 23

Elementos que compone en la vía



Nota. Detalle del funcionamiento del drenaje. Fuente: (Carvajal, Aucanshala, & Valverde, 2015).

7.4.2 Drenaje transversal

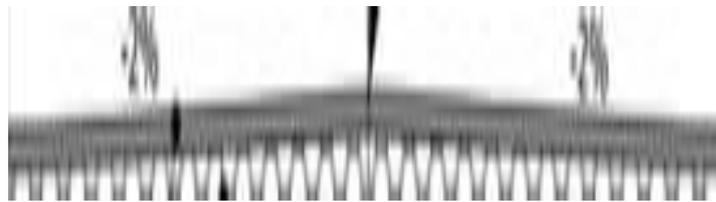
El drenaje transversal óptimo para la vía dependerá de los diversos factores tales como la temperatura del clima, la topografía, la tipología del suelo y el volumen de precipitación en la

zona. Sin embargo, existen ciertas pautas generales que se consideran en el diseño de un drenaje transversal eficiente. Algunos aspectos importantes a tener en cuenta son los siguientes:

Pendiente transversal: Se recomienda que la carretera tenga una pendiente transversal adecuada para permitir un flujo de agua rápido y eficiente hacia los bordes de la vía. La pendiente típica varía entre el 2% y el 6%, dependiendo de las condiciones locales.

Figura 24

Pendiente trasversal



Nota: inclinación para el drenaje a los costados de la vía. Elaborada por: El autor.

7.4.3 Diseño de sumideros

7.4.3.1 Diseño hidráulico. Los escurrideros o sumideros están encargados de receptor toda el agua que fluye por la calzada tales con la lluvias o esorrentía que se encuentra en la superficie del pavimento y son trasladados por el alcantarillado pluvial o mixto.

Los sumideros ayudan a que exista una correcta evacuación de las esorrentías pluviales de las carreteras, evitando la generación de caudales en las calzadas, evitando la invasión de aguas a las propiedades públicas y privadas y la paralización de la circulación vehicular y peatonal durante un evento fuerte lluvias, y además ayuda a que no ingresa ningún tipo de basuras u otros elementos a las alcantarillas (Carvajal et al., 2015).

Figura 25

Tipo de sumidero para el proyecto



Nota. Detalle de rejilla de drenaje. Fuente: (Carvajal et. al, 2015)

7.4.3.2 Ubicación de los sumideros. Es preciso conocer la ubicación y localización de los sumideros y los criterios estandarizados que debe seguir para la recolección adecuadas de las aguas pluviales evitando dañar las estructuras de las vías dentro y fuera de la urbanización, para esto es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Ubicar los sumideros de manera precisa en los puntos de depresión y bajos.
- Colocarlos en las calles donde se encuentra los puntos longitudinales de reducción.
- Ubicar antes de los cruces de calles.

Es preciso considerar las recomendaciones descritas que será necesario durante la etapa de construcción.

Considerar el diseño y estudio geométrico de las calles, especialmente en las secciones transversales, con la finalidad de determinar si es necesario cimentar o no un escurridor en cada lado de la carretera

7.4.3.3 Tipo de sumidero recomendado

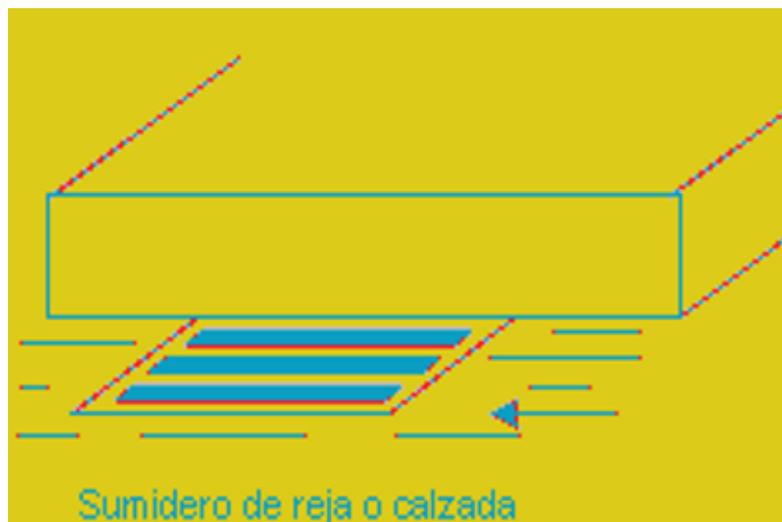
7.4.3.3.1 Sumidero de reja o calzada. Es una cámara para las aguas pluviales que se encuentra formado por un desagüe y tuberías que están conectadas al colector, además, está compuesta por una reja que impide las precipitaciones de los vehículos el paso de personas u otros objetos, (*Ingeniería Civil, 2011*).

Existen diversos modelos de rejas, tales como las barras paralelas que están direccionadas al flujo en las calzadas, otros modelos son las barras redondas y rectangulares.

La mayor preferencia de estos sumideros, es por su capacidad hidráulica y son empleados para pendientes pronunciadas. La desventaja de estos sumideros es el taponamiento por los desperdicios generados por las personas o los vehículos, además de la contaminación auditiva que es ocasionado cuando un vehículo pasa sobre el sumidero, (Ingeniería Civil, 2011).

Figura 26

Sumidero de calzada



Nota. Tipo de sumidero que se utilizara en la urbanización. (Ingeniería Civil, 2011)

Consideraciones para el uso de este sumidero:

- Emplearlo preferentemente en avenidas y calles de pendientes pronunciadas de un 3% o más.
- La instalación de las rejillas de barra debe ser de manera diagonal para una correcta circulación de bicicletas.
- No se empleará sumideros deprimidos de rejillas cuando la totalidad o parcial de la carretera está ocupada.
- No se utilizará en puntos bajos.

7.5 Dimensionamiento de las obras de drenaje

7.5.1 Periodo de retorno

Según las ecuaciones proporcionados por el INAMHI el tiempo de retorno es a partir de los 2 y 50 años; de acuerdo a las Norma Ecuatoriana de Construcción - Saneamiento Ambiental - Diseño de Sistemas de Alcantarillado (NEC-SE-DSO), considerando que el estudio es en el área rural y se lo realizará un tiempo de retorno de 30 años.

7.5.2 Tiempo de concentración

La NEC-SE-DSO, es una norma que indica cual es el tiempo mínimo de concentración para los tramos de alcantarillado que tiene una duración 5 minutos.

7.5.3 Intensidad de precipitación

La NEC-SE-DSO establecen que para el diseño de esta obra de drenaje se utilizó la ecuación de intensidad en función de la estación meteorológica EL LABRADO.

Tabla 37

Ecuación de intensidad de la estación meteorológica EL LABRADO

Estación M0141-EL LABRADO		
Coordenadas	Altitud (metros)	Ecuación INTENCIDAD
714218.93	3335	$I = 363.43 * T^{0.1650} * t^{-0.8037}$
9697771.85		

Nota. Detalles para cálculos proporcionados por la estación el Labrado. Fuente: (INHAMI, 2015).

7.5.4 Coeficiente de escorrentía

Se relaciona entre las precipitaciones superficiales y las precipitaciones totales, encontrando que la parte superficial es mínima que la precipitación total al substraer la evaporación y el almacenamiento. Es complicado alcanzar este proceso porque en la práctica es necesario de la implementación de simplificaciones. (Gutiérrez, 2014).

Tabla 38

Coeficiente de escorrentía

Tipo de superficies	Coef. Escorrentía
	©
Pavimentos de hormigón y asfálticos	0.70 - 0.95
Pavimentos adoquinados	0.60 - 0.70
Pavimentos Macadán (empedrados)	0.30 - 0.60
Superficies de grava	0.15 - 0.30
Zonas arboladas y bosques	0.10 - 0.20
Zonas con vegetación densa	
* Terrenos granulares	0.05 - 0.35
* Terrenos arcillosos	0.15 - 0.56
Zona con vegetación media	
* Terrenos granulares	0.10 - 0.50
* Terrenos arcillosos	0.30 - 0.75
Tierras sin vegetación	0.20 - 0.80
Zonas cultivables	0.20 - 0.40

Nota. Valores de cálculo de la escorrentía según superficie. Fuente: (Gutiérrez, 2014).

Para este estudio se considera el coeficiente de escorrentía de 0,70 tal cual indica la tabla de pavimentos en las diversas superficies.

7.5.5 Caudal del diseño

Para establecer el caudal de diseño para la red vial se considera la ubicación de los puntos de drenaje, en este caso se lo realizará con sumideros que serán ubicados según a la norma en la cual esta descrita que tipo de información meteorológica se debe recoger, el tiempo de retorno y concentración, además verificar si que exista en la vía agua debajo de la tierra.

Se empleará el método racional para la determinación de los caudales, se recomienda utilizar las que esta compuestas por características hidrológicas en áreas de 200 Ha.

Para calcular el caudal es necesario contar con esta fórmula:

$$Q = C.I. A / 360$$

Entonces:

(Q): Caudal en m³/seg

(C): Coef. de Escorrentía.

(I): Intensidad de Precipitación en mm/h para una duración igual al tiempo de concentración.

(A): Área en Ha

Posteriormente, se detallará el caudal para el diseño que se generó para las vías de la Urbanización Vista Hermosa que debe ser evacuado por los escurrideros.

Tabla 39

Calle A

ABSCISADO	POZO	L(m)	Ancho (m)	Área (Ha)	Tc(min)	I(mm/h)	Q Pluvial(LT/S)
0+003.10	P1	10.48	12	0.012576	5	174.73	4.27273093
0+013.58	P2	49.68	12	0.059616	5	174.73	20.2547016
0+062.26	P3	52.7	12	0.06324	5	174.73	21.4859657
0+114.04	P4	28.7	12	0.03444	5	174.73	11.7010857
0+141.66	P5	77.68	12	0.093216	5	174.73	31.6703949
0+218.34	P6	46.69	12	0.056028	5	174.73	19.0356686
	P7						

Nota. Caudales de diseño. Fuente: El autor.

Tabla 40

Calle B

ABSCISADO	POZO	L(m)	Ancho (m)	Área (Ha)	Tc(min)	I(mm/h)	Q Pluvial(LT/S)
0+00	P1	86.94	12	0.104328	5	174.73	35.4457278
0+086.94	P2	53.03	12	0.063636	5	174.73	21.62050777
0+138.97	P3	28.29	12	0.033948	5	174.73	11.5339273
0+166.26	P4	82.53	12	0.099036	5	174.73	33.6477561
0+247.79	P5	81.9	12	0.09828	5	174.73	33.390903
0+328.69	P6	65.67	12	0.078804	5	174.73	26.7738779
0+393.36	P7	55.2	12	0.06624	5	174.73	22.505224
0+447.56	P8	56.1	12	0.06732	5	174.73	22.872157
0+502.56	P9	55.48	12	0.066576	5	174.73	22.61938093
0+557.04	P10						

Nota. Caudales de diseño. Fuente: El autor.

Tabla 41
Calle C

ABSCISADO	POZO	L(m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Tc(min)	I(mm/h)	Q (LT/S)	Pluvial
0+00	P1	75.63	12	0.090756	5	174.73	30.8346031	
0+075.63	P2	74.72	12	0.089664	5	174.73	30.46359307	
0+149.35	P3	51.19	12	0.061428	5	174.73	20.87033363	
0+199.54	P4	45.53	12	0.054636	5	174.73	18.56273277	
0+244.07	P5	57.92	12	0.069504	5	174.73	23.61417707	
0+301.99	P6	59.1	12	0.07092	5	174.73	24.095267	
0+359.99	P7	59.2	12	0.07104	5	174.73	24.13603733	
0+417.99	P8	59.79	12	0.071748	5	174.73	24.3765823	
0+476.78	P9	48.92	12	0.058704	5	174.73	19.94484707	
0+524.7	P10	49.72	12	0.059664	5	174.73	20.27100973	
0+573.42	P11	70.95	12	0.08514	5	174.73	28.9265515	
0+643.37	P12	71.05	12	0.08526	5	174.73	28.96732183	
0+713.42	P13							

Nota. Caudales de diseño. Fuente: El autor.

CAPÍTULO VIII

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

8.1 Antecedentes

En nuestro medio es cada vez más importante aplicar planes de manejo y cuidado ambiental en este trabajo planteamos un plan específico de cuidado y control ambiental para el estudio del proyecto de diseño de la capa de rodadura de la Urbanización Vista Hermosa considerando aspectos específicos del cantón Pallatanga para de esta forma optimizar la conservación del ecosistema que rodea a la zona.

El Cantón Pallatanga está ubicada al sur de la Provincia de Chimborazo rodeado por los recintos San Francisco de Trigoloma, La Libertad, Flores, Panza Redonda, Lillin., El Olivar, Tambillo alto, Primavera de Iacoto, Tablón ancho

El clima del Cantón Pallatanga es cálido sub tropical, su temperatura se encuentra entre los 10 de 18° C, con una precipitación anual de 1150-1200 mm.

El Cantón Pallatanga se encuentra situada entre 1000 y 1520m.s.n.m. Los barrios más altos están ubicados en la Loma de Tablaspamba a 1430 m.s.n.m. Los barrios bajos se encuentran al este del barrio El Calvario.

La cabecera cantonal Pallatanga está conformada por la microcuenca del río Rio Panza que a su vez forma el Rio Pangor, la región cuenta con flora y fauna propia del sub trópico y mantos vegetación espesa alrededor de toda la zona.

8.2 Diagnóstico del problema

La Urbanización Vista Hermosa donde ejecutará el proyecto de Pavimentado está cercano a varios terrenos rurales dedicados a la agricultura .La agricultura en este sector está consignada mayormente al autoconsumo de las familias cercanas al sector, este será este uno de los componentes importantes a considerar para las normas de manejo ambiental que planeamos implementar para preservar los campos agrícolas próximos a la urbanización ya que

estos sirven como sustento para varias familias que diariamente mantienen y cultivan papas, legumbres entre otros en sus huertos familiares ya que la tierra es fértil.

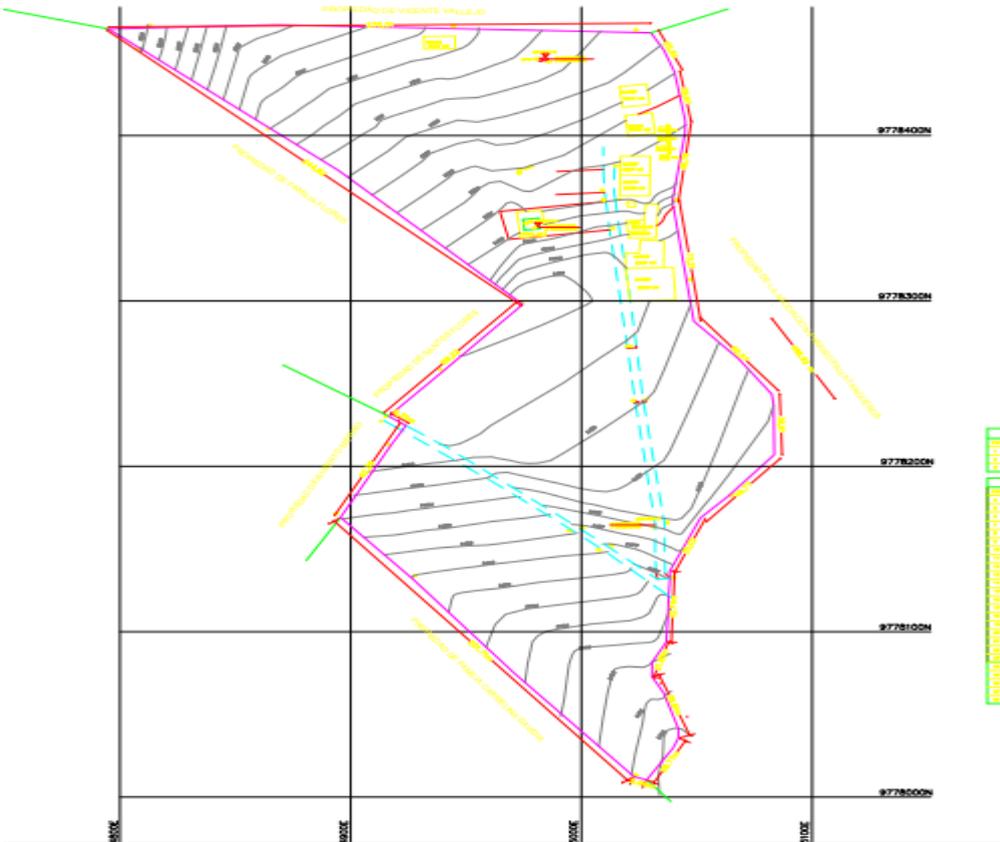
Las villas aledañas poseen producciones agrícolas por lo cual es importante preservar el agua de los canales de riego, así como mitigar la contaminación proveniente de los trabajos de pavimentación.

8.2.1 Área de influencia

Para la evaluación de impacto ambiental consideraremos toda el área la Urbanización Vista Hermosa ya que las vías descritas en el proyecto están conformadas por el acceso a todos los lotes en el área de 562252.58 m².

Figura 27

Área de Urbanización Vista hermosa



Nota. Zona de influencia del proyecto. Elaborada por: El autor a través del software Civil 3D, 2023.

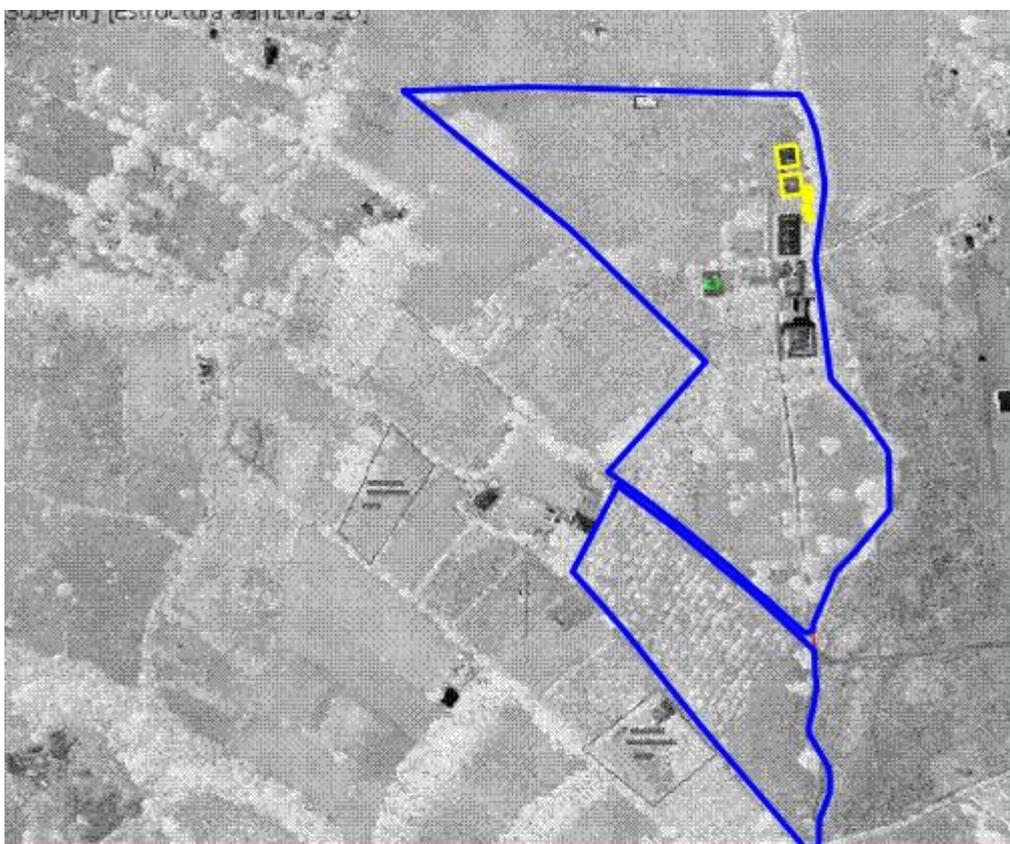
8.2.2 Área de influencia socioeconómica

La influencia socioeconómica será directamente la población de la Urbanización Vista Hermosa, en donde se ejecutará la red vial interna de la Urbanización. La urbanización consta con 230 lotes con un promedio para 4 individuos por familia.

El área de influencia indirecta será los lotes de terrenos cercanos a la Urbanización Vista Hermosa.

Figura 28

Área de influencia socioeconómica de la Urbanización Vista Hermosa



Nota. Zona de impacto socioeconómica. Elaborada por: El autor a través del software Civil 3D, 2023.

8.3 Medio antrópico

El término “medio antrópico” se refiere al entorno o ambiente que ha sido modificado o influenciado significativamente por la actividad humana. “Antrópico” proviene de la palabra griega <anthropos>, que significa <humano>. Por lo tanto, el medio antrópico se refiere a todos

los elementos y procesos ambientales que han sido alterados o creados por las acciones y actividades humanas, (Alarcón & Montaluisa, 2016).

Para este proyecto de Diseño de la Capa De rodadura de la Urbanización Vista Hermosa el medio antrópico hará referencia al entorno o ambiente que se ve modificado o influenciado por las actividades concernientes con la construcción de calles y pavimentación de calles. Las actividades a considerar de mayor impacto son:

- **Infraestructura vial:** Incluye la construcción de calles, aceras, carriles para bicicletas y carriles de tráfico, así como la instalación de señalización vial y semáforos. Estas estructuras modifican el paisaje natural y alteran la configuración del terreno.
- **Remoción de vegetación:** Para abrir paso a las calles y a la infraestructura vial, a menudo es necesario remover vegetación, incluyendo árboles, arbustos y otras plantas. Esto puede tener un impacto en los ecosistemas locales y la biodiversidad.
- **Emisiones y residuos:** Durante la construcción, se generan residuos como escombros, material sobrante y desechos de construcción. Además, las maquinarias y los vehículos utilizados emiten contaminantes atmosféricos y ruidos, afectando la calidad ambiental de la zona.
- **Impacto en el drenaje y cuerpos de agua:** La pavimentación de calles y carreteras puede alterar el patrón de drenaje natural, aumentando la escorrentía superficial y reduciendo la introducción del agua en el suelo. Esto puede llevar a problemas de inundaciones y afectando los cuerpos de agua más cercanos.

El medio antrópico en un proyecto de pavimentación de urbanización está compuesto por los cambios físicos, la alteración del paisaje, la remoción de vegetación, la generación de residuos y emisiones, y los impactos en el drenaje y los cuerpos de agua debido a las distintas actividades de cimentación vial. Es importante implementar medidas adecuadas de

amortiguamiento y gestión ambiental para minimizar los impactos negativos y promover la sostenibilidad en estos proyectos, (Alarcón & Montaluisa, 2016).

8.4 Evaluación de impactos ambientales

8.4.1 Criterios para identificar y evaluar los impactos ambientales

El cierre vial en el Cantón debido a la construcción genera diversas acciones causando impactos negativos o positivos en el área que se realizará el proyecto. Los mecanismos ambientales tanto físico, biótico, social, económico y cultural, se determinarán las posibles afectaciones, para la cual se desarrollará medidas preventivas de control, (Alarcón & Montaluisa, 2016).

La valoración del impacto ambiental en el ecosistema en este proyecto sobre la Urbanización Vista Hermosa, se identificó matrices de causa-efecto de valoración cualitativa y también se empleará la matriz de Leopold para la valoración sobre el impacto ambiental. Para este estudio se utilizará la matriz de valoración, importancia y magnitud.

8.4.1.1 Matrices de valoración. Es la matriz que se utiliza para estimar cada una de las interacciones y los impactos positivos o negativos, para su comprobación de manera consecutiva de las dimensiones, la importancia y la significancia de la interacción encontrada, (Alarcón & Montaluisa, 2016).

Para realizar la valoración se considera las siguientes directrices:

- Carácter genérico del impacto de la calidad ambiental

En este apartado se describe de manera específica si el impacto ambiental será de manera positivo o negativo en relación al estado preestratégico de la actividad.

- Positivo (+): Si el mecanismo se manifiesta con respecto al estado previo en base a la realización de este proyecto.
- Negativo (-): Si el mecanismo se manifiesta una disminución con respecto a su estado previo en base a la realización de este proyecto.

- **Duración del impacto**

Es la representación de la duración del impacto en relación al tiempo de acción que fue creado.

- **Permanente:** Se refiere a la constancia del impacto que dura cuando se haya terminado la actividad.
- **Temporal:** La ejecución de la actividad y la finalización de la misma.
- **Periódica:** Si su ejecución es interrumpida dentro de la actividad que es provocada.

- **Intensidad del impacto**

Hace referencia al impacto potencial de un componente ambiental.

- **Alta:** Es muy notoria en sus transformaciones, que se recuperan a corto y mediano plazo, cuando existe la intervención del hombre de manera oportuna para no presentar costos altos.
- **Moderada:** Su transformación evidente, cuando es causada por la acción de una acción generando un impacto mínimo, que es regenerado a partir de una mitigación de poco costo.
- **Baja:** Es necesario de la reparación natural parte del individuo, para una posible su reparación de su impacto.

- **Reversibilidad del impacto**

La eventualidad del mecanismo ambiental está involucrada en entorno inicial, el ambiente tiene esa capacidad para retornar de manera dinámica al entorno inicial, (Alarcón & Montaluisa, 2016).

- **Irreversible:** Si el contexto ambiental es afectado no podrá ser recuperado.
- **Recuperable:** Hace referencia a salvación a partir de la intervención y asistencia del ser humano, durante >5 años.
- **Reversible:** Si el contexto ambiental es afectado se logrará se retornar al inicio de manera natural, desde 0 a 1 año, (Alarcón & Montaluisa, 2016)

- Riesgos del impacto

El nivel de riesgo incide en la ocurrencia del impacto tanto para el ambiente como los mecanismos.

- Alto: Peligro de alto del impacto que es formulado frente al mecanismo ambiental.
- Medio: Peligro intermedio del impacto formulado sobre el mecanismo ambiental.
- Bajo: Peligro mínimo del impacto formulado sobre el mecanismo ambiental.

8.4.1.2 Matriz de importancia. El rango de las peculiaridades esta entregada en función al impacto acumulado del costo, reversibilidad y posibilidad, (Alarcón & Montaluisa, 2016).

Tabla 42

Valoración de la importancia

Importancia	Valor
Nada de importancia	2
Poco importante	1
Medianamente importante	4
Importante	5
Bastante importante	3

Nota. Valores de consideración de impactos. Elaborada por: El autor.

8.4.1.3 Matriz de magnitud. Es un método numérico que resulta a partir de una operación sumatoria de las dimensiones logrando unas variables de intensidad, extensión y durabilidad, (Alarcón & Montaluisa, 2016).

Para la valoración de las magnitudes se considera los siguientes valores:

Tabla 43

Valoración de magnitud

Magnitud	Valor
Muy pequeña magnitud	2
Baja magnitud	3
Magnitud Mediana	5
Magnitud Alta	5
Magnitud muy Alta	4

Nota. Valores de extensión de impactos. Elaborada por: El autor.

8.5 Evaluación de impactos significativos

8.5.1 Impactos al aire

El aire genera gran impacto en el medio abiótico tales como el polvo y gases que afecta la calidad del aire, estas afectaciones son generados a partir de la elaboración de actividades tales como el movimiento y excavación de la tierra, en la gran mayoría los impactos ambientales se dan en la etapa de cimentación, estos datos fueron obtenidos gracias la matriz de Leopold.

8.5.2 Impactos al suelo

El suelo genera un impacto en medio abiótico tales como las erosión, inundaciones y asentamientos de tierra y son valorados como moderados dentro del proyecto, los impactos negativos tienen una gran relevancia en cuanto a los movimientos de la tierra ya sea por excavaciones, compactación y nivelación del suelo este genera una mayor afectación en la etapa de cimentación, estos datos fueron obtenidos gracias la matriz de Leopold.

8.5.3 Impactos al agua

La calidad del agua no genera un impacto negativo dentro de la ejecución de este proyecto ya que beneficia a todos los pobladores de la Urbanización Vista Hermosa. en la obtención de alcantarillados fluviales.

8.5.4 Impacto socioeconómico

El impacto que genera es positivo en el ámbito social y económico se establece a través del uso del suelo, salud pública, trabajos para las personas desempleadas ya que a partir de la

etapa de construcción, ejecución y operación de este proyecto muchos serán los beneficiarios para el bienestar de cada uno de los pobladores de la Urbanización.

8.5.5 Interpretación de resultados aplicando a las matrices

- Impactos de manera positiva

En todos los componentes descritos anteriormente se pudo evidenciar que el mayor impacto positivo se encuentra en el componente socio-económica tanto en la etapa de operación como en la etapa de cimentación ya que este genera una calidad económica estable para todos los integrantes de la zona urbanizada, otro impacto positivo que evidenció es en el componente del agua puesto que este de igual manera beneficiara a las personas que no poseen un alcantarillado fluvial y agua potable generando una calidad y bienestar de vida.

Tabla 44

Impactos positivos sobre los componentes ambientales

Componentes Ambientales	Impactos positivos
Agua	5
Suelo	0
Aire	12
Flora	6
Fauna	0
Socio-económico	30
Total	53

Nota. Procesamiento de datos de impacto ambiental. Elaborada por: El autor.

- Impactos de manera negativa

Como existe impactos positivos también existen impactos negativos y este se encuentra en la etapa de cimentación o construcción del proyecto tanto en los componentes del aire puesto que este genera una contaminación para la persona por la generación de polvo porque afecta a la salud de los pobladores por las diferentes excavaciones movimiento dentro del área de estudio.

Tabla 45

Impactos negativos sobre los componentes ambientales

Componentes Ambientales	Impactos negativos
Agua	0
Suelo	10
Aire	15
Flora	9
Fauna	5
Socio-económico	10
Total	49

Nota. Procesamiento de datos de impactos negativos. Elaborada por: El autor.

Las valoraciones que fueron obtenidos a partir de la matriz de Leopold nos reflejan resultados meramente negativos, para mitigar estas consecuencias se puede partir desde un plan de mejora de la calidad ambiental cumpliendo con cada una de las normativas vigentes de nuestro país. Los resultados que arrojó la matriz desde la etapa de construcción tienen una totalidad de 6550 que es representado por el 100%, y en la etapa de operación se obtuvo en su totalidad de -710 que es representado por el 10.82% de impactos negativos.

Se considerar indispensable la realización de este proyecto con una aceptabilidad entre el 0% y 36% de los impactos puesto que se puede realizar considerando con estrategia un plan de mejora de la calidad ambiental para ser más mitigable.

8.6 Plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental es conceptualizado como operaciones de impactos ambientales que serán registrados. Esta creado para prevenir, restaurar los impactos que son reconocidos por la valoración del impacto ambiental desde la etapa de cimentación, ejecución y mantenimiento del proyecto que puedan verse afectadas, (Ministerio de Transporte de Obras Públicas, 2015).

Objetivo General

- Determinar los posibles impactos negativos que se generen en la ejecución del proyecto con la finalidad de conservar el medio ambiente de la zona teniendo en cuenta la prevención, control y mitigación.

Objetivos Específicos

- Evitar en lo permisible que se formen impactos negativos drásticos durante la etapa de cimentación o construcción, la etapa de operación y de mantenimiento.
- Mitigar los impactos ambientales negativos que se originan de modo ineludible durante la realización de este proyecto.
- Asegurar la conservación del medio ambiente en el área de influencia del proyecto vial Urbanización Vista Hermosa.

8.6.1 Marco legal ambiental

Existe un marco jurídico y legal que está representado en el país con base a las normativas ambientales sobre el proyecto vial en la Urbanización Vista Hermosa, dicha normativa se encuentra vigente en la escala nacional.

El marco legal se encuentra relacionado con el Estado, el código civil, la ley de gestión ambiental, la ley de caminos, la ley de prevención y control de la contaminación ambiental, las leyes de tránsito y de transporte terrestre.

8.6.2 Alcance

El plan de manejo ambiental, concreta ciertas medidas de remediación y mitigación que son asociadas en los procesos para generar una conclusión amigable con el ambiente dentro de la operación del proyecto.

Se pudo evidenciar que a partir de la evaluación del impacto ambiental se pudo comprobar que no todas las actividades dentro de la ejecución generan impactos de manera

negativa sobre las componentes ambientales, tomando en cuenta la etapa de cimentación como la etapa de operación y de mantenimiento. El plan de manejo ambiental concretará las medidas para prevenir, controlar con la finalidad de evitar que tanto que el ecosistema, la población beneficiada y los trabajos de dicha obra no se vean afectados en la ejecución de este proyecto.

Tabla 46

Matriz de importancia específica para el proyecto

Matriz de Importancia																																					
Actividad	Signo		Intensidad (I)				Extensión (EX)			Momento (MO)			Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)		Sinergia (SI)		Acumul. (AC)		Efecto (EF)		Periodicidad (PR)			Recuperabilidad (MC)			Calificación								
	Beneficioso	Perjudicial	Baja (1)	Media (3)	Alta (8)	Muy alta (12)	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Critica (12)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)	Inmediato (4)	Critico (8)	Fugaz (1)	Temporal (2)	Permanente (4)	Corte plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	Sin sinergismo (1)	Sinergico (2)	Muy sinergico (4)	Simple (1)	Acumulativo (4)	Indirecto (1)	Directo (4)	Irregular (1)	Periodico (2)	Continuo (4)	Recup. Inmediata (1)	Recuperable (2)	Mitigable (4)	Irrecuperable (8)		
Presencia de material particular en el frente de trabajo a lo largo de la vía en el momento que se coloca la sub base y la base	X		3					4					4					2		1					1											36	MODERADO
Contaminación en el aire levantamiento de polvo y gases nocivos producidos por la maquinaria durante el pavimentado	X				8			4				2					4			4					1			4			4			4		57	SEVERO
Fórmula: Calificación = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)																																					
VALOR DEL IMPACTO																																					
BAJO Menor a 25																																					
MODERADO 25 ≤ Impacto ≤ 50																																					
SEVERO 50 ≤ Impacto ≤ 75																																					
CRITICO Mayor a 75																																					

Nota. Ficha de calificación de impacto ambiental. Elaborada por: El autor.

8.7 Plan de mitigación y prevención de impactos

Los impactos que son considerados latentes dentro del plan de prevención, corrección y mitigación ambiental son los elementos físicos y sociales que son causados por las actividades de cimentación y ejecución del proyecto. Para la prevención y mitigación de tomaran en consideración los impactos ambientales mayor significancia. Si existen impactos ambientales negativos por una incorrecta mitigación será regularizado e inspeccionado por el MTOP y la Unidad socioambiental, (Ministerio de Transporte de Obras Públicas, 2015).

Objetivo

- Los impactos ambientales serán neutralizados para hacer complicitar con la normativa vigente ambiental durante la cimentación y ejecución del proyecto con el fin de formular una serie de medidas para la prevención y la mitigación oportuna.

Tabla 47

Plan de prevención y manejo de impactos I

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Demarcación y Aislamiento del Área del Proyecto	Empresa Contratista	Local, zona de influencia directa
Objetivo:		
Delimitar la zona y frentes de trabajo dentro de la obra de manera que se evite el ingreso de personas no autorizadas para prevenir el riesgo de accidentes y contingencias de trabajadores y visitantes a la obra.		
Medidas Propuestas:		
<ul style="list-style-type: none"> • Para la demarcación se instalará cinta reflectiva de 10 cm. de ancho, en por lo menos dos líneas horizontales o malla fina sintética que delimite todo el perímetro del frente de trabajo. La cinta o la malla deberán apoyarse sobre estacas de 1,60 m de alto y diámetro de 2 pulgadas, espaciados cada 5 m. y deberán estar tensadas (cinta o malla) durante la ejecución de las obras. • La obra deberá estar programada de tal forma que se facilite el tránsito peatonal y vehicular, definiendo senderos y/o caminos peatonales de acuerdo con el tráfico estimado. El ancho del sendero no debe ser inferior a 1 metro. Debe instalarse señalización que indique la ubicación de los senderos y cruces habilitados. • Para excavaciones con profundidades mayores a 50 cm, la obra debe contar con señales nocturnas reflectantes o luminosas, tales como conos luminosos o algún dispositivo luminoso, cintas reflectivas, tanques pintados con pintura reflectiva, etc. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Inadecuada señalización en el área de influencia de la obra.	Riesgos de accidentes para los trabajadores de la obra y para terceras personas	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de vallas instaladas/Número de vallas planificadas	Registros semanales del nivel de cumplimiento, fotografías de vallas, senderos y señales luminosas instaladas y en buen estado	
Número de senderos construidos/Número de senderos planificados		
Número de señales luminosas instaladas/Número de señales luminosas planificadas		
Plazo:	Código No.PPM-C-01	

Nota. Ficha de medidas de mitigación de impactos. Elaborada por: El autor.

Tabla 48

Plan de prevención y mitigación de impactos II

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Transporte de Materiales y Movimiento de Maquinarias	Empresa Contratista	Local, zona de influencia directa
Objetivo:		
Lograr un adecuado flujo y desplazamiento de maquinarias al interior del área de influencia de la obra		
Medidas Propuestas:		
<ul style="list-style-type: none"> • Planificación y distribución del tráfico vehicular, operación de maquinarias y áreas de desplazamiento a pie del personal. Dentro de esta medida se destaca el control de del tráfico vehicular a través del uso de vías de un solo sentido, establecimiento de límites de velocidad y el empleo de personal entrenado en sistema de señalización con el uso de banderas, que lleve chalecos de alta visibilidad u otro tipo de indumentaria para dirigir el tráfico. • Aseguramiento de la visibilidad del personal a través del uso de chalecos de material reflectivo y colores de alta visibilidad, cuando los trabajadores se encuentren trabajando o caminando en áreas donde se encuentre operando maquinaria pesada. Entrenamiento de los trabajadores para realizar un oportuno contacto visual con los operadores de maquinarias, durante su aproximación. Verificar que todos los equipos en movimiento cuentan con una audible alarma de reversa. • Empleo de equipo para levantamiento de carga inspeccionado y con adecuado mantenimiento, tales como grúas, garantizado por una verificadora registrada para el efecto en el país. Aseguramiento de cargas cuando estas son llevadas a sitios elevados de trabajo. • Las áreas designadas para entrada y salida de vehículos pesados o maquinaria (volquetes, plataformas con maquinaria, camiones, etc.) deben estar correctamente señalizadas. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Inadecuado control de tráfico en el área de la obra	Riesgos de accidentes para los trabajadores de la obra	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de señales instaladas/ Número de señales planificadas	Registros semanales del nivel de cumplimiento, fotografías de señales instaladas y en buen estado.	
Plazo:	Código No.PPM-C-02	

Nota. Ficha de medidas de mitigación de impactos. Elaborada por: El autor.

Tabla 49

Plan de prevención y mitigación de impactos III

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Prevención y control de ruido	Empresa Contratista	Local, zona de influencia directa
Objetivo:		
Control de generación de ruidos y vibraciones para cumplir con las normas ambientales y de seguridad industrial vigentes a nivel nacional.		
Medidas Propuestas:		
<ul style="list-style-type: none"> • El contratista deberá presentar y cumplir con un programa de mantenimiento, para lo que cada equipo y maquinaria deberá contar con una ficha que indique la actividad de mantenimiento y las fechas del mismo. • El Contratista llevará un registro del cumplimiento de normas para mantenimiento preventivo, especificado por los fabricantes de equipos y vehículos. • Exigir la utilización de silenciadores en los escapes de los vehículos, maquinaria y equipo • No se permitirá la utilización de bocinas o pitos en los vehículos utilizados en la obra 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Generación de altos niveles de ruido.	Contaminación sonora	
Indicadores	Medios de Verificación	
Número de equipos y maquinarias planificados para mantenimiento	Registros semanales del nivel de cumplimiento, a los que se ha dado mantenimiento y se asegura su buen estado	
Plazo:	Código No.PPM-C-03	

Nota. Ficha de medidas de mitigación de impactos. Elaborada por: El autor.

Tabla 50

Plan de prevención y mitigación de impactos IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Prevención y control de polvo	Empresa contratista	Local, zona de influencia directa
Objetivo:		
Control de la producción de polvo en el área de influencia de la construcción, para cumplir con las normas ambientales y de seguridad industrial vigentes a nivel nacional.		
Medidas Propuestas:		
<ul style="list-style-type: none"> • En los días que no ocurran precipitaciones, la empresa Contratista deberá efectuar el control del polvo en el área de influencia de la construcción, este control consistirá en la aplicación de riego de agua a través de uso de tanqueros o vehículos cisterna, que circulará a una velocidad máxima de aplicación de 5 km/h. • Se recomienda hacerlo por lo menos dos veces al día y la frecuencia de este procedimiento variará dependiendo de la actividad que se esté ejecutando y la estación del año. La aplicación puede ser entre los 0,90 litros y 3,5 litros /m², misma que también depende del proceso constructivo y las estaciones climáticas. • Los vehículos de transporte de materiales circularán a una velocidad máxima de 15 km/h desde el ingreso al sitio de obra. • Cubrir el balde de las volquetas, con lona debidamente asegurada para evitar que el material se disperse durante el recorrido de transporte de material de construcción y desalojo. • Colocación de barreras de lonas en dirección hacia la población durante el desarrollo de actividades que generen levantamiento de polvo, con en el caso del vacado de volquetas. • Todo vehículo para transporte de materiales, debe contar con balde adecuado y en buen estado, que no permita que el material se disgregue sobre las vías. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Generación de material particulado	Contaminación del aire	
Indicadores	Medio de Verificación	
Superficie sometida a humedecimiento / Superficie requerida de humedecimiento. Número de volquetas que usan lona/Número de volquetas que circulan en la obra	Registros diarios de cantidad de hidratación de suelo, fotografías. Registros de verificación de uso de lonas en volquetas.	
Plazo:	Código No.PPM-C-04	

Nota. Ficha de medidas de mitigación de impactos. Elaborada por: El autor.

Tabla 51*Plan de prevención y mitigación de impactos V*

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Control de Generación de Emisiones de Gases de Combustión	Empresa contratista	Local, zona de influencia directa
Objetivo:		
Aplicar un programa de control y mantenimiento de vehículos y maquinaria pesada que no contaminen el aire.		
Medidas Propuestas:		
<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá llevar un registro del cumplimiento de normas para mantenimiento preventivo, especificado por los fabricantes de maquinaria, equipos y vehículos. El registro también debe estar a la vista para que se puedan realizar las correspondientes verificaciones de la Fiscalización. Los costos están incluidos en los costos indirectos de la obra. • Se prohibirá la operación de vehículos y maquinas que no presenten el correspondiente certificado de control de gases y emisiones realizado por un centro de diagnóstico autorizado por autoridad competente. • No se permitirá realizar lavado, reparación, ni mantenimiento de vehículos y maquinaria dentro de la zona de obra ni en las vías públicas; estas actividades se deberán realizar en un taller especializado. El costo de la lavada de los vehículos se incluye en los costos indirectos de la obra. • Solamente cuando lo establezca el programa y ficha de mantenimiento correspondiente, se podrá suministrar a la maquinaria de construcción (no a vehículos) combustible y lubricantes, utilizando los equipos y técnicas adecuadas para control de fugas. • Toda la maquinaria, vehículos y equipo utilizado para la construcción del proyecto, debe ser de modelo reciente (máximo ario 2.014). 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Generación de gases de combustión	Contaminación del aire	
Indicadores	Medio de Verificación	
Número de equipos y maquinarias ejecutado mantenimiento/ Número de equipos y maquinarias planificados para mantenimiento	Registros mensuales de mantenimiento preventivo y de certificaciones de inspecciones de autoridad competente.	
Plazo:	Código No.PPM-C-05	

Nota. Ficha de medidas de mitigación de impactos. Elaborada por: El autor.

CAPÍTULO IX

SEÑALIZACIÓN VIAL

9.1 Alcance

Este capítulo brindará un resumen sobre la señalización desde el diseño elaborado para la red vial de la Urbanización Vista Hermosa según los estándares de la señalización vigente vial con el fin de determinar las circunstancias de la red vial de la Urbanización, teniendo en cuenta que las señaléticas viales está destinada a brindar información a los peatones y beneficiarios de la red vial sobre las precauciones, avisos en el flujo de vehículos en las diferentes vías arteriales y secundarias que conforman el proyecto de urbanización Vista Hermosa. La red vial de la Urbanización Vista Hermosa se ubica en el Cantón Pallatanga y consta de dos vías arteriales que conducen a la calle dentro de la urbanización ya las vías aledañas a la urbanización estos dos están formados por en ambos sentidos formadas por aceras y carriles.

Se empleó señalización de manera horizontal con vertical de acuerdo a cada uno de los criterios de la normativa vigentes del INEN ente regulador de la circulación vehicular y peatonal su único objetivo es precautelar la integridad de los usuarios todo esto es necesario la la ejecución del proyecto.

Es necesario señalar las calles ya que esto suministra información útil a los conductores y a los peatones.

9.2 Normativa vigente

9.2.1. Especificaciones técnicas MOP-001-F-2002 señalización horizontal

En las especificaciones técnicas del MOP se encuentra todo lo referente con la señalización vial, el control del tránsito, la utilización de las zonas del camino y la pavimentación:

- Marcaciones permanentes sobre el pavimento:
 - Descripción: Se radica en señalización permanente sobre el pavimento tomando en cuenta los criterios establecidos por el Fiscalizador. (MOP - 001-F2002, 2002)
 - Materiales: Las franjas que son plasmados en el pavimento son de plástico puesto en frío, para esto se debe tomar en cuenta los siguientes requerimientos contractuales:
 - 1.5 mm de polímero flexible retro reflectivo
 - 1.5 mm de premezcla de polímero flexible
 - 2.3 mm de plástico frío, (MOP - 001-F2002, 2002)
- Procedimientos generales del trabajo

La superficie del pavimento de hormigón de cemento Portland, deben estar limpias para su marcación y posterior a ello se deberá limpiar cualquier residuo que se haya generado en el proceso de marcación.

- Las franjas deben contener un ancho de 10 cm, la longitud de las líneas entrecortadas será 3 m, con una leve separación de 9 m., la longitud de las líneas punteadas es 60 cm con una leve separación de 60 cm, según la (MOP - 001-F2002, 2002)
- La separación de las franjas dobles será de 14 cm.

El contratista está en el deber de observar y verificar que todas las marcaciones sean legibles tanto para los conductores como los peatones y además sea agradable para la visibilidad tanto en el día como en la noche, (MOP - 001-F2002, 2002).

Marcas de pintura: Las marcas aplicadas en el pavimento será por un spray que estará determinado por el contratista y estas marcas deben ser legibles. Se plasmará 2 franjas separadas, sólidas y entrecortadas, (MOP - 001-F2002, 2002).

La aplicar la pintura ya mezclada se debe considera la temperatura ambiente que debe estar los 4 °C.

Para la marcación de las franjas sólidas deben contener 10 cm de ancho, su aplicación será cada 39 lt/km.

Para la marcación de franjas entrecortadas, su aplicación será cada 9.6 lt/km. y 13 lt/km, (MOP - 001-F2002, 2002).

Pago de servicios: Para la cancelación de todos los materiales utilizados se pagarán de acuerdo al contrato establecido con el proveedor. Los precios y pagos serán de acuerdo a la compensación total del trabajo. (MOP - 001-F2002, 2002).

- N° del Rubro de Pago y Designación- unidad de medición
- 705-(1) Marcas de pintura en el pavimento - metro lineal (m)
- 705-(2) Marcas de pintura en el pavimento- por kilómetro (Km.)
- 705-(3) Marcas de pavimento de señales

9.2.2 Especificaciones técnicas MOP-001-F-2002 señalización vertical

Las especificaciones vigentes sobre la señalización se encuentran detallado en el (MOP - 001-F2002, 2002).

- Señales a un costado de la carretera
 - Este proyecto se radica en la instalación de señaléticas completas y adyacentes a la carretera, cumpliendo con los criterios del manual de señalización del MOP y los conocimientos del contratista. Los paneles de señalización ubicados a un costado de la carretera metálicos cumpliendo requerimientos de la Sección 830.
 - Instalación de postes: Para la colocación de los postes y astas de manera central en lugar plano no excediendo los 6 milímetros en cada 3 metros, el cual se debe realizar huecos cavados de acuerdo a la profundidad requerida en los planos de acuerdo a las indicaciones del contratista.

Los orificios para pernos, en los postes no deben astillar el hormigón de acuerdo a los criterios de la ASTM A 499, y si los postes son galvanizados deberán respetar los criterios de la ASTM A 123 y si los postes son de aluminio deberán respetar los criterios de ASTM 322.

Instalación de placas para señales: Las placas de señalización deberán ser montados en los postes según lo que esta detallado en plano. Los tableros que sean daños por cualquier circunstancia deben ser reemplazo por el contratista y debe ser cancelado de su propio bolsillo, si el Fiscalizador lo ve necesario.

Los tableros deben constar con láminas reflectivas serán colocada en las superficies lisas en los exteriores y el color específico será conforme a los criterios de la AASHTO M 268.

Tendrá que ser visible a una distancia no menor de 100 m.

- Medición: Las cantidades a pagarse por las señaléticas colocadas a un costado de la carretera, serán las unidades completas e instaladas.
- Pago de servicios: Las cantidades a cancelar se pagarán al precio contractual que consta en el contrato.

En la colocación de todas las señaléticas están englobado cada uno de los pasos para su instalación tales como el equipo utilizado y la mano de obra y los materiales utilizados.

- N° del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición
- 708-5 (1) * Señales al lado de la carretera Cada una

9.3 Señalización vertical

9.3.1 Señales preventivas

Las señales preventivas indican a los peatones y los beneficiarios de las vías, sobre situaciones peligrosas que se pueden encontrar en las vías o sus adyacentes, (INEN, 2011).

No se consideraron las señaléticas preventivas dentro de las vías del proyecto Urbanización Vista Hermosa.

Figura 29

Señales preventivas



Nota. Señalética de informativa. Fuente: (INEN, 2011)

9.3.2 Señales regulatorias

Son los entes reguladores para la circulación vehicular al momento de cometer una falta generando una infracción de tránsito, (INEN, 2011).

En la Urbanización Vista Hermosa se colocará únicamente señalética regulatoria para controlar y regular la convivencia entre peatones y conductores.

Para el proyecto la señalética que se colocará será la siguiente:

- Serie de prioridad de paso R1:

Son instaladas en los accesos a una intersección en los que son requeridos para la aplicación del reglamento de estas señales.

- Pare (R1-1):

Son colocados en los acercamientos a las intersecciones entre vías para exigir al conductor que frene antes de entrar a la intersección. Las señaléticas deben ser colocados en las intersecciones viales más conflictivas al borde de las calzadas.

Figura 30

Pare R 1-1



Nota. Indicación de alto certificada para señalética. Fuente: (INEN, 2011)

- Ceda el paso (R1-2):

Son utilizadas en intersecciones cercanas, la cual obliga a ceder el paso teniendo cuenta la visibilidad sobre el tráfico en una va principal.

Figura 31

Pare R 1-2



Nota. Señalética horizontal que propicia reducir la velocidad. Fuente: (INEN, 2011)

Esta señal indica a los conductores que se encuentra en la vía secundaria ceder el paso a los vehículos que circulan por la vía principal, si no existe el flujo vehicular por dicha vía puede cruzarla con precaución, (INEN, 2011)

- Serie de movimiento y dirección (R2):

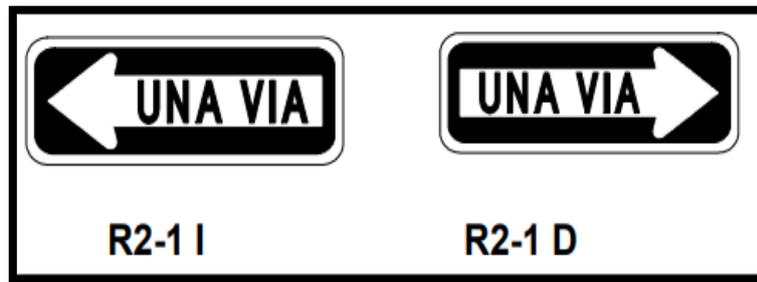
Indica a los choferes la dirección a la que deben seguir utilizando flechas.

- Una vía izquierda (R2-1I), o derecha (R2-1D):

Obliga a los conductores a circular solo en dirección que indica la flecha de la señalética.

Figura 32

Una vía izquierda (R2-11), o derecha (R2-10)



Nota. Flechas marcadas de dirección. Fuente: (INEN, 2011)

- Doble vía (R2-2):

Faculta a los conductores a circular por ambos sentidos de la calzada, el cual el conductor debe ubicarse en el inicio de una calle de doble vía y observar antes de cruzar. Este tipo de señaléticas deben estar ubicados a los dos lados de la calle.

Figura 33

Doble vía R 2-2



Nota. Flecha marcada de doble sentido de circulación. Fuente: (INEN, 2011)

9.3.3 Señales Informativas

Informa a los peatones y a los beneficiarios de la vía de las direcciones, puntos estratégicos, rutas, puntos de turismo entre otro, (INEN, 2011)

No se consideraron señales informativas dentro de las vías del proyecto Urbanización Vista Hermosa.

Figura 34

Señales informativas



Nota. Señalética de indicación de destinos de interés. Fuente: (INEN, 2011).

9.4 Señalización horizontal

9.4.1 Líneas longitudinales

9.4.1.1 Líneas de separación de flujos opuestos. Son de color amarillo y de color blanco, se utilizarán en las calzadas direccionadas para enseñar donde se desvían los flujos de tráfico opuestos. Están situados ordinariamente en dichas calzadas; pero, cuando existe una asignación de carriles desigual esto no coinciden con el eje central trazado con anterioridad. Cuando se construye una nueva separación en la calzada, es peatonos y beneficioso deben trasladar levemente sobre estas líneas para asegurar su durabilidad, (INEN, 2011)

El ancho de estas señales varía de acuerdo a la tipología de las líneas y la velocidad máxima autorizada según las normativas vigentes.

El ancho de la calzada de las vías rurales debe contener un mínimo de 5,60m y con un TPDA de 300 vehículos o más.

- Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta

Este tipo de líneas son de color amarillo y algunos casos pueden ser traspasadas tomando en consideración la seguridad de las carreteras son utilizadas en las vías que permiten ser

rebasadas, (INEN, 2011).

Tabla 52

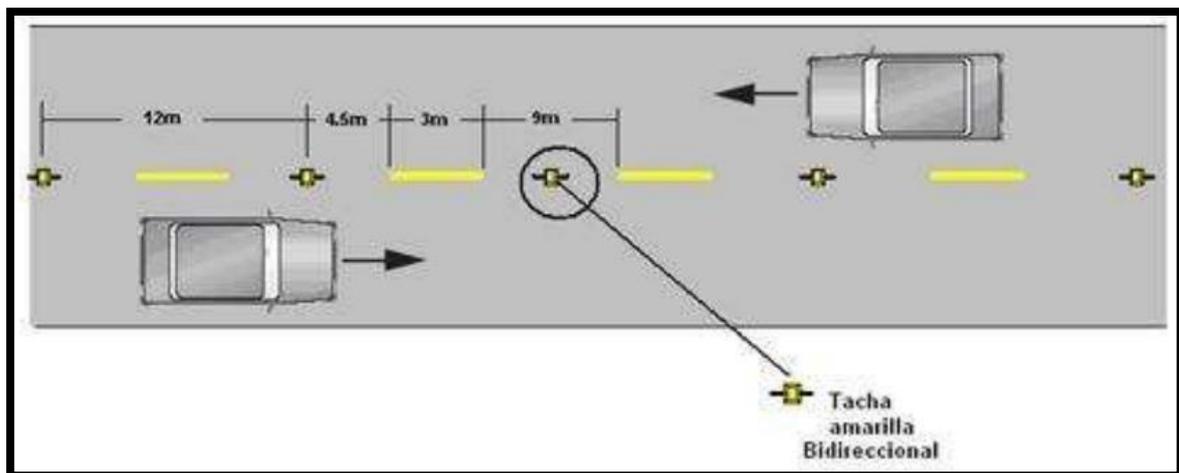
Relación señalización / línea de separación de circulación opuesta segmentada

Velocidad máxima de la vía (km /h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 - 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

Nota. Diferentes especificaciones de línea divisora según la velocidad. Fuente: (INEN, 2011).

Figura 35

Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



Nota. Colocación de línea divisora segmentada. Fuente: (INEN, 2011)

Para este proyecto la red vial de la Urbanización Vista Hermosa se efectuará la separación en las dos vías principales teniendo en cuenta la velocidad vehicular de ≤ 50 km/h y el ancho de la línea será de 100 mm y su relación es de 3-9, en resumen, que está implementando en las líneas 3 m de pintura y 9 m de separación entre ellas.

- Líneas de separación de carriles.

Este tipo de señalización ayuda a establecer un orden en el tráfico permitiendo a que los conductores puedan viabilizar las vías de manera segura en zonas que son más transitadas con un alto flujo de congestión.

Tabla 53

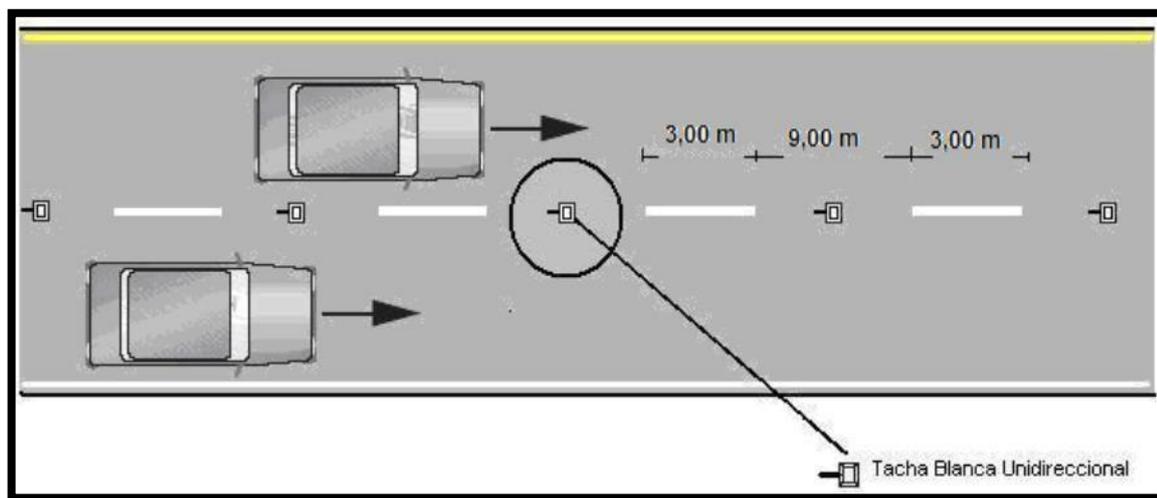
Relación señalización / línea de espaciamento de carril

Velocidad máxima de la Vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Longitud de línea pintada (m)	Espaciamiento de línea (m)
Menor o igual a 50	100	3,00	9,00
Mayor a 50	150 min.	3,00	9,00

Nota. Diferentes especificaciones de línea divisora continua según la velocidad. Fuente: (INEN, 2011)

Figura 36

Líneas de separación de carriles segmentadas



Nota. Ubicación de línea divisora continua en la urbanización. Fuente: (INEN, 2011)

Para este proyecto de la red vial Urbanización Vista Hermosa se efectuará la separación en las dos vías secundarias tomando en cuenta la velocidad de ≤ 50 km/h, el ancho de la línea será de 100 mm, la longitud de la línea que será pintada es de 3.00 m y el espacio que debe existir entre líneas será de 9.00 m.

9.4.1.2 Líneas de cruce peatonal

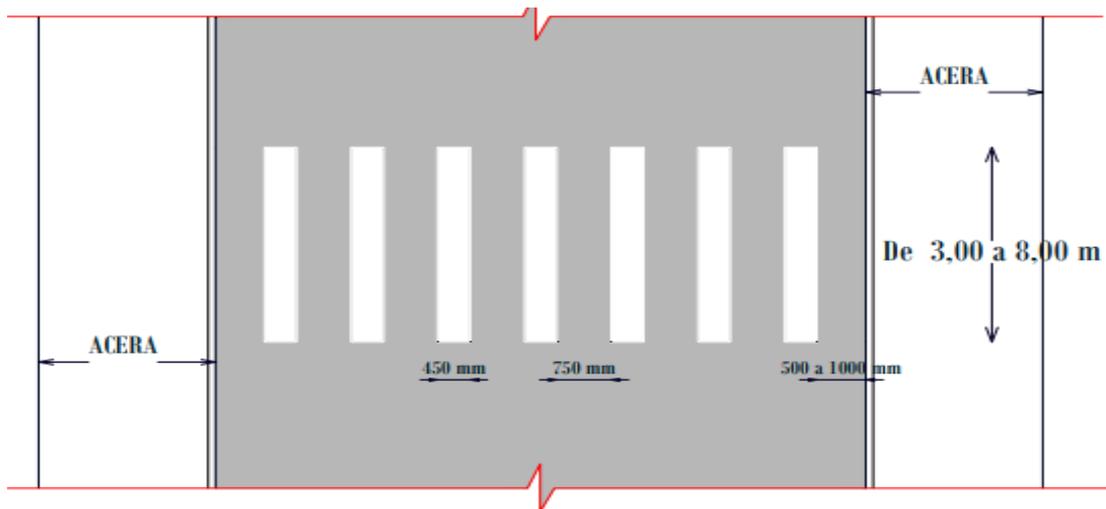
- Líneas de cruce cebra:

Las líneas de cebra son creadas para que los peatones crucen de manera segura de una calle a otra sin ningún tipo de dificultad. Este tipo de señal están formadas por líneas paralelas con un

ancho de 450 mm, con una longitud de 750 mm con una separación entre líneas de 750 mm en base al eje de la calzada y son de color blanco. La distancia que existe entre el borde la calzada y las bandas es de 500 a 1000 mm como su máximo.

Figura 37

“Cruce cebra”



Nota. Paso peatonal que se colocara en las esquinas de cruce del proyecto. Fuente: (INEN, 2011)

9.4.2 Líneas transversales

Son utilizadas en los cruces para indicar al conductor del vehículo que le corresponde debe detenerse y también son utilizadas para que los peatones y ciclistas deben detenerse para que los peatones puedan observar a su alrededor y crucen sin complicaciones, (INEN, 2011).

Son utilizados para advertir y guiar al peatón, además regula la circulación vehicular. Este tipo de señales están compuestas por las señalizaciones de: flechas, triángulos CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO, TAXIS O BUS , PARADA BUS O DE TAXIS, entre otros.

9.4.3 Leyendas y símbolos

Este tipo de señal son utilizadas para indicar al conductor que puede realizar maniobras permitidas, además brinda información sobre los peligros que existen en las carreteras. Los

símbolos y leyendas contienen flechas, símbolo de CEDA EL PASO, PARE, SOLO BUS O TAXI, entre otras. Para el proyecto vial de la Urbanización Vista Hermosa se tendrán flechas en el pavimento.

- Flechas:

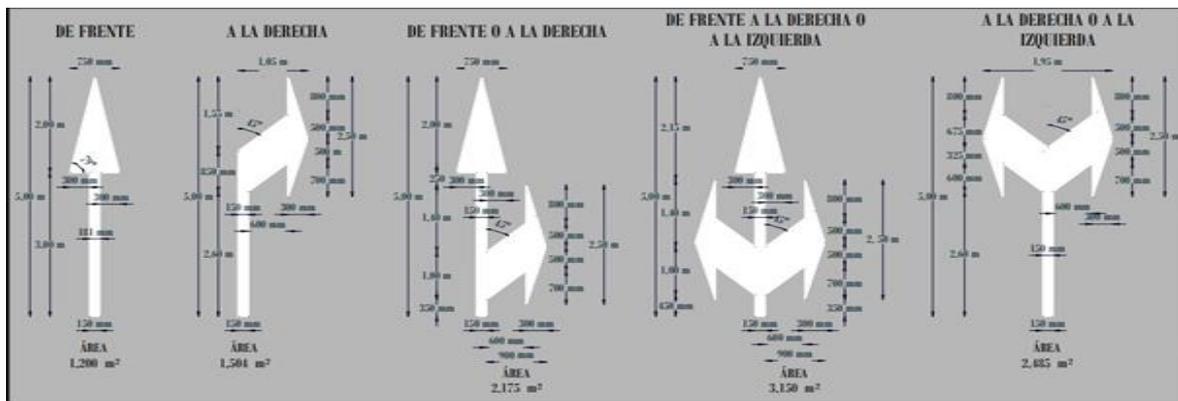
Las flechas son marcadas en el pavimento y tienen como objetivo proponer al conductor seguir una dirección de manera obligatoria el cual debe ser seguido por los vehículos cuando se encuentran en un carril de circulación adyacente intersección .

Las flechas son clasificadas según su utilización:

- Flecha Recta
- Flecha de Viraje
- Flecha Recta y de Viraje
- Flecha Recta y de Salida

Figura 38

Flechas en las vías con velocidad menores o igual 50 km/h



Nota. Señalética horizontal de flechas de dirección. Fuente: (INEN, 2011).

Figura 39

Información de la señalética de la urbanización

INFORMACION DE LA SEÑALETICA DE LA URBANIZACION			
UBICACIÓN			DESCRIPCION
CALLE A CADA 20 METROS			SEÑALETICA HORIZONTAL DE REDUCCION DE VELOCIDAD
INTERSECCION DE CALLE A Y B			SEÑALETICA VERTICAL DE PARE
INTERSECCION CALLE C Y B			SEÑALETICA VERTICAL DE PARE
ESQUINAS DE LAS CALLES B			SEÑALETICA HORIZONTAL PASOS PEATONALES
INTERSECCION CALLE C CON AREAS VERDES			SEÑALETICA VERTICAL DE CEDA EL PASO
ESQUINAS DE LA CALLE A			SEÑALETICA VERTICAL DE PRECAUCION ZONA RECIDENCIAL
CALLE C CADA 30 METROS			SEÑALETICA HORIZONTAL DE REDUCCION DE VELOCIDAD
CALLE B CADA 30 METROS			SEÑALETICA HORIZONTAL DE REDUCCION DE VELOCIDAD
ESQUINAS DE LAS CALLES C			SEÑALETICA HORIZONTAL PASOS PEATONALES
INICIO DE CALLE A			SEÑALETICA VERTICAL (DOBLE VIA)
INICIO DE CALLE B			SEÑALETICA VERTICAL (UNA VIA)
INICIO DE CALLE C			SEÑALETICA VERTICAL (UNA VIA)
ESQUINA DE LA CALLE C CADA 50 METROS			SEÑALETICA HORIZONTAL FLECHA SEGUIR
INTERSECCION CALLE A CON MANZANA 1			SEÑALETICA HORIZONTAL FLECHA GIRAR IZQUIERDA
INTERSECCION CALLE B CON MANZANA 3			SEÑALETICA HORIZONTAL FLECHA GIRAR DERECHA

Nota. Detalle de ubicación de la señalética en la urbanización. Elaborada por: El autor.

CAPÍTULO X

EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

10.1 Alcance del estudio

En el presente trabajo investigativos se realizará a partir de una una cotización económica para la ejecución del proyecto vial de la Urbanización Vista Hermosa.

Se efectuará un estudio económico de este proyecto en el cual se determinará los ingresos y egresos que va ir generando la realización del proyecto.

Los ingresos se vinculan con los beneficios que va generar el proyecto tanto como la plusvalía como el ahorro de las operaciones vehiculares.

Los egresos que van generar este proyecto son establecidos en función a la inversión en la ejecución que van estar plasmados dentro del presupuesto estipulado del proyecto de la obra.

10.2 Ingresos

Los ingresos se relacionan con los beneficios que tendrá este proyecto una vez puesto en marcha. Se podrá generara ingresos a partir de la producción de plusvalías para el mejoramiento de la calidad de vida los de beneficiarios que van a utilizar las vías de la Urbanización Vista Hermosa, considerando los costos que genera la operación vehicular y el transporte.

- Costos de transporte y operación vehicular: Se necesario considerar las particularidades de las vías principales y secundarias, la velocidad en tiempo de circulación, el tiempo que va a generar el proyecto ejecutado y la proyección de tiempo sin la ejecución del proyecto.

10.2.1 Beneficios valorados

10.2.1.1 Transporte. Los costos de los transportes dependerán de la cantidad y que tipo de productos van a ser ingresados a cada una de las tiendas del sector y la cantidad de productos que van a ser comercializados en los mercados mayoristas utilizando vehículos pesados el cual se estima un valor de \$ 40 dólares sin el proyecto ejecutado y \$ 30 dólares con el proyecto ejecutado.

Tabla 54

Beneficio transporte de productos al año

SIN PROYECTO							
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO Km ANUAL	N°. FLETES SEMANALES	TPDA VEHÍCULOS	COSTO FLETE	N°. FLETES AL AÑO	TOTAL, COSTO TRANSPORTE PRODUCTOS
Camiones 2D	0,8	584	1	26	\$ 40,0	414	\$16560,00
Camiones 2DA	0,8	584	1	24	\$ 40,0	202	\$ 8080,00
Costos; transportes de productos anuales sin proyecto (A)							\$ 24640,00
CON PROYECTO							
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO Km ANUAL	N°. FLETES SEMANALES	TPDA VEHÍCULOS	COSTO FLETE	N°. FLETES AL AÑO	TOTAL, COSTO TRANSPORTE PRODUCTOS
Camiones 2D	0,75	547,5	1	26	\$ 30,0	414	\$ 12420,00
Camiones 2DA	0,75	547,5	1	24	\$ 30,0	202	\$ 6060,00
Costos; transportes de productos anuales con proyecto (B)							\$ 18480,00
Ahorro del transporte productos en el año = (A-B)							\$ 6160,00

Nota. Detalles de beneficio para transporte de la colectividad de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

10.2.1.2 Operación vehicular

Tabla 55

Tiempo de ahorro de circulación vehicular

Sin proyecto		Con proyecto		Ahorro
0,800km		0,750km		
Circulación (km/h)	Tiempo (min)	Circulación (km/h)	Tiempo (min)	Tiempo (min)
10	4,5	45	1	3,5

Nota. Detalles de beneficio tiempo a la colectividad de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

Se determinará que la información recolectada del estudio de la circulación vehicular se obtuvo a través del TPDA descrito en el capítulo IV.

Tabla 56

Tráfico TPDA

AÑO	LV	BUS	2D	2DA	2DB	3ª	4C	TOTAL
2023	135	5	10	5	5	6	0	166

Nota. Conteo de tráfico diario a la colectividad de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

Se puede evidenciar que en la Tabla 56 están descritos los datos que servirá para realizar un análisis sobre todos los implementos que necesita transporte de productos para un correcto

funcionamiento. A partir de este antecedente se realizará un estudio teniendo en cuenta la proyección o no del proyecto.

- Neumáticos:

La estimación de los costos de los neumáticos dependerá del tipo de los vehículos. Es decir que, el costo de un neumático para un vehículo liviano la estimación es de \$100 dólares considerando las 4 ruedas. El costo de un neumático para un vehículo pesado la estimación es de \$250 dólares, considerando las 6 ruedas. La vida útil de cada neumático se estima que soportara unos 30 000 Km.

Tabla 57

Beneficio de cambio de neumáticos al año

SIN PROYECTO							
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO Km ANUAL	Nº. CAMBIOS DE NEUMÁTICO	TPDA VEHÍCULOS	COSTO CAMBIO DE NEUMÁTICO	Nº DE NEUMÁTICOS POR VEHÍCULO	TOTAL, COSTO CAMBIO DE NEUMÁTICOS
Automóviles	0,8	584	0,0196	401	\$ 100,00	4	\$ 3.119,55
Camiones 2D	0,8	584	0,0196	26	\$ 100,00	4	\$ 206,10
Camiones 2DA	0,8	584	0,0196	24	\$ 250,00	6	\$ 702,60
Volquetas	0,8	584	0,0196	16	\$ 250,00	6	\$ 480,15
Cambio de neumáticos anual sin proyecto (A)							\$ 4.508,30
CON PROYECTO							
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO Km ANUAL	Nº. CAMBIOS DE NEUMÁTICO	TPDA VEHÍCULOS	COSTO CAMBIO DE NEUMÁTICO	Nº DE NEUMÁTICOS POR VEHÍCULO	TOTAL, COSTO CAMBIO DE NEUMÁTICOS
Automóviles	0,75	547,5	0,0183	401	\$ 100,00	4	\$ 2.924,54
Camiones 2D	0,75	547,5	0,0183	26	\$ 100,00	4	\$ 193,21
Camiones 2DA	0,75	547,5	0,0183	24	\$ 250,00	6	\$ 658,68
Volquetas	0,75	547,5	0,0183	16	\$ 250,00	6	\$ 450,10
Cambio de neumáticos anual con proyecto (B)							\$ 4.226,53
Ahorro cambio de neumáticos en el año = (A-B)							\$ 281,77

Nota. Detalles de beneficio al desgaste de los neumáticos para los vehículos de la colectividad de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

- Amortiguadores:

Se realizará una estimación anual de los cambios de los amortiguadores será en 40000 Km sin la proyección del proyecto, otro cambio de los amortiguadores será 50000 Km a partir de la proyección del proyecto, el costo estimado del cambio de amortiguadores en un vehículo liviano será de \$80 dólares, por otro lado, el costo estimado del cambio de amortiguadores para un vehículo pesado será de \$100 dólares.

Tabla 58

Beneficio de cambio de amortiguadores al año

SIN PROYECTO							
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO Km ANUAL	Nº. CAMBIOS DE AMORTIGUADOR	TPDA VEHÍCULOS	COSTO CAMBIO AMORTIGUADOR	Nº DE AMORTIGUADOR VEHÍCULO	TOTAL, COSTO CAMBIO DE AMORTIGUADOR
Automóviles	0,8	584	0,0146	401	\$ 80,00	4	\$ 1.871,70
Camiones 2D	0,8	584	0,0146	26	\$ 80,00	4	\$ 123,66
Camiones 2DA	0,8	584	0,0146	24	\$ 100,00	4	\$ 140,52
Volquetas	0,8	584	0,0146	16	\$ 100,00	4	\$ 96,02
Cambio de amortiguadores anual sin proyecto (A)							\$ 2.231,90
CON PROYECTO							
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO Km ANUAL	Nº. CAMBIOS DE AMORTIGUADOR	TPDA VEHÍCULOS	COSTO CAMBIO AMORTIGUADOR	Nº DE AMORTIGUADOR VEHÍCULO	TOTAL, COSTO CAMBIO DE AMORTIGUADOR
Automóviles	0,75	547,6	0,0110	401	\$ 80,00	4	\$ 1.403,79
Camiones 2D	0,75	547,6	0,0110	26	\$ 80,00	4	\$ 92,75
Camiones 2DA	0,75	547,6	0,0110	24	\$ 100,00	4	\$ 105,40
Volquetas	0,75	547,6	0,0110	16	\$ 100,00	4	\$ 72,10
Cambio de amortiguadores anual con proyecto (B)							\$ 1.673,92
Ahorro cambio de amortiguadores en el año = (A-B)							\$ 557,97

Nota. Beneficio de tiempo de vida útil de los amortiguadores con la mejora de la vía. Elaborada por: El autor.

- Sistema de frenado:

El cambio del sistema de frenos se realizará a los 30000 km como tiempo estimado, en un vehículo liviano el cambio del sistema de frenos tendrá un costo estimado de \$150 dólares, en vehículos pesados el costo estimado será de \$300 dólares, con o sin la proyección del proyecto.

Tabla 59

Beneficio de cambio de sistema de frenado al año

SIN PROYECTO								
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO ANUAL	KM	N°. CAMBIOS DEL SISTEMA DE FRENOS	TPDA VEHÍCULOS	COSTO CAMBIO DE SISTEMA DE FRENOS DE	N° DE SISTEMA DE FRENOS VEHÍCULO POR	TOTAL COSTO CAMBIO SISTEMA DE FRENOS
Automóviles	0,8		584	0,0197	401	\$ 150,00	1	\$ 1.169,82
Camiones 2D	0,8		584	0,0197	26	\$ 150,00	1	\$ 77,30
Camiones 2DA	0,8		584	0,0197	24	\$ 300,00	1	\$ 140,54
Volquetas	0,8		584	0,0197	16	\$ 300,00	1	\$ 96,10
Cambio de sistema de frenos anual sin proyecto (A)								\$ 1.483,64
CON PROYECTO								
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO ANUAL	KM	N°. CAMBIOS DEL SISTEMA DE FRENOS	TPDA VEHÍCULOS	COSTO CAMBIO DE SISTEMA DE FRENOS DE	N° DE SISTEMA DE FRENOS VEHÍCULO POR	TOTAL COSTO CAMBIO SISTEMA DE FRENOS
Automóviles	0,75		547,6	0,0183	401	\$ 150,10	1	\$ 1.096,70
Camiones 2D	0,75		547,6	0,0183	26	\$ 150,10	1	\$ 72,45
Camiones 2DA	0,75		547,6	0,0183	24	\$ 300,10	1	\$ 131,74
Volquetas	0,75		547,6	0,0183	16	\$ 300,10	1	\$ 90,02
Cambio de sistema de frenado anual con proyecto (B)								\$ 1.390,91
Ahorro cambio de sistema de frenado en el año = (A-B)								\$ 92,73

Nota. Detalles de aumento de vida útil del sistema de freno para los vehículos de la colectividad de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

- Lubricantes:

Para el cambio de lubricantes es necesario tener en cuenta los diferentes tipos de vehículos. Para un vehículo liviano el cambio de lubricante se lo realizará cada 5000 km y tiene un costo estimado de \$35 dólares, por otro lado, el cambio de lubricante para un vehículo pesado se lo realizará cada 5000 km y tendrá un costo estimado de \$50 dólares.

Tabla 60

Beneficio de cambios de lubricante al año

SIN PROYECTO								
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO ANUAL	KM	N°. CAMBIOS DE LUBRICANTE	TPDA VEHÍCULOS	COSTO CAMBIO DE LUBRICANTE	N° DE LUBRICANTE POR VEHÍCULO	TOTAL, COSTO CAMBIO DE LUBRICANTE
Automóviles	0,8		584	0,1168	401	\$ 35,00	1	\$ 1.637,74
Camiones 2D	0,8		584	0,1168	26	\$ 35,00	1	\$ 108,20
Camiones 2DA	0,8		584	0,1168	24	\$ 50,00	1	\$ 140,52
Volquetas	0,8		584	0,1168	16	\$ 50,00	1	\$ 96,02
Cambio de aceite anual sin proyecto (A)								\$ 1.982,48
CON PROYECTO								
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO ANUAL	KM	N°. CAMBIOS DE LUBRICANTE	TPDA VEHÍCULOS	COSTO CAMBIO DE LUBRICANTE	N° DE LUBRICANTE POR VEHÍCULO	TOTAL, COSTO CAMBIO DE LUBRICANTE
Automóviles	0,75		547,5	0,1095	401	\$ 35,00	1	\$ 1.535,38
Camiones 2D	0,75		547,5	0,1095	26	\$ 35,00	1	\$ 101,44
Camiones 2DA	0,75		547,5	0,1095	24	\$ 50,00	1	\$ 131,74
Volquetas	0,75		547,5	0,1095	16	\$ 50,00	1	\$ 90,02
Cambio de aceite anual con proyecto (B)								\$ 1.858,57
Ahorro cambio de aceite en el año = (A-B)								\$ 123,90

Nota. Detalles de beneficio reducción del costo y numero de cambios de aceite. Elaborado por: El autor.

- Combustibles:

Para determinar los galones de combustible utilizados dependerán del tipo de vehículo; un vehículo liviano gasta galones de combustible recorriendo 40 km, el costo estimado de gasolina por galón será \$ 1, 48 dólares, y un vehículo pesado gasta galones de combustible recorriendo 30 km, el costo estimado del diésel por galón será de \$ 1,037 dólares.

Tabla 61

Beneficio de uso de combustible vehicular al año

SIN PROYECTO								
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO KM ANUAL	Nº UTILIZADOS	GALONES	TPDA VEHÍCULOS	COSTO DE COMBUSTIBLE	Nº DE VIAJES	TOTAL COSTO DE COMBUSTIBLE
Automóviles	0,8	584		14,7000	401	\$ 1,481	2	\$ 17.313,25
Camiones 2D	0,8	584		14,7000	26	\$ 1,481	2	\$ 1.143,82
Camiones 2DA	0,8	584		19,6667	24	\$ 1,038	2	\$ 971,45
Volquetas	0,8	584		19,6667	16	\$ 1,038	2	\$ 663,82
Uso de combustible anual sin proyecto (A)								\$ 20.092,35

CON PROYECTO								
TIPO DE VEHÍCULO	VÍA KM	RECORRIDO KM ANUAL	Nº UTILIZADOS	GALONES	TPDA VEHÍCULOS	COSTO DE COMBUSTIBLE	Nº DE VIAJES	TOTAL COSTO DE COMBUSTIBLE
Automóviles	0,75	547,5		13,7875	401	\$ 1,480	2	\$ 8.115,59
Camiones 2D	0,75	547,5		13,7875	26	\$ 1,480	2	\$ 536,16
Camiones 2DA	0,75	547,5		18,3500	24	\$ 1,037	2	\$ 455,37
Volquetas	0,75	547,5		18,3500	16	\$ 1,037	2	\$ 311,17
Uso de combustible anual con proyecto (B)								\$ 9.418,29
Ahorro Uso de combustible en el año = (A-B)								\$ 10.674,06

Nota. Detalles de reducción de la cantidad de combustible utilizado por los camiones. Elaborada por: El autor.

10.2.1.3 Plusvalía. La Urbanización Vista Hermosa tiene un área útil para comercialización de terrenos de 46000m² divididos en 230 lotes sin proyección de proyectos m² de terrenos el costo estimado es \$30 dólares. Y utilizado la proyección del proyecto el m² del terreno tendrá un costo estimado de \$ 40 dólares.

Tabla 62

Plusvalía

SIN PROYECTO			
Zona de influencia	Área m ²	Costo m ²	Total, costo Plusvalía
Lotes de terreno	46000	\$ 30,00	\$ 1.380.000
Total, Plusvalía sin proyecto (A)			\$ 1.380.000
CON PROYECTO			
Zona de influencia	Área m ²	Costo m ²	Total, costo Plusvalía
Lotes de terreno	46000	\$ 40,00	\$ 1.840.000
Total, Plusvalía con proyecto (B)			\$ 1.840.000
Beneficio por incremento de plusvalía = (B-A)			\$ 460.000

Nota. Aumento de la plusvalía por lote en la Urbanización Vista Hermosa. Elaborado por: El autor.

10.3 Egresos

10.3.1 Costos directos

Son todos los costos acreditados que son utilizados para la obtención de recursos indispensables, para la cimentación y mantenimiento de un subtramo de carretera de la red vial de alguna parte de país ejecutado en un periodo determinado, (NEVI, 2008).

10.3.1.1 Mano de obra. La Contraloría General de Estado es el ente regulador para proponer los salarios básicos unificados del 2023 de acuerdo a la jerarquía de cada obrero y trabajador

10.3.1.2 Materiales. Para determinar los costos del material que serán empleado en la realización del proyecto se toma en consideración los precios actualizados generados por el mercado ecuatoriano de la construcción, considerando cada una de los criterios técnicos de este proyecto para la obra vial de la Urbanización Vista Hermosa.

10.3.1.3 Herramientas. Para determinar los costos de herramientas y equipos a emplearse en la obra se toma en consideración los precios actualizados generados por el mercado ecuatoriano de la construcción y el arrendamiento de maquinaria y herramienta, considerando cada una de los criterios técnicos de este proyecto

10.3.2 Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos que no están presentes dentro del proyecto que se abarca en los costos directos y que no son incorporados dentro la cimentación de la obra, pero interceden de manera obligatoria dentro del proceso. Estos gastos son de: administración, de la dirección técnica, entre otros que logran estar dentro del porcentaje del costo directo, por esta razón los costos indirectos son indispensables dentro del proceso de la obra, (NEVI, 2008).

Es necesario realizar una operación matemática en cual se suman los gastos específicos y se divide por el costo de directo y da como resultado la obtención del porcentaje del costo indirecto. Ejemplificando este tipo de costo, el municipio cobra diferentes tipos de impuestos, estos se suman y el valor obtenidos se divide para el costo directo, (NEVI, 2008).

10.3.2.1 Cantidades de obra. Para determinar las cantidades de obra se efectuará para la realización de los planos del proyecto vial, las cantidades depende del rubro de las unidades de medida, G(NEVI, 2008).

10.3.2.2 Análisis del APU. Para el estudio de precios unitarios se basa en una operación matemática para la obtención del costo de rubro de cada unidad de medida que será empleado en este proyecto, el análisis de cada rubro se realiza a partir del costo del material, mano de obra y el costo por transporte del material, (NEVI, 2008).

Tabla 63

Apu referenciales para la capa de rodadura de una urbanización

APU	RUBRO No	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
1		OBRAS PRELIMINARES				333.84
1	301 - 3	Remoción de hormigón (Muros Cabezales)	m3	48.40	23.82	1152.81
2	302 - 1	Desbroce, desbroce y limpieza	Ha	7.50	291.42	2185.62
2		MOVIMIENTO DE TIERRAS				156.70
3	303 - 2.01.2.4	Excavación en suelo	m3	33384.13	2.70	90302.19
4	20	Excavación y relleno para estructuras de arte menor	m3	1784.00	10.32	18405.86
5	307 - 2(1) E1a	Excavación y relleno para estructuras (Zanja sub-drenes) y Zanjas de A.APP	m3	6700.00	5.72	38303.09
6	308 - 2 (2)	Acabado de la obra básica existente	m2	44280.00	0.08	3611.96
3		CAJAZADA				429047.86
7	304 - 1 (2)	Material de préstamo importado	m3	13384.13	3.90	52260.63
8	309 - 4 (2)	Transporte de material de préstamo importado	m3/Km	13384.13	0.31	4165.91
9	402 - 2(1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionada	m3	98812.21	7.65	75758.10
10	309 - 6(5)E	Transporte de suelo seleccionada para mejoramiento de subrasante D \geq 20km	m3/Km	96357.82	0.27	25707.53
11	403 - 1E	Subbase Clase 3	m3	13897.60	12.46	173209.55
12	309 - 6(5)E	Transporte de Subbase Clase 3 D \geq 20km	m3/Km	13897.60	0.27	3707.77
13	404 - 5	Capa de base de hormigón asfáltico	m3	18530.13	145.87	2702910.65
14	405 - 1	Asfalto MC para imprimación	lts	43525.77	0.58	25415.55
15	405 - 5 (1)	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta	m3	3474.40	157.24	546321.44
16	309 - 6 (4)E	Transporte de mezcla asfáltica para capa de rodadura D \geq 50km	m3/Km	3474.40	0.29	1021.50
4		DRENAJE				65777.95
17	402 - 4 (1)	Escollera (piedra bola 30 - 50 cm)	m3	52.94	17.35	918.42
18	309 - 6(5)E	Transporte de (Piedra Bola 30 - 50 cm) D \geq 50km	m3/Km	52.94	0.27	14.12
19	503 (4)	Hormigón estructural de cemento Portland, f'c 140 kg/cm2 (Replanteo)	m3	7.70	140.25	1079.90
20	503 (1)	Hormigón estructural de cemento Portland, f'c 280 kg/cm2	m3	51.00	273.60	13953.64
21	504 (1)	Acero de refuerzo en varillas corrugadas fy=4200 kg/cm2 (provisión, conf y colocación)	Kg	413.30	1.76	729.37
22	601 - (1A) y	Tubería de Hormigón Armado D=60" (1500 mm)	m	200.00	422.70	84540.40
23	MR - 123E	Limpieza de alcantarillas	m3	788.00	22.85	18002.65
24	511 - 1 (4)d	Revestimiento de hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 (Bordillos, Cunetas)	m3	1558.00	183.21	285434.08
25	606 - 1 (1b)	Geotextil para subdren, 1600 NT	m2	35260.00	1.99	70277.80
26	606 - 1 (1a)	Tubería para subdrenes D=200 mm PVC (Incl. Perforación)	m	4100.00	20.40	83621.18
27	606 - 1 (2)	Material filtrante pasa 6" retiene 3"	m3	6560.00	14.86	97457.82
28	309 - 6 (5)E	Transporte de material filtrante D \geq 50km	m3/Km	6560.00	0.27	1750.16
5		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				24545.89
29	705 - (1)	marcas de pavimento (Pintura alto tráfico en base de agua blanca) (Línea de borde de calzada 15 cm)	m	16373.00	1.33	21815.75
30	705 - (1)	marcas de pavimento (Pintura alto tráfico en base de agua blanca) (Línea segmentada de separación de carril 15 cm)	m	2049.00	1.33	2730.13
6		SEÑALIZACIÓN VERTICAL				7157.42
31	708 - 5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo I1-1a (450x600)mm	u	5.00	177.18	885.91
32	708 - 5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo R4-1b (750x750)mm	u	8.00	188.46	1507.65
33	708 - 5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo P1-4BD (750x750)mm	u	2.00	188.46	376.91
34	708 - 5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo R2-13B (750x750)mm	u	2.00	188.46	376.91
35	708 - 5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo I1-3C (1800x600)mm	u	1.00	208.67	208.67
36	708 - 5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo I1-2a (2400x500)mm	u	5.00	213.34	1066.70
37	708 - 5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo D6-2f - D6-2D (750x900)mm	u	15.00	182.31	2734.66
7		AMBIENTALES				9969.75
38	201 - (1)E	Batería sanitaria provisional	u	2.00	1'801.80	3603.59
39	201 - (1)hE	Biotanque Séptico (Capacidad 600 lt) Incl. Kit de instalación	u	2.00	303.12	606.24
40	310 - 1 (E)	Escombrera (zonas de depósito de desecho)	m3	60.00	0.60	36.22
41	220 - (1)	Charlas de concientización	u	1.00	235.27	235.27
42	220 - (6)E	Comunicación de prensa escrita (1/4 día ordinario)	u	2.00	768.00	1536.00
43	220 - (4)	Instructivos o Tráficos	u	500.00	0.60	300.00
44	220 - (5)	Comunicados radiales	u	20.00	6.00	120.00
45	205 - (1)	Agua para control de polvo	m3	500.00	3.44	1721.10
46	710 - 1 E (g)	Señales al lado de la carretera (cinta plástica con leyenda peligro)	m	1300.00	0.23	304.20
47	710 - 1 E (h)	Vallas móviles con leyenda 1,80 x 1,20 (vía en construcción, restricción velocidad, prohibido rebasar, hombres trabajando, señal de desvío)	u	10.00	150.71	1507.14
Son: setecientos treinta mil seiscientos treinta y tres dólares con veintinueve centavos				TOTAL:		780633.29

Nota: Rubros característicos del proyecto vial Urbanización Vista Hermosa. Elaborado por: El autor.

10.3.2.3 Cronograma valorado

FRENTES DE TRABAJO Y SECUENCIA LÓGICA DE ACTIVIDADES.

- DEFINICIÓN

Se organizarán cuadrillas de trabajadores apropiadas para cumplir con el objeto del proyecto en el menor tiempo posible; se organizarán las etapas del trabajo (cuadrilla) considerando las necesidades del proyecto:

- SEMANA 1 (7 días)

En este periodo se conformarán DOS FRENTES DE TRABAJO, mismos que desarrollarán las siguientes actividades:

- EL PRIMER FRETE DE TRABAJO se encargará de REPLANTEO Y NIVELACION.
- EL SEGUNDO FRETE DE TRABAJO a medida que avanza el replanteo y nivelación continuará con la limpieza, reconfiguración y compactación de la capa subrasante de la vía a intervenir.

- SEMANA 2 (7 días)

En este periodo se conformarán DOS FRENTES DE TRABAJO, mismos que desarrollarán las siguientes actividades:

- EL PRIMER FRETE DE TRABAJO realizará la revisión, limpieza y habilitación de los drenajes de la vía.
- EL SEGUNDO FRETE DE TRABAJO realizará la complementación de los niveles de la vía a fin de obtener los espesores establecidos como parte de su estructura.

- SEMANA 3 (7 días)

En este periodo se conformarán UN FRENTES DE TRABAJO, mismos que desarrollara las siguientes actividades:

- EL PRIMER FRETE DE TRABAJO realizarán la colocación de la BASE CLASE III INCL TRANSPORTE E=15 cm; luego de manera inmediata, iniciara el riego de ligante

con EMULSION; para posteriormente finalizar con la colocación de la carpeta asfáltica E=5cm .

- TIEMPO TOTAL DE EJECUCION:

Al implementarse equipos y trabajadores calificados para la realización de este proyecto, el tiempo propuesto para la realización de la obra, es igual a 21 días calendarios.

10.4 Evaluación económica y financiera

10.4.1 Beneficios económicos

Los beneficios económicos ya fueron detallados dentro de este capítulo por esta razón es necesario resumirlo en la siguiente tabla.

Tabla 64

Beneficios económicos

Beneficios económicos			TOTAL, BENEFICIOS	
Operación vehicular	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro/ Incremento	
Combustible	\$ 20.092,35	\$ 9.418,29	\$ 10.674,06	
Cambios Lubricantes	\$ 1.982,48	\$ 1.858,57	\$ 123,90	
Cambio Neumáticos	\$ 4.508,29	\$ 4.226,53	\$ 281,77	
Cambio Amortiguadores	\$ 2.231,90	\$ 1.673,92	\$ 557,97	
Cambio Sistema de Frenos	\$ 1.483,64	\$ 1.390,91	\$ 92,73	
Total	\$ 30.298,66	\$ 18.568,22	\$ 11.730,43	\$ 11.730,43
<hr/>				
Transporte de productos	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro	
Transporte de Productos	\$ 24.640,00	\$ 18.480,00	\$ 6.160,00	
Total	\$ 24.640,00	\$ 18.480,00	\$ 6.160,00	\$ 6.160,00
<hr/>				
Plusvalía	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro	
Plusvalía de los Terrenos	\$1.380.000,00	\$1.840.000,00	\$460.000,00	
Total	\$1.380.000,00	\$1.840.000,00	\$460.000,00	\$460.000,00
<hr/>				
Total, beneficios	\$2.018.888,61	\$2.531.404,09	\$743.144,53	\$477.890,00

Nota. Detalles de beneficios totales del proyecto a la colectividad de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

10.4.2 Mantenimiento vial.

El mantenimiento vial es el conjunto de operaciones que debe ser ejecutado para la protección de la estructura de pavimento y la calidad de los servicios.

La serviciabilidad es representada por la calidad y el bienestar de los usuarios, y las propiedades de las capas de rodadura y los componentes de la vía, (EPMMOP, 2010).

Tabla 65

Clasificación y jerarquización del mantenimiento en vías pavimentadas

TIPO	JERARQUIA	FRECUENCIA	CRITERIO DE INTERVENCIÓN	TIPO DE OPCIONES	EFFECTOS
Mantenimiento rutinario	6	Durante todo el año	No se aplica	No hay	No existen en ausencia de efectos negativos
Bacheo	5	Periódico o rutinario especificado por: criterio de intervención, % del área, fijar área, límite máximo	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario: área dañada • Condición: toda la superficie o solamente los baches 	Bacheo de la superficie, Reparación del espesor dañado	Daños y rugosidad
Tratamiento preventivo	4	Periódico, especificado por: el criterio de intervención, % de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario: fijar intervalo • Condición: bajo agrietamiento, desprendimiento de agregados 	<ul style="list-style-type: none"> • Sello líquido • Rejuvenecimiento • Lechada asfáltica • Sellado de fisuras • Reparación del espesor dañado 	Vida útil y resellos (no es aplicable cuando los daños no deben ser severos)
Sellos asfálticos	3	Periódico, especificado por: criterio de intervención, tipo y espesor	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario: fijar intervalo • Condición: daños • Condición: rugosidad alta 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamientos superficiales • Lechada asfáltica • Tratamiento superficial con corrección de perfil vertical 	Tipo de superficie, rugosidad (en todos los casos los daños no deben ser severos)
Re capeo	2	Periódico, especificado por: criterio de intervención, tipo y espesor	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario: fijar intervalo • Condición: rugosidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Hormigón asfáltico • Mezclas abiertas en frío • Hormigón asfáltico con auto control de nivel • Reparación de espesor parcial 	Tipo de superficie, daños, ahuecamiento, rugosidad, capacidad estructural
Reconstrucción	1	Periódico, especificado por: criterio de intervención, nuevo pavimento	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario: fijar intervalo • Condición: rugosidad 	Cualquier superficie y base, capacidad estructural	Todas las características de los pavimentos

Nota: Tipos de mantenimiento y tiempos recomendados. Fuente: (EPMMOP, 2010)

10.4.2.1 Costo del mantenimiento vial. El mantenimiento vial se lo realiza por durante un tiempo determinado de 10 años. Esto se lo debe realizar cada año después que la obra se será ejecutada, considerando los rubros de cada daño y sus actividades.

Tabla 66

Costo de mantenimiento para pavimentos flexibles

Mantenimiento vial pavimento flexible anual								
N°	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.unitario	Subtotal	N° años	Total
1	500	Limpieza de pozos	U	49	5,79	283,71	10	2836,12
2	5001	Limpieza de sumideros	U	66	5,79	382,14	10	3822,52
TOTAL						665,85		6.658,50

Nota: Costo del mantenimiento de accesorios hidráulicos en la urbanización. Elaborado por: Autor

Mantenimiento vial pavimento en el segundo año de operación						
Nº	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.unitario	Total
1	500	Limpieza de pozos	u	49	5,79	284,71
2	5001	Limpieza de sumideros	u	66	5,79	381,14
3	5002	Capa de sello de mortero asfáltico	m2	17734,7	0,78	13832,066
Total						14.498,92

Nota. Costo de mantenimiento periódico la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

Mantenimiento vial pavimento flexible en el quinto año de operación						
Nº	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.unitario	Total
1	500	Limpieza de pozos	u	49	5,79	282,71
2	5001	Limpieza de sumideros	u	66	5,79	384,14
3	5002	Bacheo asfáltico en caliente	m3	532,041	114,15	60733,5802
4	5003	Capa de sello de mortero asfáltico	m2	17734,7	0,78	13831,066
Total						75.231,40

Nota. Costo de mantenimiento localizado de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

Mantenimiento vial pavimento flexible a los diez años de operación						
Nº	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.unitario	Total
1	500	Limpieza de pozos	u	49	5,79	283,71
2	5001	Limpieza de sumideros	u	66	5,79	382,14
3	5002	Fresado de carpeta asfáltica. 406-8 MOP	m3	532,041	32,5	17292,33
4	5003	Carpeta asfáltica en caliente e=3"	m2	17734,7	16,48	292266,8
Total						310.225,04

Nota. Costo de mantenimiento ultimo para las vías de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

10.4.2.2 Costo de proyecto. En el proyecto “DISEÑO DE LA CAPA DE RODADURA PARA LAS VIAS DE LA URBANIZACION VISTA HERMOSA” fue desarrollado como trabajo de titulación, en el cual propuso un presupuesto del costo de la construcción.

Tabla 67

Resumen de presupuesto para pavimentos de asfalto

RESUMEN PRESUPUESTO VÍA ASFALTADA		
N°	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	MEDIDAS GENERALES CONTROL AMBIENTAL	\$ 6.473,82
2	OPERACIONES PRELIMINARES	\$ 16.755,78
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$ 71.110,68
4	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	\$ 389.496,36
5	OBRAS COMPLEMENTARIAS	\$ 270.211,35
6	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL	\$ 26.587,31
TOTAL		\$ 780.633,29

Nota. Detalles de presupuesto del proyecto vial de la Urbanización Vista Hermosa. Elaborada por: El autor.

10.4.2.3 Relación beneficio / costo (RBC). Es un método que se emplea para el análisis entre el costo y beneficio del proyecto con la finalidad de valorar su rentabilidad. Si el resultado es alto en relación a la unidad del proyecto y la financiación económica de los ingresos superiores de los egresos.

$$RBC = \frac{VAN \text{ ingresos Brutos}}{VAN \text{costos, Gastos Brutos}}$$

Entonces:

(VAN) ingresos brutos = valor actual neto de los ingresos - beneficios

(VAN)costos - gastos brutos = Valor actual neto de los costos - gastos criterios de decisión

Tabla 68

Criterios de decisión RBC

CRITERIOS DE DECISIÓN (RELACIÓN BENEFICIO-COSTO)	
RESULTADO	DECISIÓN
Mayor ($B/C > 1$)	Se acepta
Igual ($B/C = 1$)	Según criterio
Menor ($B/C < 1$)	Se rechaza

Nota. Interacción de beneficios-costos del proyecto. Elaborado por: Autor

Deberemos realizar una proyección económica a 20 años que está pensado como el tiempo de vida útil de la capa de rodadura sin modificaciones importantes o totales , basándonos en la inflación del país, así como en las tasas de crecimiento establecidas para proyecciones económicas, (NEVI, 2008).

Tabla 69

Cálculo beneficios / costos de la vía asfaltada

Años	Ingresos	Egresos	Factor	(VA)ingresos Acumulado	(VA)egresos Acumulado
			(1+0,129) ⁿ		
I	Inversión	-\$ 780.633,29	1,00		-\$ 780.633,29
1	\$ 477.890,00	-\$ 6.658,50	1,12	\$ 458.232,53	-\$ 5.897,70
2	\$ 118.717,04	-\$ 14.498,92	1,26	\$ 93.137,63	-\$ 11.374,90
3	\$ 123.193,22	-\$ 6.658,51	1,44	\$ 85.604,15	-\$ 4.625,95
4	\$ 125.618,98	-\$ 6.658,50	1,62	\$ 77.317,80	-\$ 4.098,27
5	\$ 130.196,19	-\$ 6.658,50	1,84	\$ 70.978,79	-\$ 3.631,00
6	\$ 134.722,48	-\$ 75.231,40	2,07	\$ 65.054,36	-\$ 36.327,50
7	\$ 139.274,22	-\$ 6.658,50	2,34	\$ 59.568,02	-\$ 2.847,86
8	\$ 143.825,56	-\$ 6.658,50	2,64	\$ 54.485,95	-\$ 2.522,46
9	\$ 146.351,94	-\$ 6.658,50	2,98	\$ 49.108,09	-\$ 2.234,25
10	\$ 150.938,32	-\$ 310.225,04	3,38	\$ 44.857,11	-\$ 82.201,38
11	\$ 155.530,17	-\$ 6.658,50	3,80	\$ 40.943,15	-\$ 1.752,84
12	\$ 160.157,07	-\$ 14.498,92	4,29	\$ 37.343,83	-\$ 3.381,71
13	\$ 164.782,56	-\$ 6.634,50	4,74	\$ 34.032,40	-\$ 1.375,17
14	\$ 169.435,51	-\$ 6.648,50	5,37	\$ 30.994,83	-\$ 1.217,04
15	\$ 174.122,51	-\$ 6.658,50	6,27	\$ 28.221,15	-\$ 1.078,87
16	\$ 178.814,56	-\$ 75.228,41	6,97	\$ 25.662,55	-\$ 10.796,82
17	\$ 185.566,62	-\$ 6.628,50	7,87	\$ 23.578,64	-\$ 846,41
18	\$ 192.368,77	-\$ 6.638,50	8,88	\$ 21.659,26	-\$ 749,70
19	\$ 197.120,93	-\$ 6.758,50	10,03	\$ 19.628,39	-\$ 664,04
20	\$ 201.898,13	-\$ 311.225,04	11,32	\$ 17.834,19	-\$ 22.402,99
Valor actual neto VAN =				\$ 1.538.275,82	-\$ 1.015.660,14
Beneficio y costo				1,51	

Nota. Proyección de la rentabilidad del proyecto vial evaluado con análisis económico. Elaborado por: El autor.

Con los resultados obtenidos en relación a beneficio – costo la unidad será mayor y por ende el proyecto será rentable.

CONCLUSIONES

El pavimento flexible cumple con todas las especificaciones técnicas.

Esta capa de rodadura se planificó para una clase de vía IV catalogada por el MTOP cumpliendo todos los requerimientos técnicos estructurales.

El utilizar equipos y materiales de última tecnología asegura un trabajo de alta calidad a precios competitivos gracias a la tecnología que permite reducir tiempos y mano de obra.

RECOMENDACIONES

Se deberá usar todo el material establecido en las descripciones técnicas para seguir el método de diseño del ASSTHO 93, asegurando la calidad de la estructura de pavimentos.

Cumplir con las normativas para un correcto manejo ambiental y seguridad industrial, dotando de los accesorios adecuados al personal y preservando las áreas naturales agrícolas cercanas.

Utilizar todas las herramientas y equipos establecidos en las especificaciones técnicas y de igual forma para el correcto desarrollo en la obra.

Realizar inspecciones y mantenimiento preventivo de las carreteras para descubrir cualquier problema viable antes de que se convierta en un deterioro grave. El mantenimiento preventivo puede ayudar a evitar costosas reparaciones a largo plazo prolongando su vida útil de la vía. Presta atención a grietas, baches, hundimientos, señalización desgastada y problemas de drenaje.

Actúa rápidamente ante cualquier problema identificado durante las inspecciones. Con el objetivo es asegurar la servicibilidad de la capa de rodadura y el confort de los usuarios

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón, A., y Montaluisa, R. (2016). *Mejoramiento Geométrico y Estructura de la Vía Principal a la comunidad “San Pablito de Agua Longo”* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana de Quito] <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13334>

- Araujo, W. (2014). *ECUACIONES DE CORRELACIÓN DEL CBR CON PROPIEDADES ÍNDICE DE SUELOS*. [Tesis de Grado, Universidad de Piura]
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2192>
- Carvajal, B., Aucanshala, C., y Valverde, M. (2015). *Diseño definitivo de la vía de borde del camino de los Incas*. Quito.
- Condolo, E. (2022). *VOLÚMENES Y PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO (TPDA)* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]
http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33162/1/CARVAJAL_JONATHAN%20TRABAJO_TITULACION_VIAS_OCTUBRE_2018.pdf
- Cordo, Ó. (2006). *DISEÑO DE PAVIMENTO (AASHTO 93)* [Tesis de Grado, Escuela de Caminos de Montaña, San Juan]
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4538/1/Gu%C3%ADa%20para%20el%20uso%20del%20m%C3%A9todo%20de%20dise%C3%B1o%20de%20estructuras%20de%20pavimentos%20nuevos%20seg%C3%BAn%20m%C3%A9todo%20AASHTO%202002.pdf>
- EPMMOP. (2010). *Estudios de Ingeniería Definitivos del Proyecto de Acceso*. Quito.
- Fiuba. (2018). *Componentes estructurales del pavimento* [Tesis de Grado de la Facultad de Ingeniería de Transporte, Universidad Buenos Aires].
https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/tesis/document/tesis_n2803_Bouza
- García, L. (2018). *Pavimentos- Guía de Trabajo* [Tesis de Grado, Universidad Continental.
- Gómez, S. (2020). *Estudio de Tránsito Diseño Vía*. Nariño: SCRIBD.
- Guerra, R., Gonzáles, V., Araujo, L., y Prado, C. (2018). *CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN LAS NORMAS ASSHTO Y USCS* [Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería Civil de Piura].
- Gutiérrez. (2014). *Hidrología Básica y Aplicada*. Quito: ABYA YALA .
- Herrera, M. (2015). *DETERMINACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE DE DISEÑO DE PAVIMENTOS MEDIANTE CRITERIOS ASSHTO 1993 Y 2002*, [Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería].
- INAMHI. (2015). *INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA*. Quito.
- Espinoza Medina, D. J. (2022). Estudio técnico para el mejoramiento de señalización vial horizontal y vertical bajo la norma INEN 004-2011 dentro del cantón Naranjito, provincia del Guayas.
- Ingeniería Civil. (2011). *PROYECTOS Y APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL*.
- Jiménez, A. (2022). *Características por tipo de vehículo*. [Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31276/1/Tesis%20I.%20C.%201403%20-%20Silva%20Coque%20Esteban%20Fernando.pdf>

Méndez, L., & Alvarenga, E. (2006). ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL PARÁMETRO CONFIABILIDAD (R) UTILIZANDO EL DISEÑO DE PAVIMENTO AASHTO 1993. *MOP*, 8.

Ministerio de Transporte de Obras Públicas. (2015). *Plan de Manejo Ambiental*. Quito.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2021). *CARGAS SÍSMICAS*. Quito: Normativa Ecuatoriana de la Construcción.

MOP - 001-F2002. (2002). *MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES*. Quito.

MTOP. (2003). *Clasificación de Carreteras según el MOP*. Quito.

NEVI. (2008). *Manual para la Revisión de Costos y Presupuestos*. Guayaquil: Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

Osorio, Rodríguez, L. T. H., & Martínez, E. D. M. (2022). EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA VÍA EN LA RUTA SPONDYLUS DEL ECUADOR. *Revista Ciencia y Construcción*, 3(3), 6-18.

GLOSARIO

PAVIMENTO

Estructuras que se componen por capas de distintos materiales, que es cimentado sobre un terreno permitiendo que el tránsito sea seguro y cómodo.

BITUMINOSO	Su composición es a base betún, un es derivado del alquitrán que son empleados en productos y material de gran capacidad de impermeabilidad.
SUSTENTABLE	Se mantiene por tiempos prolongados sin que se agote sus recursos en el ecosistema.
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
NEVI	Norma Ecuatoriana Vial.
MTOP	Ministerio de Transporte y Obra Pública.