



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

“DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA 2+500 – 7+000 Km, DE LA PARROQUIA SALINAS EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR”

Autor: Yanchaliquin Morales Stalin Javier

Tutor: Ing. Moreira Cedeño Fricson Lutgardo Mg.

AMBATO – ECUADOR

Marzo – 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, Previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA 2+500 – 7+000 Km, DE LA PARROQUIA SALINAS EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR”**, elaborado por el señor Yanchaliquin Morales Stalin Javier, portador de la cedula de ciudadanía C.I. 1804900304 estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Proyecto Técnico es Original de su autor
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes
- Esta concluido en su totalidad

Ambato, Marzo 2021

Ing. Moreira Cedeño Fricson Lutgardo Mg.
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Yanchaliquin Morales Stalin Javier** con C.I. 1804900304 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA 2+500 – 7+000 Km, DE LA PARROQUIA SALINAS EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR”** así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad, como autor de este proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2021



Yanchaliquin Morales Stalin Javier
C.I. 180490030-4
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga ganancia económica y realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2021



Yanchaliquin Morales Stalin Javier
C.I. 180490030-4
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Yanchaliquin Morales Stalin Javier, de la Carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: **“DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA 2+500 – 7+000 Km, DE LA PARROQUIA SALINAS EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR”**

Ambato, Marzo 2021

Para constancia firman:

Ing. Aldas Sánchez Milton Rodrigo Dr.
Miembro Calificador

Ing. Cañizares Proaño Byron Genaro Mg-
Miembro Calificador

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico profundamente a mis padres Luis Yanchaliquin y María Morales que fueron, son y serán el ejemplo más grande de que en la vida a pesar de las circunstancias adversas, los sueños se cumplen, y yo solo hago parte del proyecto de vida que transformaron en su sueño materializado, a mis hermanos, Pamela, Christian, Darwin y Gabriela aun cuando tenemos distintas formas de ser y de pensar la lealtad y la incondicionalidad es fundamental, a mis abuelitos mama Clara, papa Abel y mama Juana que en algún lugar de la inmensidad se encuentran cuidándome, bendiciéndome siempre, y papa Goyo que en vida le dedico este logro académico siendo el, la génesis de la gran familia en la que crecí.

Este es el inicio para mí, no el fin.

AGRADECIMIENTO

“Gracias a la vida que me ha dado tanto”, Los padres maravillosos que me criaron, me formaron, siendo su reflejo en cada gesto, acción y logro pequeño o grande que pueda hacer en la vida, y a los tropiezos que nos permiten crecer y aprender.

Gracias a mis hermanos que me han demostrado su amor incondicional en los momentos más críticos.

“Gracias a la vida que me ha dado tanto”, me dio el corazón que me permite sentir cada paso que doy, las alegrías y tristezas que te hacen comprender tu realidad, personalmente encaminándome con mayor convicción hacia el lugar donde quiero llegar.

“Cuando miro al bueno tal lejos del malo”.

“Cuando miro el fruto del cerebro humano”, que pude plasmar en este documento y el valor que toma para mi familia y mis amigos que se sentirán orgullosos.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
1. CAPITULO I.....	1
1.1. Antecedentes del proyecto técnico.....	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación	3
1.1.3. Fundamentación Teórica.....	5
1.1.3.1. Topografía y Características de Relieve	5
1.1.3.2. Drones y la topografía.....	5
1.1.3.2.1. Fotogrametría.....	5
1.1.3.2.2. Proceso de levantamiento topográfico con drones.....	7
1.1.3.2.2.1. Delimitar el Área de Estudio, Plan de vuelo y Adquisición Automática de Orto Fotografías.....	7
1.1.3.2.2.2. Procesamiento de imágenes	9
1.1.3.3. VÍAS	11
1.1.3.4. Clasificación de las vías.....	11
1.1.3.4.1. Según su función.....	11
1.1.3.4.2. Según el tipo de terreno	12
1.1.3.4.3. Según sus características.....	14
1.1.3.5. Tráfico.....	14
1.1.3.5.1. Tráfico promedio diario anual	14
1.1.3.5.2. Tráfico Futuro	16
1.1.3.6. Clasificación de las carreteras en el Ecuador según el MTOP	17
1.1.3.6.1. Por el tipo de terreno.....	17
1.1.3.6.2. Por el tráfico proyectado.....	18
1.1.3.6.3. Por su competencia	18
1.1.3.6.4. Por la función jerárquica.....	19
1.1.3.7. Velocidad de diseño.....	20
1.1.3.7.1. Velocidad de circulación.....	24
1.1.3.8. Diseño Geométrico	25
1.1.3.8.1. Alineamiento Horizontal.....	25
1.1.3.8.1.1. Tangentes	25
1.1.3.8.1.2. Curvas Circulares.....	26

1.1.3.8.1.3.	Peralte	30
1.1.3.8.1.4.	Sobreechanco de curvas	31
1.1.3.8.1.5.	Distancia de visibilidad.....	31
1.1.3.8.2.	Alineamiento Vertical.....	33
1.1.3.8.2.1.	Gradientes	33
1.1.3.8.2.2.	Curvas Verticales.....	34
1.1.3.8.3.	Secciones transversales típicas	36
1.1.3.8.3.1.	Ancho de la sección transversal típica	36
1.1.3.8.3.2.	Espaldones	37
1.1.3.8.3.3.	Taludes.....	38
1.1.3.8.3.4.	Tipos de superficie de rodadura.....	38
1.1.3.9.	Obras complementarias.....	40
1.1.3.9.1.	Cunetas.....	40
1.1.3.9.2.	Alcantarillas	41
1.1.3.9.3.	Bombeo.....	42
1.1.3.9.4.	Rampas de descarga.....	42
1.1.3.10.	Mecánica de Suelos	43
1.1.3.10.1.	Granulometría	44
1.1.3.10.2.	Límites de Atterberg	45
1.1.3.10.3.	CBR	47
1.1.3.10.4.	Compactación	47
1.1.3.10.5.	Contenido de Humedad	48
1.1.3.11.	Pavimento	49
1.1.3.11.1.	Pavimentos flexibles	50
1.1.3.11.2.	Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles.....	51
1.1.3.11.2.1.	Periodo de Diseño.....	52
1.1.3.11.2.2.	Vida Útil del Pavimento	52
1.1.3.11.2.3.	Transito equivalente Según el Periodo de Diseño Requerido (W18)	53
1.1.3.11.2.4.	Nivel de confiabilidad (R)	53
1.1.3.11.2.5.	Desviación estándar global	54
1.1.3.11.2.6.	Módulo de Resiliencia (Mr).....	55
1.1.3.11.2.7.	Índice de Serviciabilidad (Δ PSI).....	55
1.1.3.11.2.8.	Determinación del Número Estructural según Abaco AASHTO 93	56
1.1.3.11.2.9.	Cálculo de espesores por capa	57
1.1.3.11.2.10.	Coeficientes Estructurales a1, a2, a3.	57
1.1.3.11.2.11.	Coeficientes de Drenaje.....	59
1.1.3.11.2.12.	Diseño Final con Sistema Multicapa	60
1.2.	Objetivos	62
1.2.1.	Objetivo General.....	62
1.2.2.	Objetivos Específicos	62
2.	CAPÍTULO II	63
2.1.	Materiales y Equipos.....	63
2.1.1.	Materiales.....	63
2.1.2.	Equipos	63
2.2.	Métodos.....	65
2.2.1.	Ubicación del Proyecto.....	65
2.2.1.1.	Ubicación Macro del Proyecto.....	65
2.2.1.2.	Ubicación Meso del Proyecto	66
2.2.1.3.	Ubicación Micro	66
2.2.2.	Plan de Recolección de Datos.....	68

2.2.2.1.	Levantamiento Topográfico.....	68
2.2.2.2.	Conteo Vehicular	69
2.2.2.3.	Ensayos de suelos	69
2.2.3.	Plan de Procesamiento y Análisis de Datos	70
2.2.3.1.	Plan de Procesamiento	70
2.2.3.2.	Análisis de Datos	70
3.	CAPÍTULO III	71
3.1.	Análisis y discusión de los Resultados	71
3.1.1.	Levantamiento Topográfico.....	71
3.1.2.	Conteo Vehicular	71
3.1.3.	Diseño Geométrico	76
3.1.3.1.	Diseño Horizontal	76
3.1.3.2.	Diseño Vertical	78
3.1.4.	Estudio de suelos	78
3.1.5.	Estudio de Clima.....	82
3.1.6.	Diseño Transversal	84
3.1.7.	Diseño del Pavimento	84
3.1.8.	Propiedades de los Materiales del Pavimento.....	99
3.1.9.	Diseño de Obras Complementarias.....	102
3.1.10.	Presupuesto referencial	113
3.1.10.1.	Movimiento de tierras.....	113
3.1.10.2.	Drenaje.....	114
3.1.10.3.	Estructura del Pavimento	115
3.1.10.4.	Control de Tránsito	117
3.1.10.5.	Medidas Ambientales	118
3.1.10.6.	Especificaciones Técnicas	120
3.1.10.6.1.	Movimiento de tierras.....	120
3.1.10.6.2.	Drenaje.....	126
3.1.10.6.3.	Estructura del Pavimento	127
3.1.10.6.4.	Control de Tránsito	133
3.1.10.6.5.	Medidas Ambientales	136
4.	CAPITULO IV	138
4.1.	Conclusiones	138
4.2.	Recomendaciones.....	139
	Referencias Bibliográficas	140
	ANEXOS	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tasa de crecimiento del tráfico en el Ecuador (%)	17
Tabla 2.- Clasificación de las carreteras de acuerdo con el tráfico proyectado	18
Tabla 3.- Relación función. Clase MTOP y Tráfico	20
Tabla 4. Velocidades de Diseño	22
Tabla 5.- Relaciones entre Velocidades de Circulación y Diseño	24
Tabla 6.- Radios mínimos recomendados para radio de curvatura en función del peralte.....	27
Tabla 7.- Valores de gradientes longitudinales máximas (%).....	33
Tabla 8.- Valores mínimos para el coeficiente “K”	35
Tabla 9.- Valores de ancho del pavimento en metros	36
Tabla 10.- Valores de Diseño para el ancho de Espaldones.....	37
Tabla 11.- Valor de Diseño para taludes recomendables en terrenos planos	38
Tabla 12.- Clasificación de las Superficies de Rodadura.....	39
Tabla 13.- Símbolos de Grupo (SUCS).....	44
Tabla 14.- Capacidad de soporte CBR de Diseño	47
Tabla 15.- Periodo de Diseño según el Tipo de Carretera	53
Tabla 16.- Factor de distribución por Carril.....	53
Tabla 17.- Nivel de Confiabilidad de acuerdo a la zona	54
Tabla 18.- Factores de Deviación Normal	54
Tabla 19.- Factores de Deviación Normal	56
Tabla 20.- Espesores mínimos según los ejes equivalentes (pulg)	57
Tabla 21.- Capacidad de Drenaje	59
Tabla 22.- Corrección de coeficientes estructurales con respecto al Drenaje y a la humedad a la que está expuesto el Pavimento.	60
Tabla 23.- Conteo Vehicular por días	72
Tabla 24.- Conteo Vehicular.	72
Tabla 25.- Hora Pico	73
Tabla 26.- Tráfico Proyectado a 20 años.....	75
Tabla 27.- Contenido de humedad	79
Tabla 28.- Granulometría	79
Tabla 29.- Compactación	80
Tabla 30.- CBR puntual por Km.	80
Tabla 31.- Ejes equivalentes para Selección del Porcentaje de CBR.....	81
Tabla 32.- Factores de Daños de acuerdo al Tipo de Vehículo.....	85

Tabla 33.- Factor de Distribución por Dirección.	86
Tabla 34.- Numero de ejes equivalentes.	87
Tabla 35.- Valores a1.	91
Tabla 36.- Valores a2.	92
Tabla 37.- Valores a3.	94
Tabla 38.- Datos propuestos para el cálculo del SN.	95
Tabla 39.- Cálculo de la Estructura del Pavimento, “AASHTO 93” Tramo 4+000-5+000 km.	97
Tabla 40.- Cálculo de la Estructura del Pavimento, “AASHTO 93” Tramo 2+500-4+000 km y 5+000-7+000 km.	98
.....	98
Tabla 41.- Granulometría Recomendada para sub base.	100
Tabla 42.- Granulometría Recomendada para Base.	100
Tabla 43.- Granulometría Recomendada para Base.	101
Tabla 44.- Porcentaje de Agregados Necesarios.	101
Tabla 45.- Coeficiente de Rugosidad.	103
Tabla 46.- Velocidades y Caudales según la Gradiente.	105
Tabla 47.- Coeficientes de Escorrentía.	106
Tabla 48.- Presupuesto.	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. (a) Toma de datos tomadas mediante un plan de vuelo. (b) Fotografías georreferenciadas tomadas mediante el dron.	6
Figura 2. Diagrama de flujo general para el levantamiento, captura y procesamiento de orto fotos capturadas por drones.	7
Figura 3. Capturas de pantalla del software dronedeploy, genera áreas de estudio, diseña planes de vuelo y almacena las orto fotografías. Consta el tiempo y altura de vuelo, el área aproximada de estudio, el traslape de imágenes y la dirección del viento.....	8
Figura 4. Nube de puntos densa generada por las imágenes de alta calidad tomadas por el dron.	10
Figura 5. Tipos de terrenos en carreteras.....	13
Figura 6. Elementos de una curva circular simple.....	28
Figura 7. Clotoide o Espiral de Euler.....	29
Figura 8. Coeficientes de fricción lateral para el proyecto a diferentes velocidades	30
Figura 9. Sección transversal de una vía de dos carriles	39
Figura 10. Secciones típicas de cunetas.....	40
Figura 11. Dimensiones típicas de cunetas triangulares	41
Figura 12. Elementos de una alcantarilla.....	41
Figura 13. Bombeo en una sección típica	42
Figura 14. Ubicación de una rampa de descarga	42
Figura 15. Curva Granulométrica.	45
Figura 15. Límites de Atterberg.....	45
Figura 16. Gráfica de plasticidad del SUCS	46
Figura 17. Curva típica de compactación	48
Figura 18. Estructura del Pavimento.....	51
Figura 19. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a1.	58
Figura 20. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a2.	58
Figura 21. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a3.	59
Figura 22. Nomenclatura de los Espesores por Capa.	61
Figura 23. Ubicación del Macroproyecto.	65
Figura 24. Ubicación Meso del Proyecto.....	66
Figura 25. Ubicación Meso del Proyecto.....	67
Figura 26. Ubicación de la vía Chazo Juan-La Palma, tramo Km 2+500 - 7+000, Escala: 1:20.000	67

Figura 27. Cálculo del CBR.....	81
Figura 28. Estaciones pluviométricas Ecuador.....	82
Figura 29. Estadísticas de Estaciones Climatológicas.....	83
Figura 30. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a1.....	90
Figura 31. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a2.....	92
Figura 32. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a3.....	93
Figura 33. Cálculo del Numero Estructural “SN”, Tramo 4+000-5+000 km.....	96
Figura 34. Cálculo del Numero Estructural “SN”, Tramo 2+500-4+000 km y 5+000-7+000 km.	96
Figura 35. Espesores de las Capas de Pavimento con material de mejoramiento tramo 2+500-4+000 km y 5+000-7+000 km; Sin capa de material de mejoramiento tramo 4+000-5+000 km.	99
Figura 36. Dimensiones de la Cuneta.....	102
Figura 36. Sección Transversal.....	109
Figura 37. Dimensiones Propuestas de la Alcantarilla.....	112

RESUMEN

El objetivo primordial de proyecto permitirá una integración general de las comunidades ChazoJuan y La Palma con una mayor dinámica económica, mejorando la calidad de vida y el transporte de productos y personas, aumentando las actividades agrícolas-ganaderas y entregándoles una vía con un diseño apegado a la normativa vigente.

Se realizó un reconocimiento de la zona, los estudios como el TPDA, el levantamiento topográfico con Drone y los ensayos de suelo. Diseñando todas las características geométricas de la Carretera mediante el Civil 3D, las mismas que nos permitirán obtener los demás datos para el diseño de obras complementarias: cunetas y alcantarillas.

Mediante la normativa MOP 2003, se sustenta el presente trabajo adecuándose a sus fundamentos, también la norma AASHTO 93 y otras bibliografías para el diseño de la capa de pavimento. Al finalizar se determina los volúmenes de movimiento de tierras, presupuesto, precios unitarios y especificaciones técnicas.

Al finalizar el proyecto se podrá facilitar el documento a las comunidades como aporte institucional de la Universidad Técnica de Ambato, que podrán usarlo como precedente inicial para el diseño y ejecución definitiva del proyecto.

ABSTRACT

The Main idea of this Project is going to allow a general integration between the communities of ChazoJuan y La Palma with a biggest economic dynamics, getting better the quality life, transportation of products and people, increasing agricultural and livestock activities, giving them a highway with a valid desing.

It has been performed a reconnaissance of the zone, applied studies like TPDA, topografich survey with Drone and soil tests. Desing every geometric characterist of the highway with Civil 3D, this data is going to be enable for give to us the another ítems for desing of the complementary works like gutters and culverts

Based in the normaty MOP 2003, where it's sustained this Project adapting to it, too using the normaty AASHTO 93 and another books for the desing of the pave, in the end, it's calculate the movement soil volume, the Budget, unitary prices and tecnical specyfies.

Finally, the Project finished is going to delivered to the comunidades like institutinal input from University Tecnical of Ambato, it's going to able to use it, like a initial preceding for the definity desing of the Project.

1. CAPITULO I

TEMA: “DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA 2+500 – 7+000 Km, DE LA PARROQUIA SALINAS EN LA PROVINCIA DE BOLÍVAR”

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del proyecto técnico

1.1.1. Antecedentes

En los países en vías de desarrollo existe una diferencia significativa en términos del desarrollo económico y de calidad de vida entre los sectores urbanos y rurales, provocado por muchos factores sociales, carencia laboral, políticos, pero el principal problema es la falta de acceso y la distancia que hay entre estas poblaciones y los centros económicos por lo que un buen estado de la red vial que comunica a comunidades rurales permitirá un abaratamiento en los costos del transporte, lo que deriva en un mayor crecimiento económico y social de estas zonas alejadas.[1]

El Plan Estratégico de Movilidad del Ecuador (2013-2037) establece el objetivo de crear mallas de conectividad y nivel de servicio que facilite la movilidad de todos los habitantes, en todas las zonas y dinamizando el comercio interior y exterior de estos sectores. En el documento contabilizan alrededor de 9790,52 km de red vial, que ignoran muchos tramos de carreteras existentes en buen o mal estado de segundo o tercer orden.[2]

Los aspectos técnicos tienen que ser bien fundamentados en su diseño y construcción en estos caminos vecinales, de segundo o tercer orden, visualizando a futuro que una inversión inicial no sea en vano; donde se pueda contar con un mantenimiento mediante mano de obra local, todo esto complementado con un estudio completo específico del sector realizado por técnicos especializados donde consten elementos básicos del diseño junto con obras de drenaje suficiente y elementos de seguridad y orientación.[3]

Para realizar el estudio de este tipo de carreteras el punto principal es darle una solución vial óptima que le permita al conductor sentir continuidad en la trayectoria, ya que el conductor promedio no espera enfrentar situaciones sorprendidas exageradas, en caso de necesitar cambios de velocidad de diseño se lo realizará de manera progresiva y con una justificación técnica obligada. Mientras el diseño geométrico debe establecerse según la normativa, no se puede remplazar esto con un buen criterio y juicio del diseñador dependiendo de la topografía del sector.[4]

El mejoramiento de vías rurales genera un impacto a corto plazo conjuntamente con el crecimiento económico, que es el cambio en lista de productos para cultivar, remplazo de antiguas hacia nuevas tecnologías en las actividades agropecuarias y en las no agropecuarias, es decir genera nuevos tipos de empleo en otras ocupaciones salariales, lo que permite una disminución notable en la pobreza y pobreza extrema de estos sectores alejados, generando incrementos en el bienestar de los habitantes. Sin embargo, no debemos descartar los factores asociados a otras variables que pueden incrementar o disminuir el impacto favorable a de un mejoramiento de esta infraestructura.[5]

Si bien una carretera genera beneficios en gran magnitud esta no deberá ser sobre diseñada o tener elementos constructivos innecesarios, todo esto para que sea socialmente responsable, respetando todas las normas ambientales, reduciendo su impacto al mínimo, que los terrenos aledaños sean poco afectados, con drenajes simples, efectivos y que no requieran continuo mantenimiento todo esto con el menor costo posible. Teniendo en cuenta estos aspectos existen varios estudios que determinan que el impacto a nivel regional y nacional es mínimo, en cambio a nivel comunitario puede ser de mayor proporción de esta forma hay que garantizar la seguridad de los ambientes adyacentes a la infraestructura vial.

De esta forma la construcción se realizará protegiendo los drenajes o áreas sensibles de los materiales de construcción y deberán usarse trampas, barreras y algunas zonas de amortiguamiento que ayuden a la afectación ambiental de la zona. [6]

1.1.2. Justificación

Las vías en el Ecuador se afectan por la época invernal, El Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias reportó hasta febrero de 2019 más de 11 kilómetros de vías afectadas en el país. Pese que el MTOP desplego equipos personal y maquinaria para atender la red vial, esta ayuda no llega a todos los sectores vulnerables.[7]

Existe en el Ecuador un sistema vial principal de características técnicas adecuadas lo que genera una gran demanda en el mejoramiento de tramos viales secundarios y terciarios, pero existen muchos aspectos que no permiten una recuperación vial más extensa que son: subregistro de las carreteras existentes, maquinaria y personal organizados de forma errónea, especificaciones técnicas dispersas, insuficientes o inapropiadas y la falta de capacidad administrativa de las entidades públicas.[8]

Existen actualmente normativas para el sector vial local sin embargo hay una necesidad de profundizar los conocimientos en materia de diseño y especificaciones para adaptarlo a cada realidad. El objetivo principal de una estructura vial en las zonas aisladas y marginadas es generar una rehabilitación total del sector, para esto es importante propiciar la participación de la comunidad para generar un sentido de pertenencia a esta infraestructura con innovación y nuevas tecnologías, lo importante es generar un modelo de gestión sostenible bajo un marco basado en estudios, normativas, especificaciones viales etc.[9]

Las vías de segundo y tercer orden son aquellas que comunican una cabecera cantonal o junta parroquial con sus respectivas comunidades, con un buen trazado geométrico junto a otras especificaciones crearía una mejor articulación entre el centro y la periferia, ya que la mayoría de tramos viales principales comunican el norte con el sur y existen pocas vías que comuniquen oriente con occidente como es esta vía en el contexto de conexión entre regiones.[10]

En lo académico es prioritario contar con diseños geométricos de vías, pavimentos adecuados, además de resaltar el rol de la investigación y la ejecución de proyectos técnicos viales. De igual forma existen muchas tecnologías que se pueden aplicar

específicamente a vías de tercer orden en diferentes partes del mundo, estas tecnologías incluyen, entre otras, técnicas de mejoramiento de suelos, estabilización, uso de materiales de origen local, etc. Dada la gran variedad de posibilidades disponibles, el primer paso a seguir en el desarrollo de estos proyectos, es realizar una revisión completa del estado de conocimiento en el campo que se vaya a incursionar, ya que este diagnóstico permitirá identificar que opciones han sido más eficaces en otros países y que luego de determinar los estudios técnicos específicos del sector para que podamos establecer el uso de nuevas tecnologías o métodos tradicionales. Todos estos aspectos influyen mucho en el presupuesto que necesitara el proyecto, por lo que deben ser económicamente efectivos.

El papel que juega la academia en los estudios técnicos es fundamental, por que ofrece la posibilidad de contar con información específica y confiable, garantizando el uso responsable de materiales locales entre otras características de cada carretera.[11]

La intervención técnica de la arteria vial de tercer orden que une las comunidades de Chazojuan y La Palma, sería de beneficio para los pobladores de dichas comunidades y sus alrededores, porque su sustento diario se basa en actividades agrícolas, ganaderas y crianza de animales menores, pero debido a su ubicación geográfica y el accidentado relieve el acceso a esta vía es muy limitado por el mal estado en que se encuentra, generando una economía débil, ya que el transporte es escaso. La futura ejecución de la obra que espera ser generada a través este proyecto, permitirá un incremento los indices de ingresos económicos y sociales, ya que mejoraran las condiciones de tránsito y movilidad del sector con la región en común de la provincia de Bolívar en dirección hacia Los Ríos. Se espera que genere más medios transporte en cantidad como eficiencia, según el PDOT en la parroquia existen 7262 habitantes, siendo estas dos comunidades la segunda y tercera con más pobladores respectivamente, lo que conforma un tramo importante en el comercio de estos sectores, el tramo vial será de 4,50 Km que va comprendiendo en la abscisa Km 2+500 a la Km 7+000.

1.1.3. Fundamentación Teórica

1.1.3.1. Topografía y Características de Relieve

El levantamiento topográfico permitirá conocer las características orográficas del sector, teniendo información necesaria para establecer los parámetros geométricos de la vía. Deben contener datos de alineamiento y planimetría que se usaran para conformar una faja lo suficientemente ancha para evitar posteriores problemas al proyectar la línea definitiva del eje de la vía.[12]

Gracias a las nuevas tecnologías la topografía se la puede realizar mediante la fotogrametría y el mapeo con drones o vehículo aéreo no tripulado por sus siglas en ingles UAV.

1.1.3.2. Drones y la topografía

En estos últimos años se ha demostrado que realizar mapeo con este tipo de tecnología tiene grandes ventajas en campo sobre los demás métodos de topografía que se usan para caracterizar relieves. Mediante la fotografía aérea, ya que los drones van tomando fotografías de alta calidad por volar despacio y a alturas bajas, con un traslape adecuado para genera bases de datos altamente detallada.[13] Los levantamientos topográficos convencionales tienen un mayor valor económico, de recursos, y tiempo al compararlo con la topografía con drones, es decir que esta se convierte en una alternativa con muchos puntos para su consideración al momento de realizar trabajos que cubran grandes áreas de terreno o que sea de difícil acceso para el personal, ahorrando muchos recursos en su ejecución.[14]

1.1.3.2.1. Fotogrametría

Es la tecnología que nos permite conocer dimensiones y posición de los objetos en base a fotografías aéreas, a partir de la intersección de dos o más fotos, teniendo como resultado modelos digitales de elevación de usos diversos en el campo de la ingeniería. Si bien sus inicios los tuvo con la fotografía analógica luego la analítica sabemos que toda la información cartográfica del mundo es resultado de la fotogrametría, en la actualidad tenemos fotogrametría digital. Considerando su punto de partida por la necesidad de información precisa, que dependerá de las características de la cámara.

La fotogrametría mediante el uso de UAVs o vehículos aéreos no tripulados en la actualidad son operaciones que se ejecutan a control remoto o totalmente autónomo mediante planes de vuelo en tiempo real y a bajo costo, con esto la generación de orto fotos, orto mosaicos y Modelos de elevación digitales (DEM).[14]

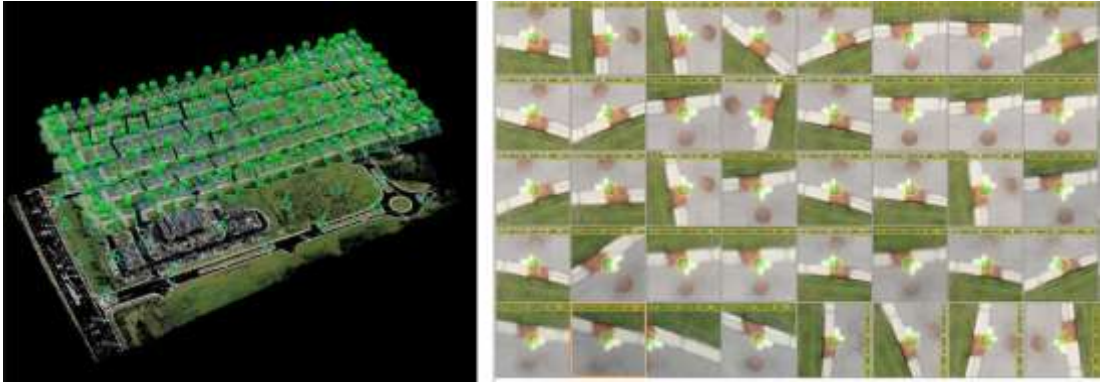


Figura. 1. (a) Toma de datos tomadas mediante un plan de vuelo. (b) Fotografías georreferenciadas tomadas mediante el drone.

Fuente: Harnessing Drones The Photogrammetric Way, Q. Abdullah, 2019.

Al tomar fotografías en una altitud baja se puede obtener imágenes de alta calidad, pero se corre un riesgo al asumir que la superficie va a ser plana a la hora de realizar el mosaico. Los objetos no deseados como vegetación alta, media y baja, rugosidades o desniveles, debidos a la orografía propia del sector o incluso coches y edificios en el caso de existir, pueden llegar a distorsionar los datos.

1.1.3.2.2. Proceso de levantamiento topográfico con drones

Esquema General

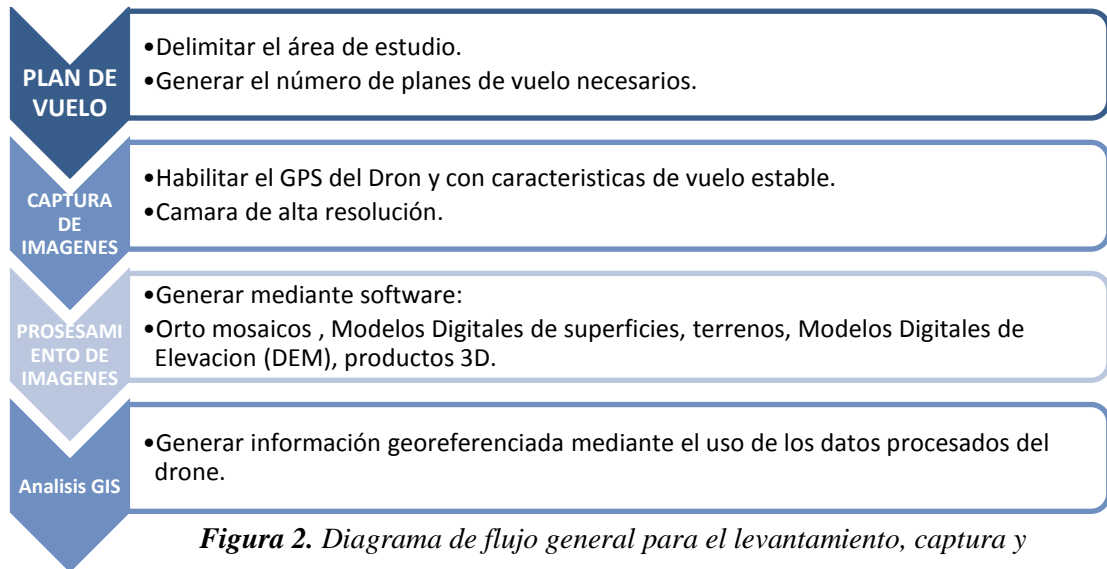


Figura 2. Diagrama de flujo general para el levantamiento, captura y procesamiento de orto fotos capturadas por drones.

Fuente: Using drones to generate new data for conservation insights, P. Lorah, 2018.

1.1.3.2.2.1. Delimitar el Área de Estudio, Plan de vuelo y Adquisición Automática de Orto Fotografías

Se refiere a la delimitación del área o las áreas de estudio y la adquisición automática de las ortofotos. El proceso de mapeo preciso y eficiente con drones requiere un software para controlar el vuelo de la aeronave que será usado para delimitar las áreas de estudio, controlar el vuelo y el almacenamiento automático de las imágenes. Hoy en día en el mercado podemos encontrar una amplia gama de softwares para ejecutar planes de vuelo para drones, incluyendo DroneDeploy, Kerspy, Ident Technologies Drone solution, Pix4D, FPV Camera, Altizure and Commander, etc.

Teniendo en cuenta las bondades del software para esta investigación se procedió a usar el DroneDeploy, permite a los usuarios diseñar planes de vuelo, delimitar el área de estudio efectiva para evitar errores y una superposición o traslape de las fotografías

aéreas. Para un estudio eficiente se recomienda el 80% de traslape horizontal como vertical de las mismas.

La altura a la que se toman las fotografías es otro punto a considerar por el plan de vuelo. Porque la mayoría de las cámaras que tienen los drones tienen una distancia focal fija, entonces sabemos que la altitud es directamente proporcional a la resolución de la orto fotografía. Vuelos a bajas alturas generan imágenes detalladas de áreas en estudio relativamente pequeñas, a no ser que la superficie del terreno en estudio este totalmente nivelada la resolución de la imagen variará; esto sucede porque la altura de vuelo queda establecida directamente en el punto de despegue y no cambia a lo largo del vuelo, lo que nos permite decidir hacer un trabajo en áreas de estudio pequeñas. [13]

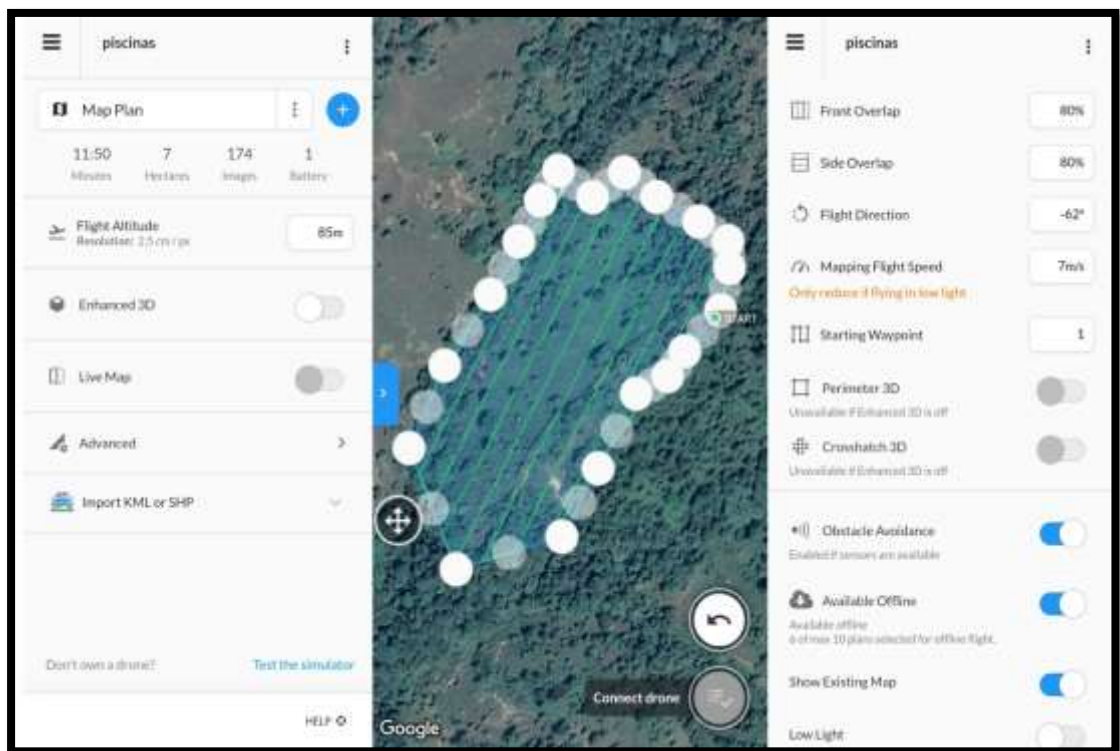


Figura 3. Capturas de pantalla del software dronedeploy, genera áreas de estudio, diseña planes de vuelo y almacena las orto fotografías. Consta el tiempo y altura de vuelo, el área aproximada de estudio, el traslape de imágenes y la dirección del viento.

Fuente: El Autor

Para obtener un resultado preciso en la topografía y posterior almacenamiento de fotografías debemos considerar la altura de vuelo que dará una resolución de unos 2.5 cm/pix en una altura de vuelo aproximada de 85 metros, lo cual dependiendo del tamaño de la superficie requerirá una o más baterías de vuelo; La velocidad de la aeronave dependerá de la dirección del viento de la zona, la cual se determinará in situ.

1.1.3.2.2.2. Procesamiento de imágenes

Las fotografías tomadas y almacenadas por el drone son las típicamente conocidas como archivos (.jpg) geo etiquetados, porque en el software del plan de vuelo asegura la superposición o traslape de estas imágenes, que podrán ser procesadas para generar modelos topográficos en 2D y 3D. Existen muchos softwares de procesamiento y servicios en línea, incluyendo el DroneDeploy mapping, Pix4D y Agisoft PhotScan.[13]

Algunos de estos utilizan algoritmos de coincidencia altamente avanzados, como:

- **Scale Invariant Feature Transform o STFT.** - Es un algoritmo usado en una visión artificial para extraer características relevantes de las imágenes.
- **Speeded-Up Robust Features (SURF).** - Es un algoritmo de visión por computador, capaz de obtener una representación visual de una fotografía georreferenciada para extraer información detallada y específica del contenido.
- **Semi Global Matching (SGM).** - También contiene un algoritmo de visión por computador, que puede estimar un mapa de disparidad densa a partir de dos imágenes georreferenciadas.

Los cual nos da un resultado un emparejamiento de los puntos comunes en una nube densa de alta calidad para la triangulación aérea y los modelos de superficie.[15]

Para la realización optima y toma de imágenes para procesarlas mediante la fotogrametría se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Calibrar la cámara a partir de un fotografiado de un patrón conocido.

- Orientación de las fotografías escogiendo puntos comunes.

Como la orientación y procesamiento de las imágenes podemos extraer las características del modelo que hemos levantado por medio de puntos, líneas y superficies. Este proceso se lo realiza de forma automática con la generación de nube de puntos densa; Los procesos pueden variar dependiendo del software comercial que se use.[14]



Figura 4. Nube de puntos densa generada por las imágenes de alta calidad tomadas por el drone

Fuente: El Autor.

Photoscan fue el primero en lanzarse al mercado a mediados del 2010 como un software de mapeo que se basaba en fotografías aéreas, para reconstruir estructuras tridimensionales de un área delimitada o de estudio. Usa un algoritmo de visión por computador que es una sub disciplina de la ciencia computarizada que está diseñada para encontrar mediante estos algoritmos características comunes entre las ortofotografías de un objetivo determinado, tomadas según el plan de vuelo y una vez procesadas se derivan resultados como las profundidades de cada estructura mapeada.[16]

1.1.3.3. VÍAS

Es una infraestructura de transporte construida en una faja de terreno llamada derecho de vía, con el objetivo de permitir la circulación de manera continua en el espacio y el en el tiempo, con niveles de seguridad y comodidad idóneos para los usuarios.[17]

1.1.3.4. Clasificación de las vías

1.1.3.4.1. Según su función

Está determinada a la necesidad operacional de la vía o de los intereses estatales.

Vías Primarias o de primer orden. - Son las vías troncales, transversales y de accesos a capitales de provincias, zonas altamente pobladas o que cumplen la función básica de unión de las zonas estratégicas de producción, consumo y exportación del país.[17]

- Ancho de vía incluyendo obras de drenaje, 8 metros.
- El derecho de vía es de 14 metros.
- El afirmado se usa pavimentos base y sub base.
- Radio mínimo de curvatura es 60 metros. [18]

Vías secundarias o de segundo orden.- Son aquellas que unen ciudades de menor importancia, cabeceras cantonales entre sí y también conectan con las vías principales.[17]

- Ancho de vía sin obras de drenaje 4 metros.
- El derecho de vía es de 8 metros.
- Afirmado con terreno natural con revestimientos de piedra.
- Radio mínimo de curvatura de 40 metros.[18]

Vías terciarias o de tercer orden. - Son aquellas vías que unen las cabeceras cantonales con sus comunidades o que unen comunas entre sí.[17]

- Ancho de la vía sin obras de drenaje, 4 metros.
- Derecho de vía 6 metros
- Afirmado con terreno natural con revestimiento de piedra
- Pendiente aceptable es del 10 % [18]

Caminos vecinales. - Generalmente son vías de tierra y tienen la función de conectarse con las vías de tercer orden.[17]

- Ancho, sin obras de drenaje, 3 metros.
- El derecho de vía es de 6 metros.[18]

1.1.3.4.2. Según el tipo de terreno

Determinada por la topografía que predomina en el tramo de estudio. A lo largo de una carretera pueden presentarse tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno que se clasifican en base de las pendientes de sus laderas naturales en el entorno y transversalmente a la vía.

Vías en terreno plano. - Se dan cuando el alineamiento horizontal y vertical permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que los livianos. Existe un mínimo movimiento de tierras en su construcción, por esta razón no presentan dificultad en su trazado ni en la explanación. Pendientes longitudinales de las vías son menores al 3%

Vías en terrenos ondulados. - Los alineamientos horizontales y verticales obligan a los vehículos pesados a reducir su velocidad en comparación con los livianos.

Hay un movimiento de tierras moderado en su construcción por lo cual representa una dificultad en su trazado y explanación. Presentan pendientes del 3% al 6%.

Vías en terrenos montañosos. - Se dan cuando la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidades sostenidas en pendiente a lo largo de tramos considerables o durante intervalos frecuentes.

Requieren Grandes movimientos de tierra en su construcción, debido a esto se presentan problemas en el trazado y la explanación. Las pendientes longitudinalmente se dan entre el 6% y el 8%

- **Vías en terrenos Escarpados.** - Los alineamientos horizontales y verticales obligan a los vehículos pesados circular a velocidades menores sostenidas en pendiente que en terrenos montañosos, para grandes distancias o a intervalos muy frecuentes.[17]

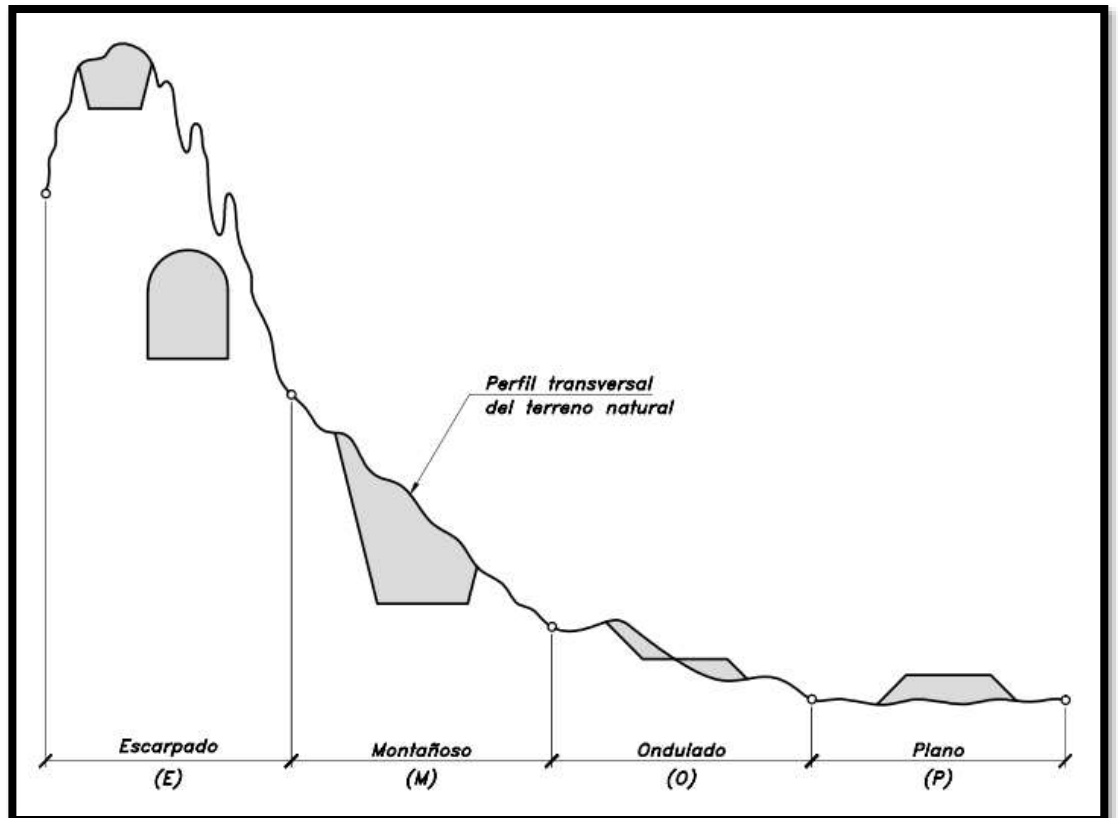


Figura 5. Tipos de terrenos en carreteras

Fuente: Diseño geométrico de carreteras, J. Cárdenas, 2013

1.1.3.4.3. Según sus características

- **Autopistas.** - Son vías de calzadas separadas por dos o más carriles y con un control total de todos sus accesos. Las intersecciones a desnivel o los llamados distribuidores o intercambiadores.
- **Multicarriles.** Vías divididas o no, con dos o más carriles por sentido y un parcial control de los accesos. Con intersecciones a desnivel y a nivel se determinan las entradas.
- **Vías de dos carriles.** - Constan de una sola calzada de dos carriles, uno por sentido, con intersecciones a nivel y tiene acceso directo en cualquiera de sus márgenes.[17]

1.1.3.5. Tráfico

El diseño de una vía o de cualquiera de sus tramos debe ser sustentado con información en los datos del tráfico real, para determinar la capacidad que esta carretera en base al volumen de tráfico que va circular por la misma, sin generar congestión vehicular. Lo que quiere decir que el tráfico afecta directamente en el diseño geométrico.

La información sobre el tráfico debe contener la determinación del tráfico (volúmenes y tipos de vehículos), base a análisis para tráfico futuro usando pronósticos.[19]

1.1.3.5.1. Tráfico promedio diario anual

Es la unidad de medida del tráfico de una vía, es el volumen del tráfico promedio diario anual conocido como TPDA. Para el cálculo de este volumen se debe tomar en cuenta estos aspectos importantes, según las normas de MTOP:

- En vías de circulación unidireccional se contará el tráfico en ese sentido.

- En vías de circulación en ambos sentidos, se tomará en cuenta el volumen de tráfico de las dos direcciones. Generalmente en este tipo de vías es similar en número de vehículos al final del día en los dos sentidos de circulación.
- En las autopistas, se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se denomina como flujo direccional.[19]

Para evitar errores en los cálculos posteriores que se realicen con datos levantados se podrá determinar un análisis de TPDA considerando el volumen de los dos sentidos de circulación.

Cuando se va a realizar un mejoramiento de las estructuras viales (rectificación del trazado, ensanchamiento, pavimentación etc.), es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y proyectar la carga futura en tráfico que va a tener este tramo.[19]

Proceso de Cálculo del TPDA

Tipos de conteo:

Manuales: Nos da información que es irremplazable sobre la composición del tráfico, así como los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

Automáticos: Permiten conocer el volumen total del tráfico, deben ir junto con información de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.[19]

Periodo de observación. - Un estudio vial definitivo contiene un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.

Hay cuatro factores de variación del tráfico que nos ayudan a calcular el TPDA a partir de una muestra, que son:

- **Factor horario (FH).** - Transforma el volumen de tráfico que haya pasado en un determinado número de horas a un Volumen Diario Promedio.

- **Factor diario (FD).** - Transforma el volumen de tráfico diario promedio en un Volumen Semanal Promedio.
- **Factor Semanal (FS).** - Transforma un volumen semanal promedio de tráfico en un Volumen Mensual Promedio.
- **Factor Mensual (FM).** - Transforma un volumen mensual de tráfico promedio en Trafico Promedio Diario Anual (TPDA). [19]

$$TPDA = T_0 \times FH \times FD \times FS \times FM \quad (1)$$

$$T_0 = \text{tráfico observado}$$

1.1.3.5.2. Tráfico Futuro

El probable volumen y composición del tráfico se sustenta en el valor actual, los diseños se basan en un pronóstico probable del tráfico a 15 o 20 años según la normativa del MTOP 2003.

Las proyecciones de tráfico son de uso para la clasificación de las carreteras y en la determinación de la velocidad de diseño junto a los demás datos geométricos; además indica cuando una carretera necesita mantenimiento de su capa de rodadura o aumentar su capacidad de carga vehicular, esto se hace con el método de la 30ava hora.

Sin embargo, en nuestro país por investigaciones realizadas por la composición del tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento.[19]

Crecimiento normal del tráfico actual

Cuando se trata de un mejoramiento vial el tráfico actual está compuesto por:

- **Tráfico Existente.** - Se obtiene mediante estudios de tráfico, es el que circula por la vía antes de su mejoramiento.

- **Tráfico Desviado.** - Es el tráfico atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, por motivos de ahorros de tiempo, distancia y costo de transporte o movilización.
- **Tráfico generado o producido.** - Es el tránsito que se produce solo si existe un mejoramiento de la vía, es decir es el tráfico que nunca habría circulado antes.
- **Tráfico Desarrollado.** - Este tráfico se genera por la incorporación de nuevas áreas de explotación, comercio o vivienda, dentro del área de influencia de la carretera. [19]

Tabla 1. Tasa de crecimiento del tráfico en el Ecuador (%)

TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO		
TIPOS DE VEHÍCULOS	PERIODO	
	1990-2000	2000-2010
Livianos	5 %	4 %
Buses	4 %	3,5 %
Camiones	6 %	5 %

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.6. Clasificación de las carreteras en el Ecuador según el MTOP

1.1.3.6.1. Por el tipo de terreno

Llano (L): Cuando por la vía no hay pendientes de gran magnitud, se lo identifica como un terreno de topografía plana, este requiere un movimiento mínimo de tierras; y las pendientes son menores a 5 % en transversal mientras que las longitudinales van del 0 al 5%

Ondulado (O): Un terreno de topografía ondulada es cuando tiene una pendiente longitudinal que guarda una relación con la pendiente transversal sin sobrepasarse;

tiene un movimiento de tierras normal; las pendientes transversales son del 6 al 12% y las longitudinales están entre el 3 al 6%.

Montañoso (M): necesitan un movimiento de tierras significativo para conformar el ancho de la calzada; las pendientes de este tipo de terreno son mayores con respecto al trazado de la vía, es decir la pendiente transversal es menor o igual al 50%; las pendientes mayores al 50% se considera un terreno escarpado.

1.1.3.6.2. Por el tráfico proyectado

Según la norma ecuatoriana MTOP [19], para realizar un diseño vial en el país, la clasificación está relacionada con una proyección del tráfico en un ciclo de 15 a 20 años, según el cuadro a continuación.

Tabla 2.- Clasificación de las carreteras de acuerdo con el tráfico proyectado

FUNCIÓN	CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	Tipo	> 8000
	I	Todos	3000-8000
	II	Todos	1000-3000
COLECTORA	III	Todos	300-1000
	IV	5, 5E, 6 y 7	100-300
VECINAL	V	4 y 4E	<100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.6.3. Por su competencia

Ya que la red vial nacional está compuesta por el total de las carreteras que hay en Ecuador, se clasifican de la siguiente manera:

- **Red Vial Estatal.** – Esta compuesta por todas las vías y carretas controladas por el ministerio de Transporte de Obras Públicas.

- **Red Vial Provincial.** – Son compuestas por todas las carreteras administradas por los Consejos provinciales.
- **Red vial Cantonal.** – Esta compuesta por todas las carreteras gobernadas por cada uno de los consejos municipales.[18]

1.1.3.6.4. Por la función jerárquica

Corredores Arteriales. – Los corredores arteriales se los considera como vías de calzadas divididas, por la importancia, la demanda de estos corredores posee un gran control de circulación y de acceso debido a que los mismos tienen alta jerarquía y pueden conectar al continente y por esto son de clase I y II.

Vías Colectores. – Por la demanda de estas carreteras moderada del tránsito promedio diario anual tienen el objetivo de recoger tráfico proveniente en zonas rurales o de una región que llegan a través de vías locales y se encuentran en la clase I, II, III y IV.

Caminos vecinales. – Por su baja demanda de vehículos, corresponde a vías rurales, pero garantizan la continuidad de la malla estratégica vial y se encuentran dentro de la clase IV y V.[18]

Tabla 3.- Relación función. Clase MTOP y Tráfico

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MTOP)	TPDA (1) (Año Final de Diseño)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	> 8000
	I	3000-8000
	II	1000-3000
COLECTORA	III	300-1000
	IV	100-300
VECINAL	V	<100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.7. Velocidad de diseño

Es la velocidad de circulación máxima, que cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son favorables los vehículos pueden transitar con seguridad sobre un camino. Esta velocidad es directamente proporcional a las condiciones físicas y topográficas del terreno, de su importancia, los volúmenes de tránsito y el uso de la tierra, buscando optimizar la seguridad, eficiencia desplazamiento y movilidad de los vehículos.[19]

Los elementos geométricos de los alineamientos dependen de la magnitud que alcance la velocidad de diseño y llegan a variar con un cambio de ella, estos elementos son: Horizontal, de perfil o transversal, radios mínimos, distancias de visibilidad, peraltes, pendientes máximas, anchos de carriles y bermas, anchuras y alturas libres.

A pesar de que necesitamos mantener una velocidad de diseño constante en todo el proyecto, los cambios drásticos en la topografía llegan a ser un factor importante para un cambio o variación de la velocidad de diseño en distintos tramos de la carretera.[17]

La diferencia de velocidades entre dos tramos seguidos con topografía muy variable no debe ser mayor a 20 km/h, lo cual deriva en que se haga una adecuada señalización progresiva con la velocidad en forma creciente o decreciente.

Una vía en terreno plano u ondulado tendrá una velocidad de diseño mayor que una vía que está en un terreno montañoso, así como una carretera que conduce a una zona poco poblada justifica una velocidad de diseño mayor que una carretera que atraviesa una zona poblada. Al igual que no será igual la velocidad de diseño de una vía altamente transitada que una que no hay circulación mayor de vehículos.[19]

Teniendo tantas variables para determinar una velocidad de diseño adecuada debemos enfatizar en tres aspectos importantes:

- **Naturaleza del terreno.** - Es natural pensar que un camino que este ubicado en un zona llana o poco ondulada va a tener una velocidad mayor que uno de iguales características de una zona muy ondulada o montañoso, o de una que atraviesa una población rural respecto de otra que pasa por una población urbana.
- **La modalidad de los conductores.** - El conductor no determina la velocidad de su vehículo respecto a lo que marque el proyecto, este se limita a las restricciones que le imponen las características del lugar, tránsito y a sus propias necesidades o emergencias. Es decir, el individuo en su vehículo circula a una velocidad baja cuando su necesidad así lo demande, por este motivo hay una marcada tendencia a circular a una velocidad instintiva, que puede ser alta para el camino, este punto debe tener un estudio específico, ya que se preferirá un valor que corresponda al deseo de la mayoría de usuarios.
- **El Factor Económico.** - Las condiciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los usuarios a velocidades altas, de igual forma de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad.[19]

Tabla 4. Velocidades de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)												
CATEGORÍA DE LA VÍA	BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
	(RELIEVE LLANO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
	Para el cálculo de los elementos del Diseño del Perfil Longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del Diseño del Perfil Longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del Diseño del Perfil Longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.
R - I o R - II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

NOTA:

- Los valores recomendados que pueden emplearse cuando el TPDA sea cercano al límite superior de la categoría de la vía.
- Los valores absolutos se emplearán si el TPDA es cercano al límite inferior de la categoría de la vía o el relieve sea difícil o escarpado.

- La categoría IV incluye además los caminos vecinales tipo 5.5, E 6 y 7 contenidos en el manual de caminos vecinales “Berger-Protecvia” 1984 y categoría V son los caminos vecinales 4 y 4E
- En zonas que tienen perfiles de meteorización profundo (estribaciones) requerirán de un diseño especial considerando los aspectos geológicos de la zona.
- La categoría IV y V en caso de un relieve escarpado se podrá reducir la velocidad mínima de diseño que es 20 km/h

1.1.3.7.1. Velocidad de circulación

Se denomina velocidad de circulación a la velocidad real de un vehículo a través de la sección puntual de una carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo que circula el vehículo, o también es igual a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos, dividida para la sumatoria de los tiempos correspondientes.

La calidad del servicio de la vía que proporciona a los usuarios, viene dada directamente por la velocidad de circulación de los vehículos por dicho camino; por lo que se necesita conocer las velocidades de los vehículos que circulen por la vía para distintos volúmenes de tránsito. [19]

Tabla 5.- Relaciones entre Velocidades de Circulación y Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN Km/h		
	VOLUMEN DE TRANSITO BAJO	VOLUMEN DE TRANSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRANSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.8. Diseño Geométrico

El diseño geométrico de una vía es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos con el uso de las matemáticas, física y geometría. Teniendo como resultado una vía geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y el detalle de sus secciones transversales.[17]

1.1.3.8.1. Alineamiento Horizontal

Es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal, está constituido por una serie de tramos rectos llamados tangentes y enlazados entre sí por curvas, sean estas circulares o de transición.

La ejecución del alineamiento horizontal depende de varios factores como: La topografía y características hidrológicas del terreno, condiciones de drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales.

1.1.3.8.1.1. Tangentes

Son las rectas proyectadas en un plano horizontal que se encargan de unir las curvas. El punto de intersección de dos tangentes consecutivas se llama PI y el ángulo formado por la prolongación de una tangente con la siguiente se lo denomina ángulo de deflexión. Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina como tangente intermedia, su máxima longitud está condicionada por la seguridad.

1.1.3.8.1.2. Curvas Circulares

Son arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas, sus elementos principales se tienen los siguientes:

- **Grado de curvatura.** - Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con un peralte máximo respecto a la velocidad de diseño.
- **Radio de curvatura.** - Es el radio de la curva circular y se identifica como R. La fórmula está en función del grado de curvatura, así se expresa la ecuación.[19]

$$Gc = \frac{1145,92}{R} \quad (2)$$

Dónde:

Pc: Grado de curvatura

R: Radio de curvatura

Radio Mínimo de Curvatura Horizontal

Se denomina así al valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito en una curva a una velocidad de diseño definida en función del peralte máximo y el valor de la fricción por la capa de rodadura.

Los criterios que debemos tomar en cuenta para poder usar el valor de radio mínimo en un diseño: La topografía del terreno es montañosa escarpada, en las inmediaciones de los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos, en intersecciones entre caminos entre sí, y en vías urbanas.[19]

$$R = \frac{v^2}{127 * (e + f)} \quad (3)$$

Dónde:

R: Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V: Velocidad de diseño, Km/h.

f: Coeficiente de fricción lateral.

e: Peralte de la curva en m/m (metro por metro de ancho).

En lugares donde la topografía sea accidentada es decir un terreno escarpado montañoso se puede tomar un radio mínimo de curvatura de 15 metros.[12]

Tabla 6.- Radios mínimos recomendados para radio de curvatura en función del peralte

Velocidad de Diseño.	f	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0,190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0,165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0,150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0,124	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0,134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0,130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0,124	425	467	528	581	470	470	520	585
120	0,120	515	567	630	630	570	570	630	710

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Los elementos principales de una curva circular los detallamos en el siguiente gráfico:

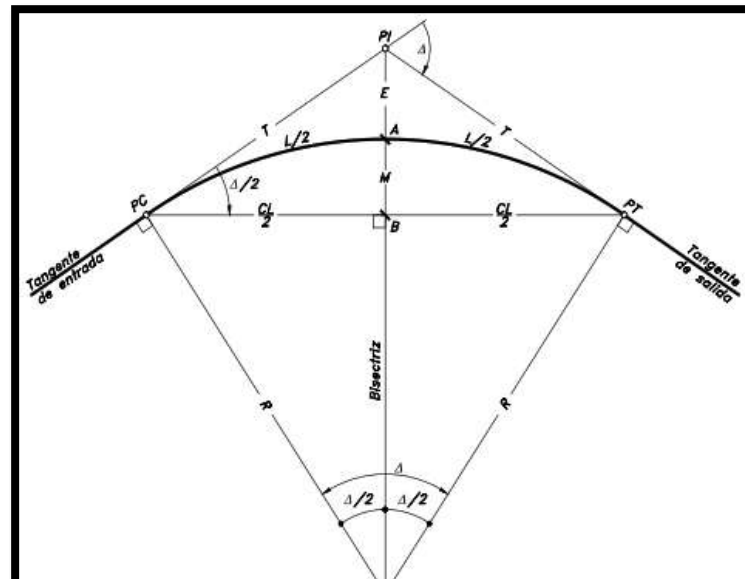


Figura 6. Elementos de una curva circular simple.

Fuente: *Diseño geométrico de carreteras*, J. Cárdenas, 2013

PI: Punto de intersección de las tangentes o vértice de curva.

PC: Principio de curva: Punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.

PT: Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

O: Centro de la curva circular

Δ: Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC-PT.

R: Radio circular simple.

T: Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PT o desde el PI al PC.

L: Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular o de un polígono de cuerdas.

CL: Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC a PT.

E: Externa: distancia del PI al punto medio de la cuerda A.

M: Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda B.

Curvas de Transición

Son elementos curvos que unen a un tramo de tangente con la curva circular de forma gradual tanto para el desarrollo del peralte como del sobre ancho, una de las principales características es que en toda la curva de transición hay un cambio continuo en el valor del radio de curvatura, yendo desde el infinito en la tangente hasta tomar el valor del radio de la curva circular.

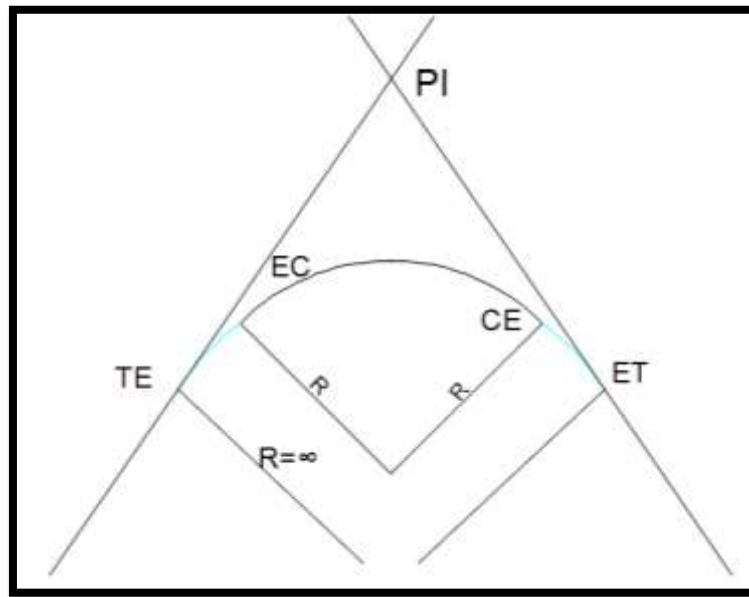


Figura 7. Clotoide o Espiral de Euler

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" MTOP-001-F-2003

PI: Punto de intersección de la prolongación de tangentes

TE: Inicio de la espiral

EC: Inicio circular

CE: Inicio de la espiral de salida

ET: Final de la espiral de salida

R: Radio de curvatura

1.1.3.8.1.3. Peralte

En la pendiente horizontal de una curva existen dos fuerzas que se oponen al desplazamiento lateral de un vehículo, que son el peso propio del automotor y la fricción transversal entre las llantas y la calzada. A esta pendiente se la conoce como peralte y se simboliza por la letra “e”; y se calcula con la siguiente formula: [19]

$$e = \frac{V^2}{127 * R} - f \quad (4)$$

Dónde:

R: Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V: Velocidad de diseño, Km/h.

f: Coeficiente de fricción lateral.

e: Peralte de la curva en m/m (metro por metro de ancho)

La fricción lateral del suelo se determina gráficamente basándose en la siguiente relación:

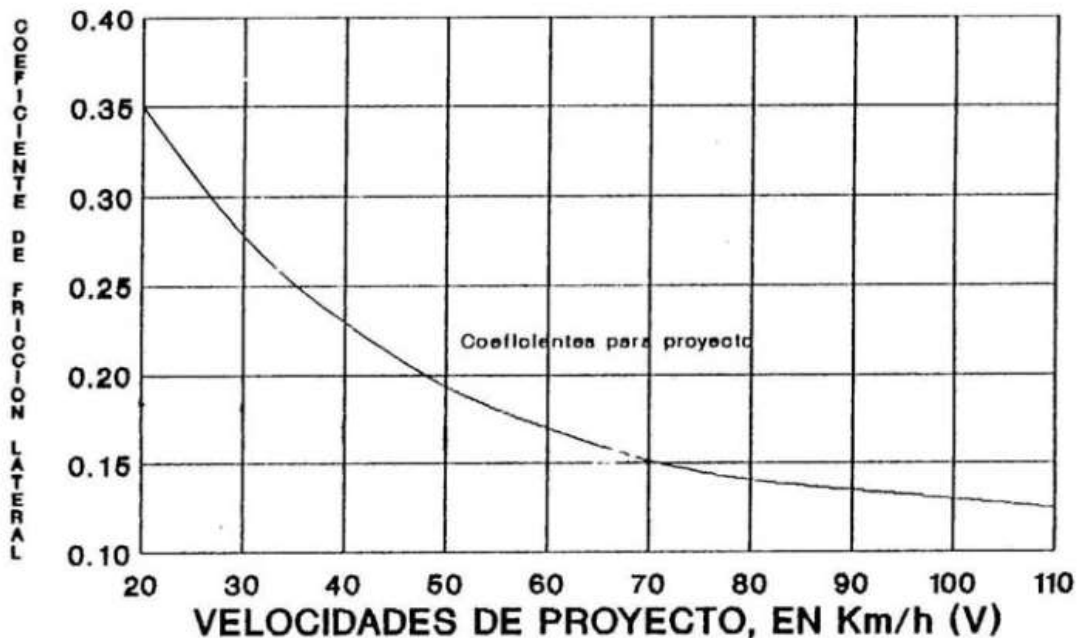


Fig. V.4 COEFICIENTES DE FRICCIÓN LATERAL PARA PROYECTO A DIFERENTES VELOCIDADES

Figura 8. Coeficientes de fricción lateral para el proyecto a diferentes velocidades

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Magnitud del peralte

Hay que considerar que el peralte tiene un valor máximo del cual no se debe sobrepasar ya que esto generaría que los vehículos que circulan a baja velocidad se deslicen hacia el interior de la curva. Para contrarrestar la fuerza centrífuga el peralte ayuda en un 55%, sumando el 45% lo hace la fricción lateral.

El valor recomendado para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica o empedrada y para velocidades de diseño mayores a 50 km/h; y del 8% para caminos con capa granular y caminos vecinales, hasta una velocidad 50 km/h. [19]

1.1.3.8.1.4. Sobreechanco de curvas

El sobreechanco en las curvas tiene el objetivo de posibilitar la circulación de los vehículos con seguridad, comodidad, ya que al describir la curva ocupa un ancho mayor porque las ruedas traseras recorren una trayectoria interior que las ruedas delanteras. Además, debemos considerar el hecho de un sobre ancho es que al conductor se le dificulta mantenerse en su carril debido a que no aprecia su posición cuando transita por una curva.

Debido al costo en construcción se establece un valor mínimo de diseño del sobreechanco que es 30 cm para velocidades de diseño hasta 50 km/h y de 40 cm para mayores velocidades. [19]

1.1.3.8.1.5. Distancia de visibilidad

Es la longitud de carretera que un conductor ve continuamente delante de él, es importante ya que brinda seguridad y eficiencia en la circulación de vehículos en una carretera. Existen dos tipos de distancia de visibilidad:

Distancia de visibilidad necesaria para que se detenga el vehículo.

Es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita a la velocidad de diseño o valores cercanos observe un objeto en su trayectoria y pueda detenerse antes de llegar a él. [19]

La fórmula para el cálculo de la distancia de visibilidad necesaria para que un vehículo se detenga es:

$$DVP = 0,7V + \frac{V^2}{254f} \quad (5)$$

Dónde:

DVP: Distancia de visibilidad de parada

V: Velocidad de Diseño

f: Fricción longitudinal

Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

Esta distancia se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad del conductor, y se calcula con la siguiente fórmula: [19]

$$DVR = 9,5V - 218 \quad (6)$$

Dónde:

DVR: Distancia de visibilidad de rebasamiento

V: Velocidad de diseño

1.1.3.8.2. Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical de una vía es igual de importante que el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, las curvas horizontales y las distancias de visibilidad. [19]

Sin embargo, en ningún caso el alineamiento horizontal debe tener modificaciones por dar mejoras al alineamiento vertical, este alineamiento es la proyección del desarrollo del eje de la sub corona sobre un plano propiamente vertical. Al alineamiento vertical también se lo conoce como línea de la subrasante. [18]

Cuyos elementos son:

1.1.3.8.2.1. Gradientes

Las gradientes en general deben adaptarse y van directamente relacionados con la topografía del terreno y deben ser valores bajos, con el objetivo de permitir valores de circulación y facilitar la operación de los vehículos. [19]

Tabla 7.- Valores de gradientes longitudinales máximas (%)

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II	3	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Gradiente mínima.

La gradiente mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento siempre y cuando se lo haga en rellenos de 1 metro de altura o más, así como también cuando el pavimento tenga un bombeo adecuado para drenar agua lluvia. [19] La gradiente y longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

8-10% Longitud máxima= 1000 m

10-12% Longitud máxima= 500 m

12-14% Longitud máxima= 250 m

1.1.3.8.2.2. Curvas Verticales

Son las curvas que permiten entrelazar a dos pendientes consecutivas para darle suavidad a su transición durante el paso de los vehículos. También se dice que es una parábola simple o curva circular que es del tipo de curva vertical que se usa de preferencia para el diseño del perfil de la vía; Existen dos tipos de curvas verticales y son:

Curvas Convexas. - La longitud mínima de diseño de las curvas verticales se determina en base a la distancia de visibilidad de parada de un vehículo; considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divide en la carretera igual a 0,15 metros o 15 cm. Que se determina con la siguiente fórmula:

$$Lv = K x A \quad (7)$$

Dónde:

Lv: Longitud de curva vertical

K: Coeficiente de curvas convexas

A: Diferencia entre gradientes

Tabla 8.- Valores mínimos para el coeficiente “K”

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Curvas Cóncavas. - Por seguridad de los usuarios, se necesita que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de tal forma que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada; utilizando la siguiente fórmula para su cálculo. [19]

$$Lv = K \times A \quad (8)$$

Dónde:

Lv: Longitud de curva vertical

K: Coeficiente de curvas convexas

A: Diferencia entre gradientes

La longitud mínima de curvas cóncavas, viene dada por la siguiente expresión:

$$Lvmin = 0,60 * V \quad (9)$$

Dónde:

Lvmin: Longitud mínima de curva vertical.

V: Velocidad de diseño.

1.1.3.8.3. Secciones transversales típicas

Para escoger una sección transversal de una carretera, es indispensable basarse en el volumen del tráfico y las características del terreno propias de la vía, de igual forma en la velocidad de diseño. [19]

1.1.3.8.3.1. Ancho de la sección transversal típica

El ancho de la sección transversal típica está compuesto por el ancho sumado de los siguientes elementos:

- Pavimento
- Espaldones
- Taludes interiores
- Cunetas

Según la norma ecuatoriana MTOP-001-F-2003, se indican los valores para el diseño del ancho del pavimento.

Tabla 9.- Valores de ancho del pavimento en metros

Tipo de Carretera	Valor Recomendable	Valor Absoluto
R-I o R-II	7,30	7,30
I	7,30	7,30
II	7,30	6,50
III	6,70	6,00
IV	6,00	6,00
V	6,50	4,00

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.8.3.2. Espaldones

Son elementos de la sección transversal que tienen por principal función los siguientes aspectos: Dejar un espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, le da al usuario una sensación de amplitud ayudando a una mayor facilidad de operación, hay una mejor distancia de visibilidad en curvas horizontales, un mejoramiento de la capacidad de la carretera, soporte lateral del pavimento y provee un espacio para la colocación de señalética y guardacaminos. [19]

Tabla 10.- Valores de Diseño para el ancho de Espaldones

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II	3,0	3,0*	2,5*	3,0*	3,0*	2,0*
I	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
II	2,5*	2,5*	1,5*	2,5	2,0	1,5
III	2,0*	1,5*	1,0*	1,5	1,5	0,5
IV	0,6*	0,6*	0,6*	0,6*	0,6*	0,6*
V	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera en el espaldón como tal)					
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calada y otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.						

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.8.3.3. Taludes

Los taludes en corte o relleno son muy importantes en la seguridad de la vía y en su apariencia, Su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, en general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. [19]

Dichos valores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11.- Valor de Diseño para taludes recomendables en terrenos planos

Tipo de Carretera	Talud	
	Corte	Relleno
R-I o R-II > 8000 TPDA	3:1	4:1
I 3000 A 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 A 3000 TPDA	2:1	3:1
III, 300 A 1000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 A 300 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1
V Menos de 100 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.8.3.4. Tipos de superficie de rodadura

Para el diseño geométrico tiene relación con la superficie de rodadura en lo que se refiere a la indeformalidad de la superficie y la facilidad de escurrimiento de aguas de igual forma por la influencia en la operación de los vehículos. En la siguiente tabla se indican la clasificación de las superficies por tipo de carretera.[19]

Tabla 12.- Clasificación de las Superficies de Rodadura

Tipo de Carretera	Tipo de superficie	Gradiente transversal (%)
R-I o R-II > 8000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfaltico u hormigón	1,5-2
I 3000 A 8000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfaltico u hormigón	1,5-2
II 1000 A 3000 TPDA	Grado estructural intermedio	2
III, 300 A 1000 TPDA	Bajo grado estructural: D.T.S.B.	2
IV 100 A 300 TPDA	Grava o D.T.S.B.	2,5-4
V Menos de 100 TPDA	Grava, empedrado, tierra	4

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Donde: **D.T.S.B** = Doble Tratamiento Superficial Bituminoso

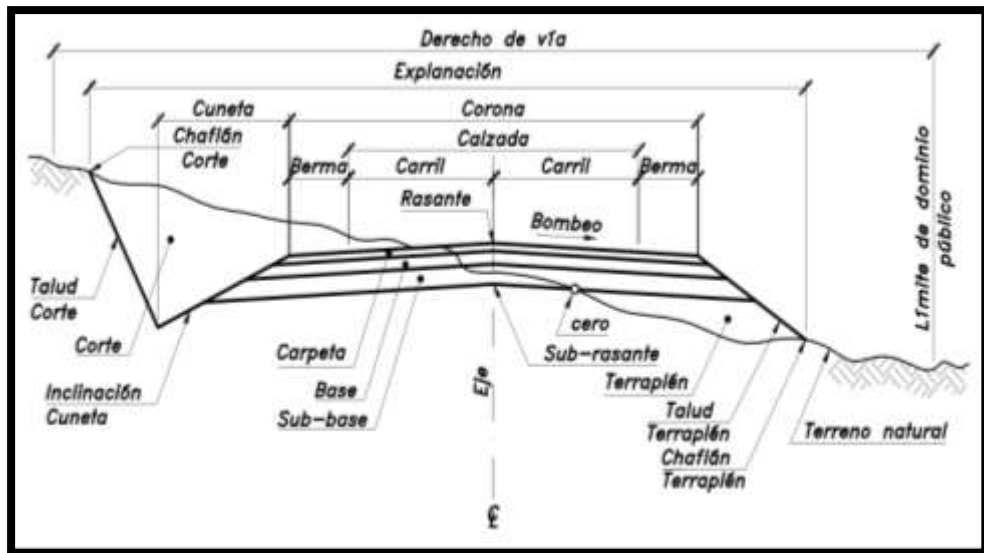


Figura 9. Sección transversal de una vía de dos carriles

Fuente: *Diseño Geométrico de Carreteras*, J. Cárdenas, 2013

1.1.3.9. Obras complementarias

1.1.3.9.1. Cunetas

Son canales que se construyen junto a la estructura vial en las zonas de corte a uno o a ambos lados de la carretera, teniendo con principal objetivo interceptar el agua lluvia que escurre de la corona de la vía, talud de corte o de áreas adyacentes y trasladarlo a un drenaje natural u obra transversal.

La cuneta se colocará entre el espaldón de la carretera y el talud de corte, la pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía; con un valor mínimo de 0,50 % y valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua.

Las cunetas por la forma de su sección transversal pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales, por su facilidad de construcción y mantenimiento se optan por las de tipo triangular, sin embargo, se puede usar tanto una rectangular como una trapezoidal dependiendo del área hidráulica. [19]

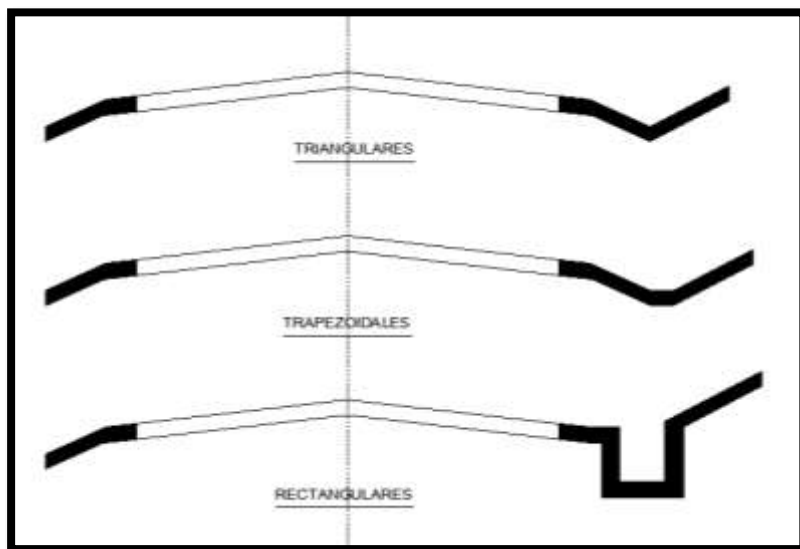


Figura 10. Secciones típicas de cunetas

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

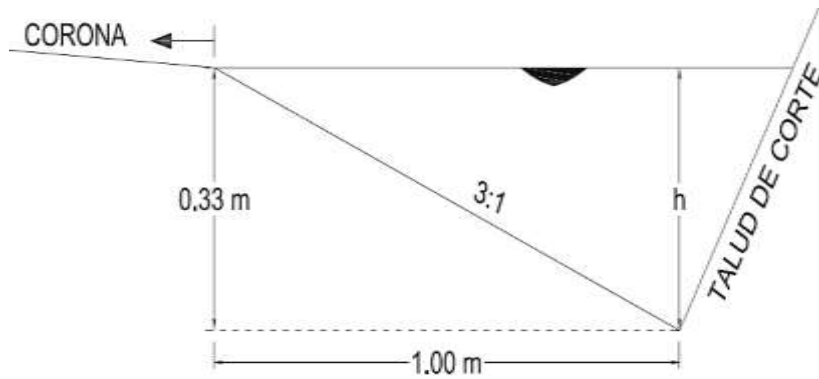


Figura 11. Dimensiones típicas de cunetas triangulares

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.9.2. Alcantarillas

Son conductos cerrados, que son puestos en obra de forma transversal y por debajo del nivel de la subrasante de la vía, con el objetivo de conducir estos caudales como agua lluvias de pequeñas cuencas, arroyos o esteros, canales d riego, cunetas y el escurrimiento superficial de la carretera a cauces naturales. [19]

Las alcantarillas pueden clasificarse según el material en: Alcantarillas metálicas y de concreto; según su forma, en conductos redondos, ovalados o abovedados, cuadrados y rectangulares; y según el número de ductos en un mismo lugar, en simples y múltiples. [12]

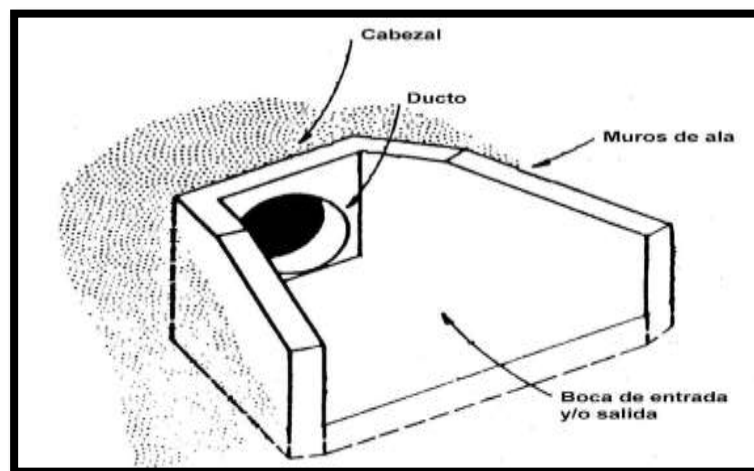


Figura 12. Elementos de una alcantarilla

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

1.1.3.9.3. Bombeo

Es la pendiente transversal a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para que el agua que cae directo sobre esta superficie, escurra hacia sus espaldones y directo hacia las cunetas.

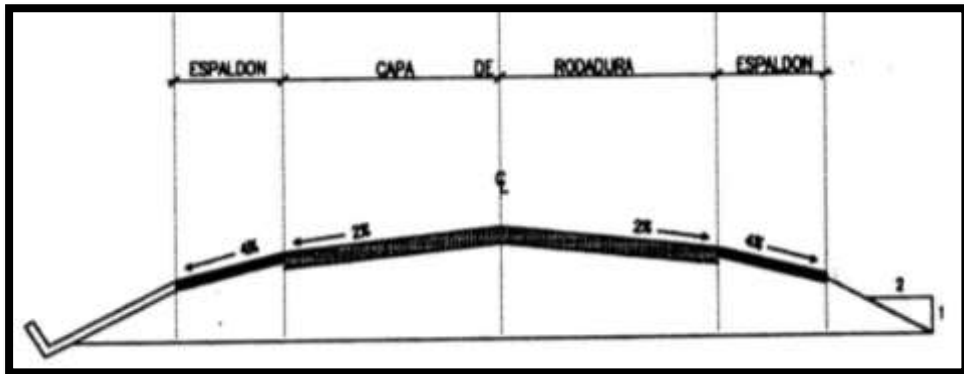


Figura 13. Bombeo en una sección típica

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" MTOP-001-F-2003

1.1.3.9.4. Rampas de descarga

Son canales que se conectan con las cunetas y descienden transversalmente por los taludes de la carretera, estructuras de pendiente grande.

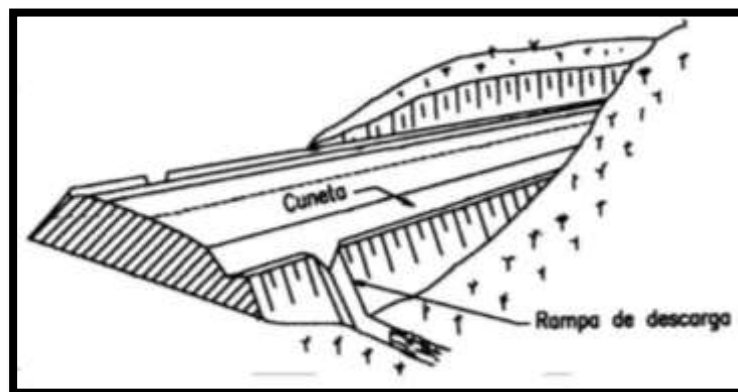


Figura 14. Ubicación de una rampa de descarga

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" MTOP-001-F-2003

1.1.3.10. Mecánica de Suelos

El suelo y sus características son uno de los factores más importantes en obras civiles, ya que siempre se establecerá como emplazamiento de todo tipo de estructuras o a su vez utilizarlo como material de construcción. Debido a esto se busca las características físicas y mecánicas del suelo mediante ensayos de laboratorio, particularmente en proyectos viales se busca determinar las características que tiene la subrasante donde se asentara la estructura del pavimento.[20]

Tenemos tres formas de recolectar muestras para encontrar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, ubicando los pozos de manera estratégica, las cuales son:

Muestra Alterada: Esta muestra se obtiene mediante la excavación generalmente de forma abierta en pozos, apiques o taludes, esto debido a que han perdido sus propiedades como la resistencia, compacidad relativa, relación de vacíos y porosidad, pero manteniéndose la granulometría y el contenido de humedad.

Muestra inalterada: Esta muestra se la realiza mediante métodos de perforación con equipos especiales, debido a esto mantiene todas sus propiedades índice y técnicas facilitando la obtención de las características del suelo.[20]

Muestra integral: Son las muestras obtenidas en roca, se forman por lo general como cilindros o testigos que representan alrededor del 90% de la profundidad total estudiada. Para poder recoger muestras confiables y tener veracidad en los ensayos necesitamos seguir los siguientes ítems:

- Reconocer el terreno donde se está elaborando el trazado geométrico de la carretera
- Georreferenciar con exactitud el sitio de los muestreos, mismas que pueden ser alteradas como inalteradas.
- Identificar de la mejor manera cada uno de los materiales extraídos de las perforaciones para obtener un mayor control en el laboratorio.

- Tomar las muestras suficientes para poder realizar cada uno de los ensayos que sean necesarios.
- Diseñar el pavimento en base a los resultados.[20]

Se realizarán análisis de calicatas.

Los ensayos de laboratorio para poder determinar las propiedades mecánicas del suelo son los siguientes:

1.1.3.10.1. Granulometría

Este ensayo se basa en separar y cuantificar una de suelo seleccionada en grupo de partículas en un mismo rango de tamaños mediante la utilización de separadores llamados tamices de diferentes aberturas. Es la propiedad fundamental en suelos de tipo friccionantes.[21]

La normativa AASHTO M-145 clasifica a los agregados de la siguiente forma:

- **Grava:** Tiene origen de la fragmentación de roca, de tamaño menor a las 76,2mm (3”) hasta el tamiz N°10 (2 mm)
- **Arena Gruesa:** Se obtienen a través de la trituración artificial de las rocas o su disgregación, de un tamaño menor a 2 mm hasta el tamiz N°40 (0.425 mm)
- **Arena Fina:** De un tamaño menor a 0,425 mm hasta el tamiz N°200 (0,075 mm)
- **Limos y Arcillas:** De tamaños menores al tamiz N°200 (0,075 mm)[21]

Tabla 13.- Símbolos de Grupo (SUCS)

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto > 50	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo < 50	H

Fuente: “Fundamentos de la Mecánica de Suelos”, Juárez Badillo.

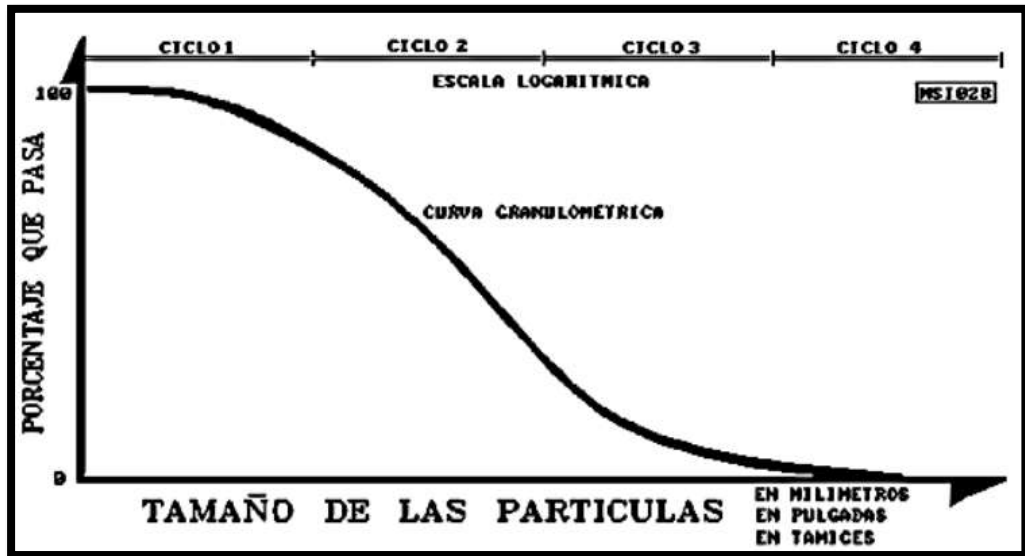


Figura 15. Curva Granulométrica.

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" MTOP-001-F-2003

1.1.3.10.2. Límites de Atterberg

Estos ensayos de laboratorio terminan las características y el comportamiento de los suelos finos del sitio, y se establecen los límites de humedad dentro de los cuales están en estado plástico,[21] Así:

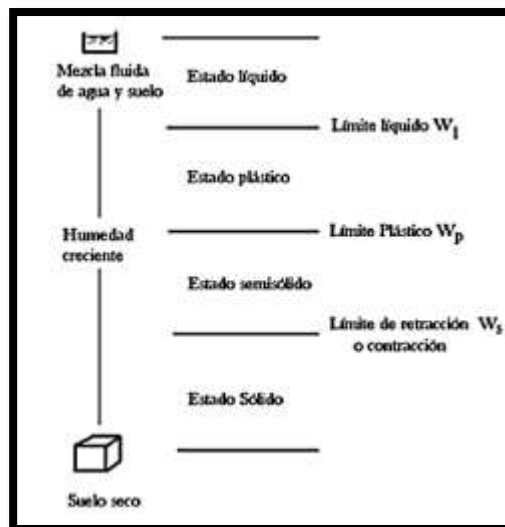


Figura 15. Límites de Atterberg.

Fuente: "Mecánica de Suelos II", Lorena Pérez

Límite plástico (LP): Porcentaje mínimo de humedad para que el suelo analizado vuelva a la condición de plasticidad; Si en el suelo existen cantidades de humedad superiores a este límite habrá problemas en la estabilidad de la superficie.

Límite Líquido (LL): Estado en el que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un esfuerzo pequeño puede fallar; es decir es el contenido de humedad que el suelo puede tener sin pasar del estado plástico al líquido.

Índice Plástico (IP): Es el contenido de humedad que necesita el suelo para quedarse en estado plástico antes de cambiar al estado líquido.

Límite de Contracción: Esta basado principalmente cuando al aumentar el contenido de humedad no existe ningún cambio de su volumen; hallándose entre los estados semisólido y sólido.[20]

$$IP = LL - LP \quad (10)$$

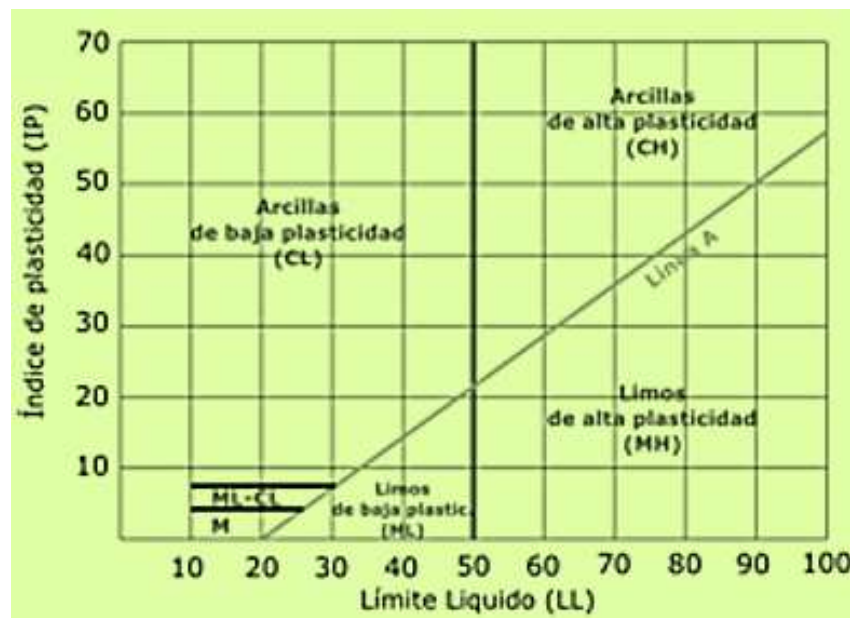


Figura 16. Gráfica de plasticidad del SUCS
Fuente: "Mecánica de Suelos II", Lorena Pérez

1.1.3.10.3. CBR

Índice Soporte California (CBR) es una cantidad indirecta de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, bajo condiciones de densidad y humedad dadas y controladas. Se expresa en unidad de percentil que es la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón de 2 pulgadas dentro del suelo (probeta de 6 pulgadas), para la carga unitaria requerida para introducir el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra tipo de piedra triturada.[20]

Tabla 14.- Capacidad de soporte CBR de Diseño

CBR %	Clasificación
0 - 5	Subrasante muy Mala
5 - 10	Subrasante Mala
10 - 20	Subrasante Regular a Buena
20 - 30	Subrasante muy Buena
30 - 50	Sub base Buena
50 - 80	Base Buena
80 - 100	Base muy Buena

Fuente: “Guía técnica de suelos”, Mantilla Francisco

$$CBR = \frac{\text{Esf. que genera una deformacion de 0,1 o 0 en el suelo ensayado}}{\text{Esf. que genera una determinacion de 0,1 o 0 en muestra patron}} \quad (11)$$

1.1.3.10.4. Compactación

Sabiendo que el suelo tiene que soportan la carga generada por la estructura, debido a esto hay que encontrar las condiciones más apropiadas para que haya un buen funcionamiento de las edificaciones o estructuras sobre el suelo[21].

Este procedimiento con métodos artificiales consiste en mejorar las características del suelo en el sitio, de tal manera que la obra cumpla el rol para la que fue construida. Y pretende mejorar especificaciones con la compactación como:

- Resistencia
- Compresibilidad
- Relación esfuerzo-deformación
- Permeabilidad
- Flexibilidad
- Resistencia a la erosión

Según la AASHTO la opción del Proctor mismo que establece los métodos estándar y modificado para realizar la compactación. Para conocer la densidad máxima densidad seca (γ_{dmax}) y la humedad optimo ($W_{opt}\%$) determina el máximo peso volumétrico seco.[20]

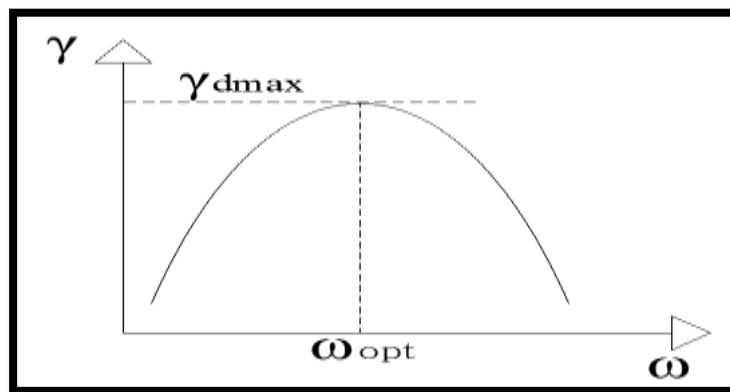


Figura 17. Curva típica de compactación

Fuente: "Mecánica de Suelos II", Lorena Pérez

1.1.3.10.5. Contenido de Humedad

El contenido de humedad que contiene el suelo se expresa en porcentaje; que no puede llegar al 100% como valor más alto. Específicamente en Ecuador los suelos de la región oriental tienen los niveles más altos de humedad que pueden llegar al 250%. Este valor permitirá conocer el tipo de tratamiento para usar en el suelo, también nos permite conocer el comportamiento de la subrasante, ya que si está próximo al límite líquido se está tratando con un suelo muy sensible, pero si se acerca al límite plástico su funcionamiento será bueno.[20]

$$w\% = \left(\frac{Ww}{Ws} \right) * 100 \quad (12)$$

Dónde:

w%: Contenido de humedad del suelo%

Ww: Peso del suelo húmedo

Ws: Peso del suelo seco

1.1.3.11. Pavimento

Es una estructura formada por un grupo de capas superpuestas, que reposan sobre una superficie de terreno compactado, con un contenido de humedad adecuado y una densidad óptima, entonces los materiales que conforman estas capas deben asegurar la resistencia a cargas repetitivas que genera la circulación constante de vehículos, durante el periodo de diseño.[22] El pavimento debe cumplir algunas funciones de manera eficiente, cumpliendo los siguientes requisitos:

- Absorber las cargas que transmiten la constante circulación de vehículos.
- Soportar los factores externos siendo estos biológicos o climáticos.
- Tiene que ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos, la textura del pavimento deberá permitir a los vehículos un adecuado rodamiento, asegurando la circulación a la velocidad de diseño para la que fue construido, asegurando una gran importancia a la seguridad vial.
- Cuidar que de manera transversal como longitudinalmente se tenga una regularidad superficial, de esta forma proporcionar comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Tiene que ser durable.
- Garantizar el correcto desalojo de aguas.
- Debes ser económico.

- Evitar el reflejo y deslumbramientos dados por acciones extremas con un color adecuado, brindando seguridad a los ocupantes[23].

1.1.3.11.1. Pavimentos flexibles

Se ubica sobre dos capas no rígidas, que se llaman base y sub base, por necesidad o por sus condiciones estrictas de diseño se puede eliminar una de las dos; está constituido por una carpeta bituminosa y se divide en:

Base: Es la capa que se encarga de absorber los esfuerzos que el tránsito de vehículos provoca, para transmitirlos a las capas inferiores como la subbase y la subrasante o terreno de fundación, hay que tener en cuenta el factor económico y se clasifican en 4 tipos:

- **Base Clase 1:** Formado por agregados gruesos y finos triturados en un 100% y obligatoriamente mezclados en el sitio.
- **Base Clase 2:** Esta formada por un 50 % de los agregados gruesos triturados y mezclados de forma obligatoria en planta.
- **Base Clase 3:** Contienen por lo menos un 25% más d agregados gruesos triturados y mezclados obligatoriamente en planta.
- **Base Clase 4.-** Constituidas con bases del resultado del tamizado de piedras gravas.[12]

Sub Base: absorbe el peso que generan las capas superiores (base y capa de rodadura), como también las cargas producidas por el tránsito, distribuyéndolas en el terreno de fundación; Su función principal es garantizar que ningún agente externo dañe a la capa Base, de esta forma funcionara como filtro de agua, evitar la capilaridad, por medio de la misma o bermas. Los tipos de sub base son:

- **Sub base Clase 1:** Elaborados por la trituración de piedra o gravas, graduadas de tamaño grueso hacia fino, procesadas industrialmente posee irregularidades por lo que tiene mayor resistencia.
- **Sub base Clase 2:** Son elaborados por un cribado de piedras fragmentadas de forma natural o de la grava.
- **Sub base Clase 3:** Están formados por materiales obtenidos de la excavación para la plataforma o de minas, son de pobre resistencia.[12]

Capa de rodadura: Es la capa que se encarga de transmitir las cargas vehiculares a las capas inferiores, base y sub base, es el impermeabilizante de la capa base, y debe tener una adecuada tensión para optimizar la función estructural del pavimento. Tiene que procurar brindar seguridad y comodidad a los usuarios.[20]

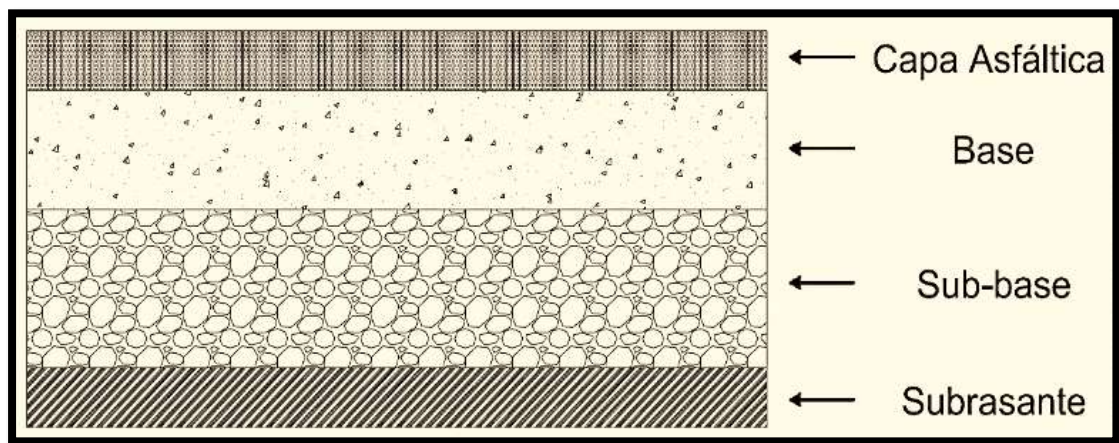


Figura 18. Estructura del Pavimento

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

1.1.3.11.2. Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles

Los puntos más importantes a considerar para el diseño de pavimentos flexibles con el método AASHTO 93 deben ser los siguientes:

- CBR.
- Frecuencia o intensidad del tráfico vehicular.
- Condiciones sísmicas regionales y ambientales.[22]

En este método se establece el cálculo de un número estructural “SN”, del cual proviene un resultado para garantizar el soporte de las cargas que genera la vía.

Fórmula para el cálculo de pavimentos flexibles:

$$\log_{10}W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{1.2 - 1.5} \right)}{\frac{0.40 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} Mr - 8.07 \quad (13)$$

Dónde:

W18: Número de cargas de ejes simples equivalentes de 80 KN, calculadas respecto a la circulación de vehículos.

Zr: Área que se encuentra bajo una curva de distribución que está relacionada con la curva estandarizada para la confiabilidad R.

So: Desviación estándar de todas las variables.

ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad

Mr: Módulo de resiliencia de la subrasante.

SN: Número estructural.

1.1.3.11.2.1. Periodo de Diseño

Es el tiempo en el cual cumple las cuantificaciones de funcionalidad para los cuales fue construido, en función del tránsito y en el tiempo que cumpla los parámetros, sin considerar factores externos y mantenimiento en rehabilitación que lo alteran.[22]

1.1.3.11.2.2. Vida Útil del Pavimento

Periodo transcurrido desde que la carretera empieza a funcionar, hasta que cumpla con los parámetros de serviciabilidad requeridos.[22]

Tabla 15.- Periodo de Diseño según el Tipo de Carretera

Tipo de carretera	Periodo de Análisis
Urbana de Alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de Bajo Volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

1.1.3.11.2.3. Transito equivalente Según el Periodo de Diseño Requerido (W18)

La Normativa AASHTO determina un valor de carga para el cual se producen daños al pavimento, en función del número de pasadas de un eje sencillo de 18000 lb (8.2 ton), Transmitidos durante el periodo de diseño.[22]

Tabla 16.- Factor de distribución por Carril

Número de Carriles en una Dirección	% del W18 en Carril de Diseño, DL
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

1.1.3.11.2.4. Nivel de confiabilidad (R)

Este factor se encarga de tomar en cuenta el comportamiento y desempeño del asfalto frente a factores exteriores.[22]

Tabla 17.- Nivel de Confiabilidad de acuerdo a la zona

Clasificación Funcional	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Autopistas	85 - 99,9	80 - 99,9
Carreteras de primer orden	80 - 90	75 - 95
Carreteras de segundo orden	80 - 95	75 - 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

La normativa da valores del nivel de confiabilidad R, que están relacionados con el coeficiente de desviación estándar (Z_r), asociados con la desviación estándar global (S_o).

Tabla 18.- Factores de Desviación Normal

Confiabilidad	Z_r	Confiabilidad	Z_r
50	0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

1.1.3.11.2.5. Desviación estándar global

Esta desviación estándar global está relacionada con el nivel de confiabilidad que nos da el AASHTO, considerando una cuantificación que permite prever posibles cambios en el comportamiento del pavimento y en el cálculo de tráfico futuro. Se recomienda usar 0.45 para pavimentos flexibles.[18]

1.1.3.11.2.6. Módulo de Resiliencia (Mr)

Este factor se encarga de determinar las propiedades del terreno de fundación o subrasante, es de vital importancia ya que esta va a servir como sitio de emplazamiento para el pavimento, identificando las condiciones del terreno que servirá para conocer los espesores de las capas del pavimento.[18] En nuestro país no cuentan con los equipos necesarios para determinar el módulo de resiliencia, por este motivo en el diseño de pavimentos flexibles se aplica una relación entre el módulo de resiliencia y el CBR del suelo; según el AASHTO de esta forma:

Ecuación sugerida por AASHTO:

$$Mr (PSI) = 1500 * CBR < 10\% \quad (14)$$

Ecuación realizada por Sudáfrica:

$$Mr (PSI) = 3000 * CBR^{0.65} \text{ para CBR de 7.2\% a 20\%} \quad (15)$$

Ecuación sugerida por AASHTO para suelos granulares:

$$Mr (PSI) = 4326 * Ln CBR + 241 \quad (16)$$

1.1.3.11.2.7. Índice de Serviciabilidad (ΔPSI)

Este valor considera el nivel de serviciabilidad para la circulación cómoda por la vía como también la seguridad en un determinado tiempo.

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final} \quad (17)$$

En el diseño de un pavimento flexible, el índice de servicio inicial es igual a 4,2. Mientras que para el índice de servicio final se recomiendan valores entre 2,5 o 3,0 para caminos principales y un valor de 2,0 para secundarios. En el cuadro se muestran valores tabulados desde la opinión directa de los conductores:

Tabla 19.- Factores de Desviación Normal

Índice de Serviciabilidad	Calificación
5 a 4	Muy buena
4 a 3	Buena
3 a 2	Regular
2 a 1	Mala
1 a 0	Muy mala

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

1.1.3.11.2.8. Determinación del Número Estructural según Abaco AASHTO 93

El método AASHTO 93 el Abaco considera los siguientes parámetros para el cálculo estructural:

- Numero de ejes equivalentes según el periodo de diseño
- Factor de confiabilidad (R)
- Desviación estándar global (So)
- Módulo de resiliencia
- Variación de la servicialidad

Cabe destacar que gracias al avance tecnológico existen herramientas para poder determinar el número estructural, entre las principales está el elaborado por AASHTO93.

1.1.3.11.2.9. Cálculo de espesores por capa

Tras la obtención del número estructural por cualquier método, manual o por una hoja de cálculo, seguimos con la determinación de los espesores de las capas del pavimento; garantizando que cada una de ellas el valor de soporte que le da el número estructural calculado.

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3 \quad (18)$$

Dónde:

a1, a2, a3: Coeficientes estructurales, corresponden a la carpeta asfáltica, base, sub base respectivamente.

D1, D2, D3: Espesores de la carpeta asfáltica, base y sub base respectivamente.

m2, m3: Coeficientes de drenaje para la capa base y capa sub base respectivamente.

Tabla 20.- Espesores mínimos según los ejes equivalentes (pulg)

Tránsito W18	Carpeta Asfáltica	Base Granular
Menos de 5,000	1,0 o Tándem Superficial	4,0
50001 a 150,000	2,0	4,0
150,001 a 500,000	2,5	4,0
500,001 a 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 a 7'000,000	3,5	6,0
Mayor a 7'000,000	4,0	6,0

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

1.1.3.11.2.10. Coeficientes Estructurales a1, a2, a3.

Las capas que conforman el pavimento y sus materiales, tienen un coeficiente estructural a_i , el mismo que está en función de las características ingenieriles. Los coeficientes estructurales la capacidad del material; estos coeficientes muestran la

capacidad del material para resistir las cargas producidas principalmente por la circulación vehicular. Estos Coeficientes muestran la capacidad que tienen los materiales de resistir las cargas producidas por el tránsito de vehículos.

Coeficiente estructural a1:

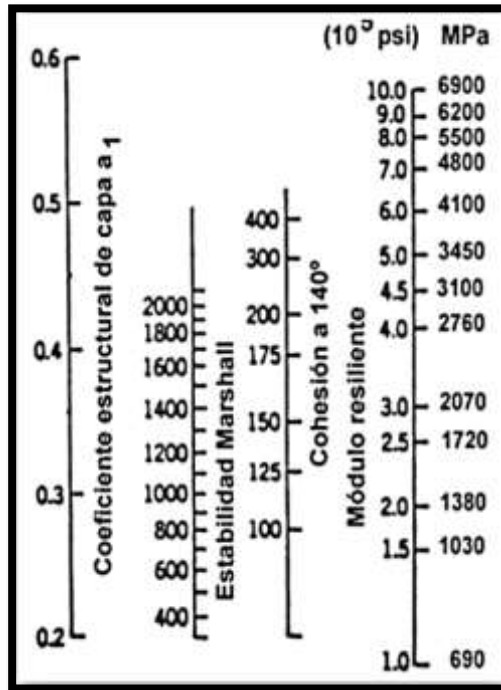


Figura 19. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a1.

Fuente: "Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento", AASHTO 93.

Coeficiente estructural a2:

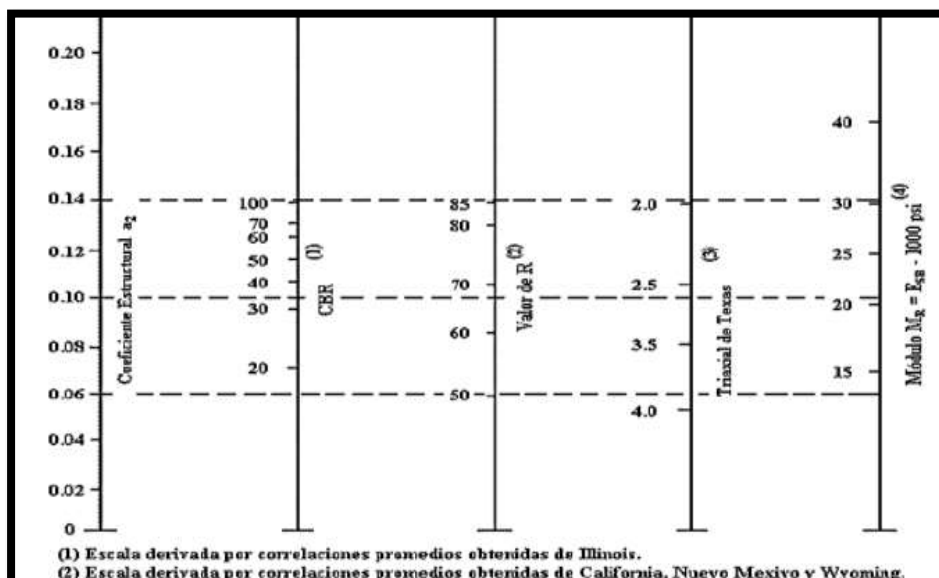


Figura 20. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a2.

Fuente: "Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento", AASHTO 93.

Coefficiente estructural a_2 :

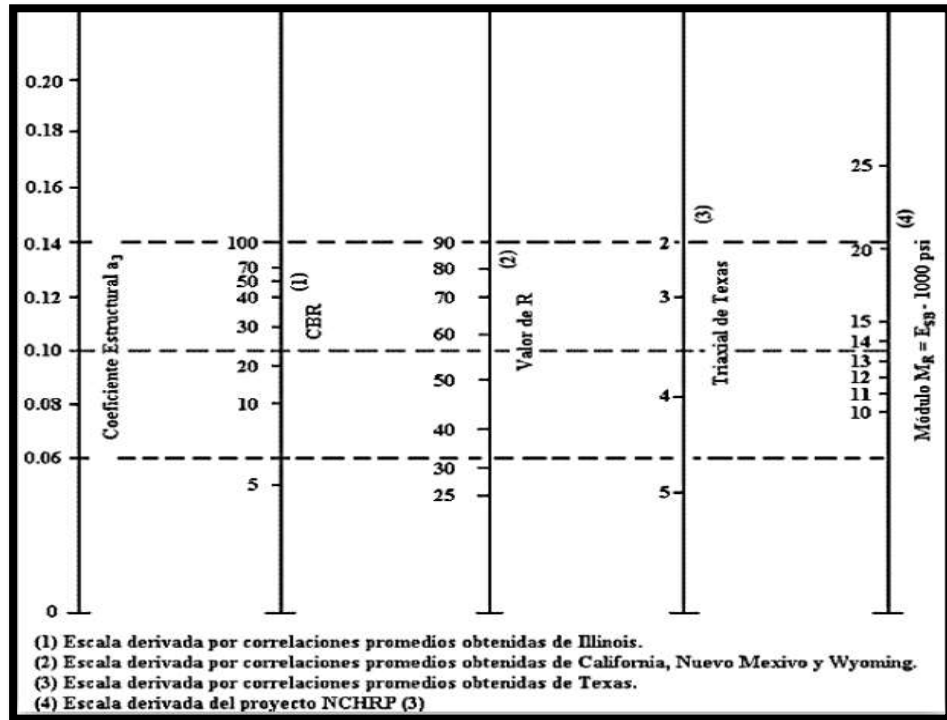


Figura 21. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a_3 .

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

1.1.3.11.2.11. Coeficientes de Drenaje.

Se verifica el correcto funcionamiento del drenaje mediante la medición del tiempo que tardan en eliminar el agua contenida y la normativa AASHTO lo clasifica así:

Tabla 21.- Capacidad de Drenaje

Calidad de Drenaje	Tiempo de eliminación de Agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

En el cuadro a continuación se indican los valores de rectificación estructural m2 para bases, y m3 para sub bases (sin estabilizar), en relación directa con calidad de drenaje que cada capa presenta. Esta rectificación está en relación del tiempo en que el pavimento está expuesto a la humedad y se encuentra cercano a la saturación.

Tabla 22.- Corrección de coeficientes estructurales con respecto al Drenaje y a la humedad a la que está expuesto el Pavimento.

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1-5%	5-25%	Más del 25%
Excelente	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Buena	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Regular	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Pobre	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Deficiente	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

1.1.3.11.2.12. Diseño Final con Sistema Multicapa

Un pavimento flexible es un conjunto de capas, por este motivo se deben considerar elementos por capa; así que tomar en cuenta las consideraciones, por lo que hay que tomar en cuenta las consideraciones en las ecuaciones a continuación:

$$D^{o1} \geq \frac{SN1}{a1} \quad (19)$$

$$SN^{o1} = a1 * D^{o1} \geq SN1 \quad (20)$$

$$D^{\circ 2} \geq \frac{SN2 - SN^{\circ 1}}{a2 * m2} \quad (21)$$

$$SN^{\circ 1} + SN^{\circ 2} \geq SN2 \quad (22)$$

$$D^{\circ 3} \geq \frac{SN3 - (SN^{\circ 1} + SN^{\circ 2})}{a3 * m3} \quad (23)$$

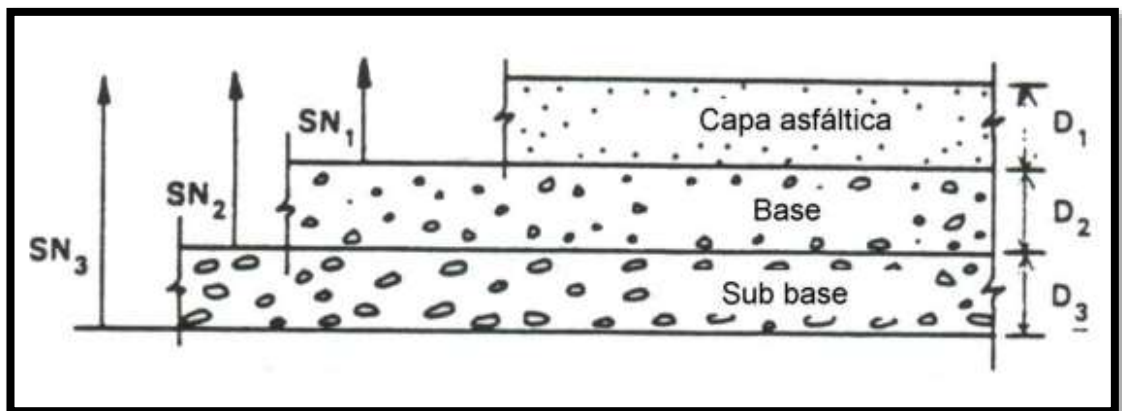


Figura 22. Nomenclatura de los Espesores por Capa.

Fuente: "Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento", AASHTO 93.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar el estudio integral de la vía entre las comunidades de Chazojuan y La Palma Km 2+500 – Km 7+000, de la parroquia Salinas de la provincia de Bolívar.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Ejecutar un levantamiento topográfico con una faja de al menos 70 metros de cada lado del eje de la vía entre las comunidades de Chazojuan y La Palma Km 2+500 – Km 7+000, en la parroquia Salinas de la provincia de Bolívar.
- Realizar el estudio del tráfico de la vía entre las comunidades de Chazojuan y La Palma Km 2+500 – Km 7+000, en la parroquia Salinas de la provincia de Bolívar.
- Realizar el diseño geométrico de la vía entre las comunidades de Chazojuan y La Palma Km 2+500 – Km 7+000, en la parroquia Salinas de la provincia de Bolívar.
- Efectuar los respectivos ensayos de suelo de los materiales existentes en la vía entre las comunidades de Chazojuan y La Palma Km 2+500 – Km 7+000, en la parroquia Salinas de la provincia de Bolívar.
- Diseñar la estructura del pavimento para determinación de los espesores de la subrasante, subbase y base de la vía que une las comunidades de Chazojuan y La Palma Km 2+500 – Km 7+000, en la parroquia Salinas de la provincia de Bolívar.
- Calcular el presupuesto referencial y su análisis de precios unitarios de la vía que une las comunidades de Chazojuan y La Palma Km 2+500 – Km 7+000, en la parroquia Salinas de la provincia de Bolívar.

2. CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.

2.1. Materiales y Equipos

El proyecto técnico necesita el uso de materiales y equipos específicos para el cumplimiento de todos objetivos establecidos en el capítulo 1.

2.1.1. Materiales

Muestras de Suelo. – Para poder conocer las condiciones del suelo donde se emplazará la estructura vial, aquí se excavará un pozo de dimensiones suficientes (1 metro cuadrado), para poder determinar un análisis técnico, examinando los estratos del suelo natural; donde se pueden tomar muestras alteradas que son simplemente porciones de suelo que se protegerán en contra las pérdidas de humedad con bolsas[21]. Estas muestras se tomarán cada 500 metros a un kilómetro dependiendo del tipo de vía, en los primeros 50 centímetros se obtendrán 50 kg de suelo para todos los ensayos necesarios.[18] (ANEXO A)

Libreta de campo. – Para el proyecto técnico debemos tener un respaldo de la información que se levantando mientras se realiza el mismo, donde debemos anotar datos de importancia y así llevar un registro ordenado de las actividades, novedades y características que tengan relevancia en campo. (ANEXO A)

2.1.2. Equipos

Drone DJI Mavic Pro 2. – Gracias a la tecnología y sus múltiples alcances podemos usar los drones en diferentes ámbitos de estudio, el Mavic pro 2 viene con sistemas omnidireccionales, sistemas de detección por infrarrojos, estabilizador en 3 ejes, hace fotos de alta resolución en 20 megapíxeles, aumentando la estabilidad y la calidad de imágenes. Cuenta con GNNS (GPS+GLONASS) para precisión de $\pm 0.5 m$ vertical y $\pm 1.5 m$ horizontal. [24] (ANEXO A)

SmartPhone. – Al control remoto de la nave se le puede conectar cualquier dispositivo de gama media en adelante y controlarlo con las aplicaciones DJI GO 4, para el posicionamiento y el uso apropiado de los satélites, así como DRONEDEPLOY, para el mapeo, recolección, traslape y almacenamiento de las orto fotografías. (ANEXO A)

Flexómetro. – Para el trabajo en campo es un equipo de suma utilidad para tomar mediciones pequeñas al milímetro. (ANEXO A)

Cinta Métrica. – Una cinta métrica nos permitirá medir longitudes mayores a los 5 metros en campo, por ejemplo: el ancho de calzada, comprobar abscisas, distancias verticales, horizontales, complementando el levantamiento topográfico. (ANEXO A)

Equipo de Protección Personal. - En la ingeniería civil, especialmente en los trabajos de campo que se realicen se debe usar los equipos de protección personal para precautelar la integridad física del técnico como de los operadores en caso de haberlos. El Equipo de protección básica estará formado por: Casco, botines de seguridad punta de acero, uniforme y chaleco reflectivo.[25] (ANEXO A)

Computador. – Luego de realizar el trabajo en campo, el procedimiento nos sugiere tener equipos de buena calidad para el procesamiento de la topografía del sector; Se usó el software Agisoft PhotoScan Pro, las características del computador son: Intel Core i7, séptima generación, 1.8 Ghz, 64 bits, 8 gigas de memoria RAM. (ANEXO A)

Laboratorio de Suelos. – Los ensayos necesarios para el presente proyecto técnico se realizará en el Laboratorio de Suelos de la facultad de la FICM, donde se encuentran los equipos necesarios para realizar los ensayos como CBRs, Compactación, Contenido de humedad, Límites de Atterberg y Granulometría de la vía por kilómetro. (ANEXO A)

2.2. Métodos

Análisis de Campo. – Se ejecutará una visita técnica al sitio donde se encuentra la vía para realizar una evaluación preliminar y constatar el estado actual de la infraestructura, de igual forma se informará a las comunidades del proyecto, también receptor de los problemas que ellos tienen respecto al uso de la vía, y se buscará el apoyo del GAD parroquial para la elaboración del proyecto.

Recopilación Bibliográfica. – Para realizar un estudio vial se debe tener una fundamentación teórica, debido a esto se realizará una recopilación de información sobre Diseño Geométrico de Vías también Pavimentos, que lo podemos encontrar en la biblioteca de la FICM, documentos de GADS sobre el tema y en artículos relacionados con ingeniería vial.

2.2.1. Ubicación del Proyecto

2.2.1.1. Ubicación Macro del Proyecto

El Ecuador se encuentra ubicado en el hemisferio sur occidental de América del Sur; limita al Norte con Colombia, al Sur y Este con Perú y al Oeste por el océano pacífico; cuenta con una extensión territorial de 256370 km³.

Se divide en cuatro regiones, en las que se encuentran 24 provincias, con un total de 221 cantones.[26]

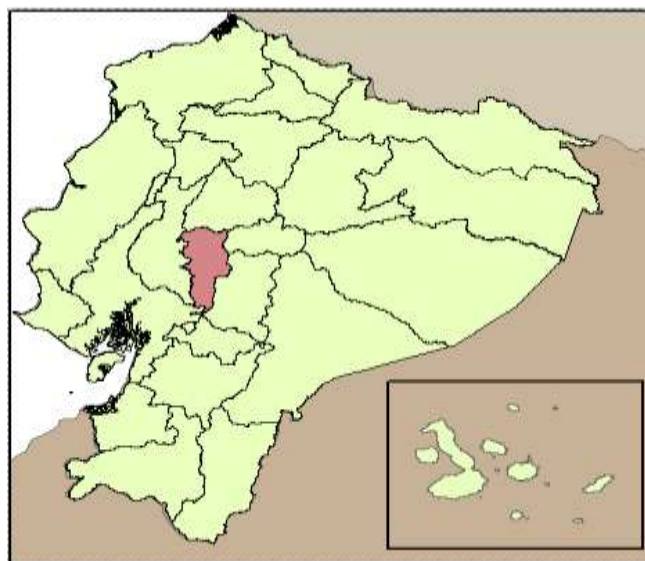


Figura 23. Ubicación del Macroproyecto.

Fuente: El autor.

2.2.1.2. Ubicación Meso del Proyecto

Una de esas 24 provincias es Bolívar, que se encuentra ubicada en la parte del centro-occidente de la región interandina, ocupa la hoya del Río Chimo, entre las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes y una pequeña parte en la llanura tropical. Su extensión territorial abarca 3994 km² aproximadamente, Guaranda es su capital administrativa. La provincia se divide en 7 cantones, con 183641 habitantes de los cuales el 72% vive en sectores rurales y el resto 28% en cascos urbanos.[27]

El proyecto se encuentra ubicado en el cantón Guaranda con una extensión de 1897 km² siendo el más grande de la provincia ubicado al noreste de la misma, tiene un rango altitudinal de 2668 m.s.n.m., dividido en 9 parroquias con su cabecera cantonal Guaranda, con una población de 81643 habitantes.[28]



Figura 24. Ubicación Meso del Proyecto.

Fuente: El autor.

2.2.1.3. Ubicación Micro

Específicamente el proyecto está ubicado en la parroquia Salinas con una altitud promedio de 4449 m.s.n.m., cuenta con 34 comunidades distribuidas en toda su área, su extensión territorial alcanza las 46.530 hectáreas, con un total de 7 262 habitantes. Los límites parroquiales se extiende, al Norte con la parroquia Simiatug y Facundo Vela, mientras que al Sur con la parroquia urbana de Guanujo de Guaranda, al este con la provincia de Tungurahua y al Oeste con la parroquia san Luis de Pambil, los cantones Las Naves y Echeandía.[29]



Figura 25. Ubicación Meso del Proyecto.

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, GAD Guaranda, 2015

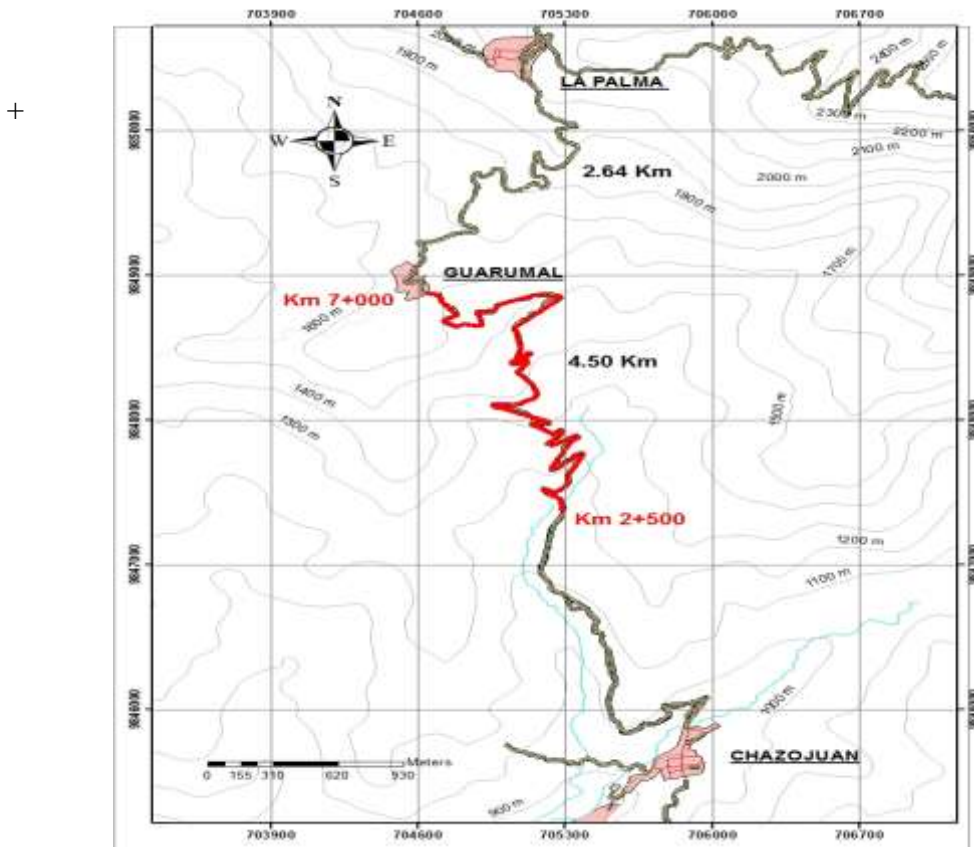


Figura 26. Ubicación de la vía Chazo Juan-La Palma, tramo Km 2+500 - 7+000, Escala: 1:20.000

Fuente: El Autor

2.2.2. Plan de Recolección de Datos

El diseño geométrico de una carretera es el aspecto más importante a considerar en un estudio, el cual debe conseguir una congruencia entre los tres parámetros que son: alineamiento horizontal, vertical y transversal, cumpliendo todos los aspectos de seguridad comodidad y de movilidad que sugieren las normativas y las entidades públicas que rigen en el país.

2.2.2.1. Levantamiento Topográfico

Debido al avance tecnológico que existe hoy en día podemos realizar un levantamiento topográfico mediante el uso de un Drone para obtener mejores detalles del terreno con una muy buena precisión, mediante el proceso fotogramétrico.

- Realizamos la ubicación e identificación de la zona en aplicación Dronedeploy, donde generaremos un plan de vuelo con una faja topográfica de 70 metros desde el eje principal de la vía a cada lado.
- Establecer las características del vuelo, altura 85 metros que permite una resolución de 2,5 cm/pixel, y traslapes del 80% por cada lado de la fotografía.
- Una vez dadas estas características también verificando las condiciones óptimas del clima para realizar el trabajo, en campo procedemos a preparar el drone con sus accesorios para el vuelo, encendidos los equipos en la aplicación DJI GO 4 procedemos a equilibrar la brújula del drone y que se conecte mínimo a 9 satélites para realizar el levantamiento optimo con el plan de vuelo de Dronedeploy.
- Con las orto fotografías procedemos a subirlas al software Agisoft donde se generará la superficie y las características del terreno mediante la fotogrametría, donde también ubicaremos la zona mediante las coordenadas UTM-WGS84.

2.2.2.2. Conteo Vehicular

El conteo de vehículos para la determinación del TPDA se lo realizara de forma manual. Este estudio se lo realizara durante 7 días seguidos, desde las 6:00 am hasta las 18:00 pm con un total de 12 horas, contabilizando los automóviles en intervalos de 15 minutos.

2.2.2.3. Ensayos de suelos

Los ensayos de suelo se realizarán en el laboratorio de la FICM, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente. El muestreo se lo realizara mediante los siguientes pasos.

- Identificar las coordenadas, la ubicación y el sitio por cada kilómetro donde se realizarán los muestreos.
- En el sitio de cada muestreo identificarlos mediante estacas y pintura.
- Realizar una calicata de 1 metro cuadrado y extraer el material existente de la subrasante, extraer aproximadamente 50 kg.
- Luego de la subrasante excavar 50 cm por debajo y extraer 50 kg e Identificar de forma correcta cada muestra de suelo extraída.
- Hacer lo mismo para cada kilómetro de toda la vía en estudio.
- Transportar las muestras al laboratorio de suelos para su posterior procesamiento y obtención de los resultados requeridos.

2.2.3. Plan de Procesamiento y Análisis de Datos

2.2.3.1. Plan de Procesamiento

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico, el conteo vehicular y los ensayos de suelos se realizarán las siguientes actividades:

- Verificación de la topografía procesada
- Tabulación del conteo vehicular
- Interpretación de los datos de los ensayos de suelo
- Diseño Geométrico de la vía; alineamiento horizontal, vertical y transversal
- Diseño del pavimento mediante el manual AASHTO 93.
- Obtención de los volúmenes de corte y relleno.
- Determinación del presupuesto referencial de la obra mediante los rubros establecidos por el diseño geométrico y de pavimentos.

2.2.3.2. Análisis de Datos

Con todos los datos obtenidos y procesados de manera individual específica, debemos realizar un análisis con un criterio técnico y relacionándolo con las normas establecidas para estos estudios junto con las restricciones propias del relieve de la vía y también con un criterio económico eficiente para la ejecución de este proyecto, cumpliendo con los objetivos planteados.

3. CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los Resultados

3.1.1. Levantamiento Topográfico

Mediante el uso del Drone DJI MAVIC PRO 2 se obtuvo un total de 1614 orto fotografías georreferenciadas obtenidas luego la calibración de la brújula del equipo, la altura del vuelo del Drone de 85 a 160 metros de promedio con una resolución del terreno de 3,78 cm/pixel, cubriendo una faja topográfica de 70 metros de cada lado del eje de la vía con un total de 140 metros, mediante el procesamiento de estos datos podemos hacer una clasificación de los puntos obteniendo así solamente la superficie del terreno eliminando de esta forma vegetación, automóviles o cualquier otro obstáculo. Los datos del levantamiento y procesamiento se encuentran en el Anexo(B).

3.1.2. Conteo Vehicular

Para la determinación de TPDA se seleccionará una o dos estaciones de conteo donde se tenga un campo de visión bueno y detallado de los vehículos que circulan por la vía así poderlos clasificar, mediante el uso de las normas del MTOP y el AASHTO podemos aplicar estos tipos de conteo:

- Conteo Automático en 15 días las 24 horas.
- Conteo manual clasificado en 7 días durante 12 horas.
- Conteo automático en 7 días durante 24 horas combinado con un conteo manual clasificado en 2 días durante doce horas.

En el desarrollo de este proyecto técnico se optó por el conteo manual clasificado durante 7 días en un lapso de 12 horas /día para obtener el TPDA, por tratarse de una vía en un sector rural, el conteo se lo realizo en una estación de conteo ubicada en la comunidad de Guarumal donde empieza el tramo de estudio abscisa 7+000, en las

siguientes fechas: desde el 17 de noviembre hasta el 23 del mismo mes del 2019. El conteo realizado podemos encontrar en el Anexo (C).

Tabla 23.- Conteo Vehicular por días

CONTEO VEHICULAR POR DÍAS						
Lugar: Vía ChazoJuan-La Palma				Tramo: Km 2+500 - km 7+000		
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
24 Vehículos	15 Vehículos	11 Vehículos	8 Vehículos	9 Vehículos	17 Vehículos	14 Vehículos

Fuente: El Autor.

El día con mayor circulación vehicular en este tramo vial con volumen total de 23 vehículos. Luego de esto procedemos a calcular el factor de la hora pico.

Tabla 24.- Conteo Vehicular.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL															
PROYECTO:		Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma								CONTEO:		12horas			
FECHA:		domingo, 17 de noviembre de 2019								CANTON:		Guaranda			
										PARROQUIA:		Salinas			
										PROVINCIA:		Bolívar			
Hora	Livia nos	Buse s	Camiones			Total 15 min	Acumu lado	Hora	Livia nos	Buse s	Camiones			Total 15 min	Acumula do
			2DB	3A	4C						2DB	3A	4C		
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0		12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	2
6:15-6:30	1	0	0	0	0	1		12:15-12:30	1	0	0	0	0	1	2
6:30-6:45	1	1	1	0	0	3		12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	2
6:45-7:00	0	0	1	0	0	1	5	12:45-13:00	0	0	1	0	0	1	2
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	5	13:00-13:15	0	0	1	0	0	1	3
7:15-7:30	0	0	1	0	0	1	5	13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	2
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	2	13:30-13:45	2	0	0	0	0	2	4
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	1	13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	3
8:00-8:15	1	0	0	0	0	1	2	14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	2
8:15-8:30	0	0	1	0	0	1	2	14:15-14:30	0	1	0	0	0	1	3
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	2	14:30-14:45	1	0	0	0	0	1	2
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	2	14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	2
9:00-9:15	1	0	1	0	0	2	3	15:00-15:15	0	0	0	0	0	0	2
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	2	15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	1
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	2	15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	2	15:45-16:00	1	0	0	0	0	1	1
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0	16:00-16:15	0	0	1	0	0	1	2
10:15-10:30	1	0	0	0	0	1	1	16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	2
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	1	16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	2
10:45-11:00	0	0	1	0	0	1	2	16:45-17:00	0	0	0	0	0	0	1
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	2	17:00-17:15	1	0	0	0	0	1	1
11:15-11:30	1	0	0	0	0	1	2	17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	1
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	2	17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	1
11:45-12:00	1	0	0	0	0	1	2	17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: El Autor.

En la hora de mayor demanda es en el intervalo 6:15 a 7:15.

Tabla 25.- Hora Pico

Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2DB	3A	4C		
6:30-6:45	1	1	1	0	0	3	
6:45-7:00	0	0	1	0	0	1	5
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	5
7:15-7:30	0	0	1	0	0	1	5
%	20,00%	20,00%	60,00%	0,00%	0,00%		

Fuente: El Autor.

Con la hora pico del proyecto podemos calcular el factor de la hora pico mediante la siguiente ecuación:

$$FHP = \frac{\text{Total vehículos}}{4 * (\text{Mayor trafico en 15 min})} \quad (24)$$

$$FHP = \frac{5}{4 * 3} = 0,42$$

Este valor siempre será menor a la unidad; en el momento que tiene el valor de uno esto indicara que el flujo de vehículos es constante, pero cuando es inferior a la unidad esto determina que hay concentraciones máximas del flujo de vehículos en intervalos cortos de tiempo en la hora pico.[18]

Según la normativa MTOP[19], podemos tomar un valor de 10% para vías urbanas y 15% para zonas rurales; de esa manera usaremos el valor de 0.15.

Entonces siguiendo el procedimiento para calcular el factor de la hora pico por la trigésima hora asumimos 0,33, para tener un tránsito uniforme en la vía.[12]

$$TPDA = \frac{\text{Total vehículos} * FHP}{15 \%} \quad (25)$$

$$TPDA_{LIVIANOS} = \frac{\text{Total vehículos} * FHP}{15 \%}$$

$$TPDA_{LIVIANOS} = \frac{13 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{LIVIANOS} = 29 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TPDA_{BUSES} = 4 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TPDA_{CAMIONES} = 18 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

C\u00e1lculo del Tr\u00e1nsito Actual

El transito actual de la v\u00eda est\u00e1 conformado por el TPDA actual, transito generado, transito desarrollado y tr\u00e1nsito atra\u00edo.

Tr\u00e1nsito atra\u00edo

$$Tact = 10\%TPDA_{ACTUAL}$$

$$Tact_{LIVIANOS} = 0.1 * 29$$

$$Tact_{LIVIANOS} = 3$$

$$Tact_{BUSES} = 1$$

$$Tact_{CAMIONES} = 2$$

Tr\u00e1nsito Generado

$$Tg = 20\%TPDA_{ACTUAL}$$

$$Tg_{LIVIANOS} = 0.2 * 29$$

$$Tg_{LIVIANOS} = 6$$

$$Tg_{BUSES} = 1$$

$$Tg_{CAMIONES} = 4$$

Tr\u00e1nsito Desarrollado

$$TD = 5\%TPDA_{ACTUAL}$$

$$TD_{LIVIANOS} = 0.05 * 29$$

$$TD_{LIVIANOS} = 1$$

$$TD_{BUSES} = 0$$

$$TD_{CAMIONES} = 1$$

Con estos valores podemos calcular el tr\u00e1fico actual.

$$TA = TPDA_{ACTUAL} + Tat + TG + TD \quad (26)$$

$$TA_{LIVIANOS} = 39 \text{ Vehículos}$$

$$TA_{BUSES} = 6 \text{ Vehículos}$$

$$TA_{CAMIONES} = 24 \text{ Vehículos}$$

Transito Futuro

Para el cálculo se utilizará la formula del MTOP, para 20 años de proyección, es decir hasta el año 2040 junto con los factores de crecimiento que se presenta a continuación:

Tabla 26.-Tráfico Proyectado a 20 años

AÑO	n	ÍNDICE DE CRECIMIENTO (i%)			TPDA FUTURO $Tf=Ta*(1+i)^n$			Total
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
2020	0	3,97	1,97	1,94	39	6	24	68
2021	1	3,57	1,78	1,74	40	6	25	71
2022	2	3,57	1,78	1,74	41	6	25	73
2023	3	3,57	1,78	1,74	43	6	26	76
2024	4	3,57	1,78	1,74	44	6	27	78
2025	5	3,57	1,78	1,74	46	6	28	81
2026	6	3,25	1,62	1,58	47	7	29	82
2027	7	3,25	1,62	1,58	48	7	30	85
2028	8	3,25	1,62	1,58	50	7	31	87
2029	9	3,25	1,62	1,58	51	7	32	90
2030	10	3,25	1,62	1,58	53	7	33	93
2031	11	3,25	1,62	1,58	55	7	34	96
2032	12	3,25	1,62	1,58	57	7	35	99
2033	13	3,25	1,62	1,58	59	7	36	102
2034	14	3,25	1,62	1,58	60	7	37	105
2035	15	3,25	1,62	1,58	62	8	38	108
2036	16	3,25	1,62	1,58	64	8	40	112
2037	17	3,25	1,62	1,58	67	8	41	115
2038	18	3,25	1,62	1,58	69	8	42	119
2039	19	3,25	1,62	1,58	71	8	44	123
2040	20	3,25	1,62	1,58	73	8	45	126

Fuente: El Autor.

En la tabla 3 de este proyecto, el tráfico que se proyectó a 20 años será entre 100 y 300 vehículos, por lo que se considera un camino vecinal de clase IV, puesto que el TPDA esperado será 126 vehículos/día.

3.1.3. Diseño Geométrico

3.1.3.1. Diseño Horizontal

Velocidad de Diseño

Según las tablas número 3 y 5 del MTOP, tenemos los siguientes resultados para este tipo de terreno montañoso para un diseño esperado a 20 años.

Ya que el tráfico proyectado da un total de 126 vehículos al día lo que nos da una vía colectora tipo IV con una velocidad de diseño de 25 Km/h.

Velocidad de Circulación

Para determinar la velocidad de circulación hacemos referencia a la siguiente ecuación, usada para TPDA menor a 1000 vehículos/día.

$$Vc = 0,80Vd + 6.5 \quad (27)$$

$$Vc = 0,80(25) + 6.5$$

$$Vc = 26.5 \text{ km/h}$$

Según la tabla 6 se demuestra con este cálculo, que asumimos una velocidad de circulación de 24 km/h con un tránsito bajo, para una velocidad de diseño de 25 km/h.

Radio mínimo de Curvatura.

Para el cálculo del radio mínimo de curvatura optamos por un valor del peralte máximo del $e = 8\%$, que recomienda la norma para este tipo de estructura vial con velocidades de diseño de 25 Km/h, con este valor obtenemos de la Tabla 7, $f=0.315$. Entonces aplicamos la ecuación 3.

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

$$R = \frac{25^2}{127 * (8\% + 0.315)}$$

$$R = 12.46 \text{ m}$$

El valor calculado de Radio Mínimo de 12.46 metros, la norma recomienda un valor mínimo de 20 metros, pero a su vez la norma recomienda un valor mínimo de radio de 15 metros, para sectores montañosos y topografías accidentadas. Tomando en cuenta esto y que el terreno es altamente accidentado y para optimizar el presupuesto proyecto, hay curvas del proyecto que tendrán un radio mucho menor al establecido por la norma.[19]

Distancia de visibilidad

Distancia de visibilidad de parada

La distancia de visibilidad de parada se calcula con la ecuación número 5.

$$DVP = 0,7V + \frac{V^2}{254f}$$

$$f = \frac{1,15}{V^{0,3}} \quad (28)$$

$$f = \frac{1,15}{(25)^{0,3}} = 0,4378$$

$$DVP = 0,7(25) + \frac{(25)^2}{254 * (0,4378)} = 23,12 \text{ m}$$

$$DVP \cong 23 \text{ m}$$

Distancia de Visibilidad de Rebasamiento

$$DVR = 9,5V - 218$$

$$DVR = 9,5(25) - 218$$

$$DVR = 19,5 \text{ m}$$

Según la normativa MTOP, la distancia de visibilidad mínima de rebasamiento para este proyecto en una topografía accidentada es de 80 metros, tomando este valor para tener un rango mayor de seguridad.[19]

Peralte

Para carreteras de dos carriles con velocidades mayores a 50 km/h es de 8%; mientras que en caminos vecinales tipo IV, V, VI con velocidades inferiores a los 50 km/h es de 8%.

Como tenemos una velocidad de diseño de 25 Km/h de esta forma obtenemos un peralte máximo es del 8 %.[19]

Sobreancho

Las especificaciones de la normativa de diseño geométrico MTOP nos dicen que el valor de sobreancho será de 30 cm si su velocidad de diseño es menos a 50 Km/h. De esta forma el sobreancho en curvas toma el valor de 30 cm.[19]

3.1.3.2. Diseño Vertical

Debido a que la vía se trata de una colectora de Clase IV y también al tratarse de sector montañoso con una topografía bastante accidentada tenemos que tomar un valor de pendiente longitudinal máxima del 14% y manteniendo está pendiente por tramos de longitud pequeños, todo esto para contrarrestar averías mecánicas en los vehículos por un esfuerzo muy grande.[19]

3.1.4. Estudio de suelos

Debido a que el sitio de emplazamiento de la vía es de suma importancia, se procede a realizar los ensayos de suelo, además se determina el número estructural que brindara los espesores del pavimento.

Estos ensayos se proceden a realizar de la siguiente forma:

- La recolección de muestras en el sitio, se las realizara en forma de calicatas o pozos a cielo abierto (1mx1mx1m) por cada kilómetro de la vía en estudio.
- Recoger la suficiente cantidad de suelo para poder realizar todos los ensayos necesarios para el estudio y retirar cualquier tipo de material orgánico que pueda cambiar los resultados.

- Identificar cada muestra de suelo con la abscisa correspondiente, y transportar hacia el laboratorio.

Contenido de Humedad Natural.

Con este valor podemos determinar cómo se comporta el suelo con la estructura, de igual forma poder saber si es necesario algún mejoramiento, cambio total o parcial del material o de igual forma usar la existente

Tabla 27.-Contenido de humedad

ABSCISA	W% NATURAL
2+500	91,40%
3+000	52,30%
4+000	42,20%
5+000	33,30%
6+000	52,30%
7+000	49,60%

Fuente: El Autor.

Granulometría

Según el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS), utilizado para saber el tipo de material del lugar de emplazamiento.

Tabla 28.-Granulometría

ABSCISA	Clasificación SUCS	Descripción
2+500	MH	Limo Alta Plasticidad
3+000	ML	Limo Baja Plasticidad
4+000	ML	Limo Baja Plasticidad
5+000	ML	Limo Baja Plasticidad
6+000	MH	Limo Alta Plasticidad
7+000	MH	Limo Alta Plasticidad

Fuente: El Autor.

Compactación

Esta propiedad trata de mejorar las propiedades mecánicas del terreno y reduce la relación de vacíos, soporte del suelo y estabilidad.

Tabla 29.-Compactación

ABSCISA	Densidad Máxima (γ_{max})	Humedad Óptima (% W_{opt})
2+500	1,022	63,20%
3+000	1,060	62,00%
4+000	1,449	26,90%
5+000	1,450	27,20%
6+000	1,055	60,00%
7+000	0,980	68,00%

Fuente: El Autor.

CBR de Diseño

El valor de soporte California, es un dato importante para determinar la estructura del pavimento, en el siguiente cuadro están los CBRs puntuales de cada abscisa.

Tabla 30.-CBR puntual por Km.

ABSCISA	CBR puntual
2+500	1,50%
3+000	3,00%
4+000	6,20%
5+000	16,00%
6+000	5,50%
7+000	3,80%

Fuente: El Autor

Según los resultados de los estudios de suelo y para determinar el grafico de diseño del CBR procedemos a la tabla que proporciona el Manual Centro Americano de Pavimentos, de acuerdo al valor de ejes equivalentes se obtendrá el percentil con que se determinará dicha gráfica. [4] Para los tramos que tienen los CBRs de menor valor de la abscisa 2+500-4+000 km y del 5+000-7+000 km.

Tabla 31.-Ejes equivalentes para Selección del Porcentaje de CBR.

Número de ejes de 8.2 Ton en el carril	Valor percentil para Diseño de Subrasante
<10 ⁴	60
10 ⁴ - 10 ⁶	75
>10 ⁶	87,5

Fuente: Manual Centro Americano de Pavimentos

El número de ejes equivalentes es 193048 de la tabla número 33, trabajará con un percentil del 75 %. Por esta razón tomamos los valores para determinar la gráfica de diseño del CBR con los siguientes valores, sin tomar en cuenta el valor de CBR del 16%; 1.5 tiene el 100%, 3.0 con 80%, 3.8 al 60%, 5.50 con 50%, y el 6.20 al 20%. Con esto tenemos la siguiente gráfica.

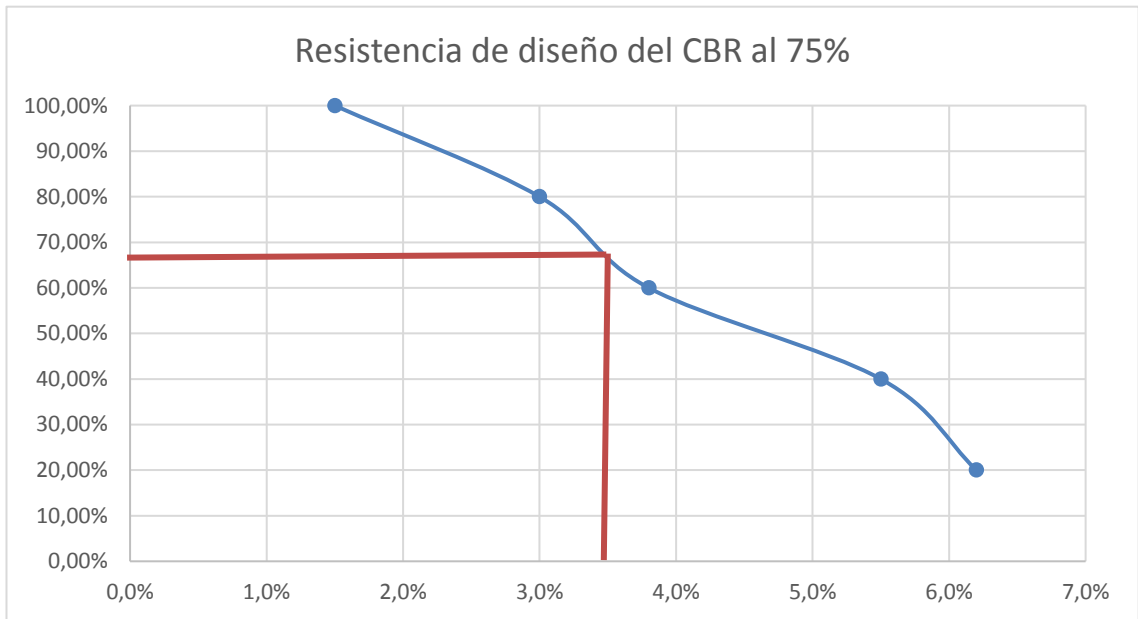


Figura 27. Cálculo del CBR.

Fuente: El Autor

El CBR de diseño nos da 3,5%. Con el valor del soporte california que nos da en la Fig. 27 podemos determinar que la subrasante es muy mala en la tabla N.º 15 por lo que estos tramos necesitaran un mejoramiento de suelo. El mejoramiento del suelo se lo hará con material pétreo, según las especificaciones generales del MOP, para caminos y puentes, con espesor de 20 cm [30] e indica un valor del CBR igual 20%

que se utilizará para el diseño del pavimento en este tramo 2+500-4+000 km y del 5+000-7+000 km.[31]

3.1.5. Estudio de Clima

Al diseñar las alcantarillas y cunetas del proyecto se necesita hacer un estudio de la parte hidrológica del sector, esto para conocer las precipitaciones del sitio y obtener los coeficientes de drenaje.

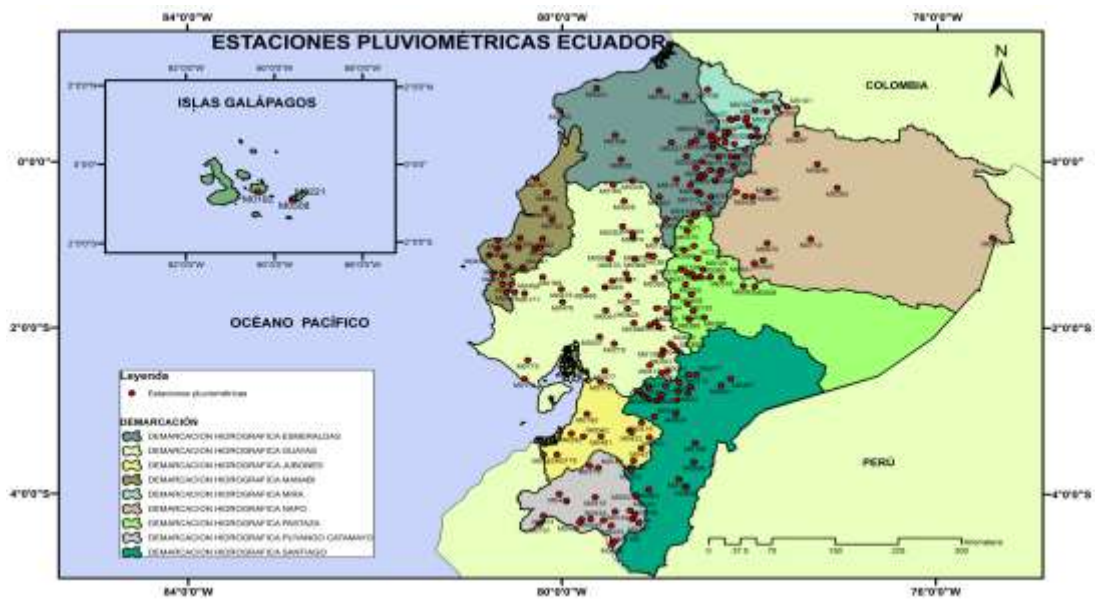


Figura 28. Estaciones pluviométricas Ecuador.

Fuente: INAMHI

En la provincia de Bolívar cuenta con una estación pluviométrica en la parroquia Salinas y la estación meteorológica más cercana es la de El Corazón, la parroquia de Salinas cuenta con micro climas desde frío hasta un clima subtropical, el proyecto se encuentra en la Zona Baja, Meso Térmico Ecuatorial Húmedo en una altura de 500 a 1800 msnm con temperaturas entre los 12° C a 24° C. [32]

MES	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)							HUMEDAD RELATIVA (%)					PUNTO DE ROCEO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACIÓN (mm)		Número de días con precipitación		
	ABSOLUTAS		M E D I A S			Máxima		Mínima			Mensual	Mensual			Mensual				
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual	Máxima	Mínima	Mensual											
ENERO	28	21.5	4	11.8	1	19.2	15.7	17.3	98	2	91	19	98	16.9	19.3	434.8	32.5	14	31
FEBRERO	13.0			14.2	13	19.7	15.6	17.3					96	16.7	19.0	427.3	46.7	13	26
MARZO	21.8	23.5	25	11.8	3	20.9	16.1	18.1	98	1	79	19	95	17.3	19.8	447.4	63.2	25	31
ABRIL	49.9	24.0	4	14.8	26	21.9	16.2	18.5	98	2	89	24	93	17.2	19.7	255.6	46.5	19	26
MAYO	28.4	23.4	2	14.2	13	20.6	16.1	18.0	98	5	70	6	94	17.0	19.4	178.4	17.7	1	29
JUNIO	141.9	23.5	26	13.2	9	21.6	14.6	17.8	98	11	61	29	87	15.6	17.9	18.5	5.9	10	16
JULIO	175.1	23.5	2	13.4	22	21.9	14.4	17.9	98	10	50	2	82	14.6	16.7	5.7	1.5	6	7
AGOSTO	179.1	24.0	26	13.6	5	21.9	14.6	18.0	96	2	64	12	83	15.0	17.1	7.9	3.6	25	7
SEPTIEMBRE	142.6	23.5	6	13.2	6	22.2	14.9	18.1	98	18	57	4	94	15.2	17.4	13.6	3.0	13	13
OCTUBRE	97.7	24.0	5	14.0	8	22.0	15.3	18.3	98	2	83	27	88	16.1	18.4	94.0	16.7	30	23
NOVIEMBRE	118.7	23.6	10	12.6	10	22.1	14.7	17.9					86	15.4	17.6	21.8	6.3	15	12
DICIEMBRE	88.0	23.6	22	13.0	2	21.2	15.2	17.7	98	7	73	22	93	16.5	18.9	181.8	27.7	19	27
VALOR ANUAL	1020.8			11.8		21.3	15.3	17.9					89	16.1	18.4	2046.8	63.2		

MES	EVAPORACIÓN (mm)			NUBOSIDAD (Ochoas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Nº de días con viento	VELOCIDAD MEDIA (km/h)			
	Suma	Máxima	Mínima		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA	Nº de días	
	Mensual	Mensual	Mensual		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%					%
ENERO	30.7	2.2	10	8	2.0	2	2.8	36	0.0	0	5.0	1	0.0	0	3.5	4	0.0	0	2.4	17	40	93	6.0	NE	
FEBRERO	14.0	1.2	18	8																					
MARZO	14.9	1.0	25	7	2.2	7	3.2	42	0.0	0	3.8	4	0.0	0	4.0	4	4.0	1	3.1	14	32	93	6.0	NE	
ABRIL	37.9	2.8	27	7	2.0	3	3.4	49	0.0	0	0.0	0	0.0	0	4.0	4	4.0	1	3.1	17	26	90	6.0	NE	
MAYO	31.6			7	3.2	5	2.9	29	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.0	1	0.0	0	3.3	17	47	93	6.0	NW	
JUNIO	83.2	4.2	18	6	2.2	6	3.0	33	4.0	1	0.0	0	0.0	0	3.0	2	3.6	18	4.0	30	40	90	6.0	NE	
JULIO	89.1	3.8	15	5	3.0	2	3.5	26	4.7	3	0.0	0	0.0	0	3.6	5	4.0	2	3.2	22	40	93	6.0	E	
AGOSTO	96.2	4.1	9	5	2.3	3	3.0	33	2.0	4	0.0	0	0.0	0	3.6	5	3.0	2	3.6	19	32	93	6.0	NW	
SEPTIEMBRE	92.6	4.2	1	5	2.5	2	3.0	23	5.0	2	0.0	0	0.0	0	3.4	12	3.7	3	2.8	17	40	90	6.0	E	
OCTUBRE	80.1	3.9	5	6	2.0	3	2.9	22	2.8	5	3.5	2	0.0	0	2.7	3	0.0	0	3.0	20	44	93	5.0	NE	
NOVIEMBRE	63.0			5																					
DICIEMBRE	96.0	3.1	23	7	2.1	11	3.3	22	2.0	2	3.0	1	0.0	0	4.0	1	2.8	4	2.6	18	41	93	5.0	NE	
VALOR ANUAL	711.3			6																					

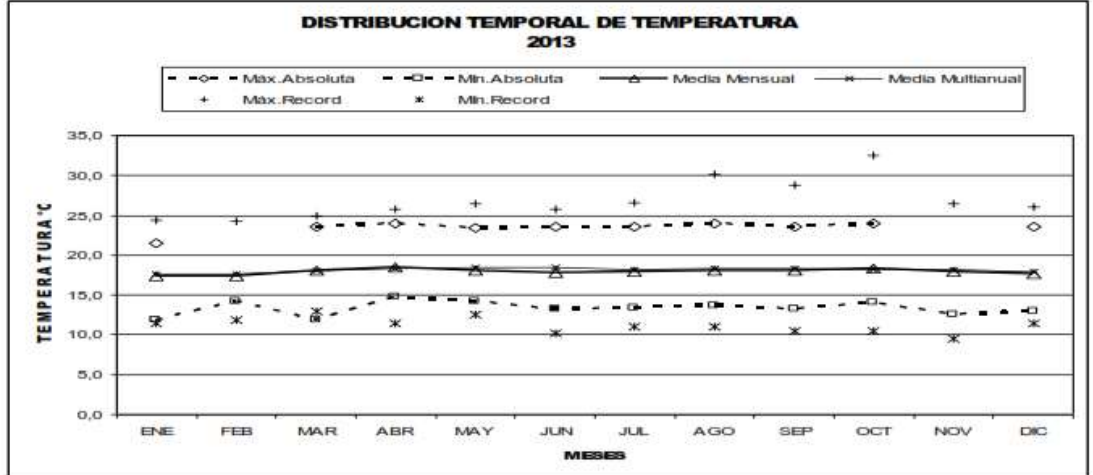
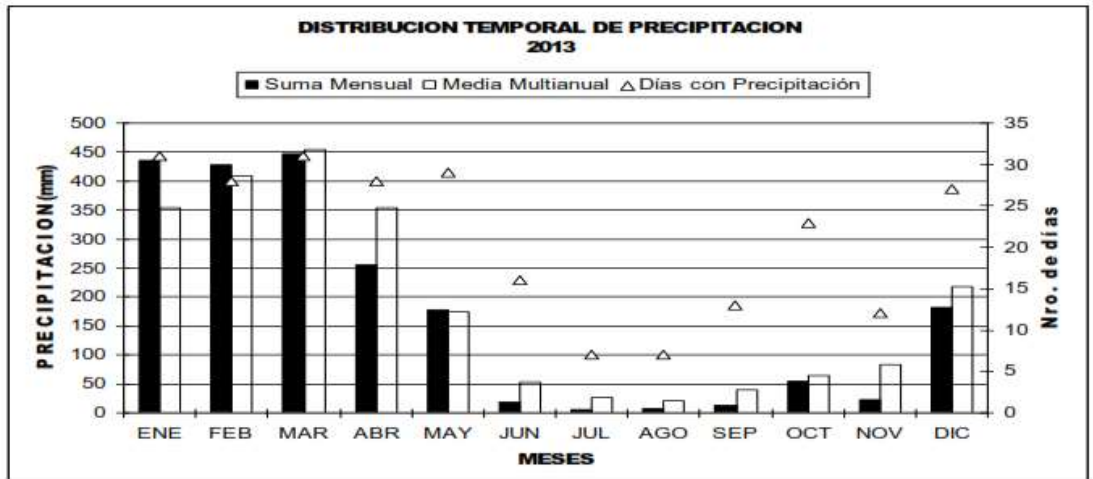


Figura 29. Estadísticas de Estaciones Climatológicas.

Fuente: "Anuario Meteorológico" INAMHI.

3.1.6. Diseño Transversal

Ancho de la Calzada

En el capítulo II en la tabla número 10 podemos obtener el dato del ancho de calzada recomendable para el tipo de vía de este proyecto, por lo tanto, al ser una vía tipo IV el valor que tomará será de 6 metros.

Bombeo

En la tabla 13, se determina la pendiente transversal de la vía o el bombeo, como tenemos una carretera tipo IV, el bombeo transversal estará entre 2,5% y 4%, debido a las condiciones meteorológicas e la zona en especial en época invernal se tomará un valor de 4%.

Espaldones

Según la tabla número 11 los valores para espaldones para el tipo de vía IV, consideraremos un espaldón de 0,60 metros.[19]

3.1.7. Diseño del Pavimento

Para el diseño del pavimento usaremos la ecuación número 13, del capítulo 2 del presente proyecto, para el cálculo del número estructural SN, y conocer los espesores de la estructura del pavimento.

Ecuación (13) para cálculo del diseño del pavimento flexible.

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{1.2 - 1.5} \right)}{\frac{0.40 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} Mr - 8.07$$

Donde:

W18: Número de cargas de ejes simples equivalentes de 80 KN, calculadas respecto a la circulación de vehículos.

Zr: Área que se encuentra bajo una curva de distribución que está relacionada con la curva estandarizada para la confiabilidad R.

So: Desviación estándar de todas las variables.

ΔPSI: Perdida de serviciabilidad

Mr: Módulo de resiliencia de la subrasante.

SN: Número estructural.

Ejes Equivalentes Acumulados según el Periodo de Diseño (W18)

El periodo de diseño de una estructura vial se determina según el cuadro número 16, dado por la AASHTO, y también tomando en consideración un proyecto económico. La estructura será pavimentada, por lo cual consideramos la opción de pavimento de bajo volumen con un periodo de diseño de 15 a 25 años. [22]

El factor de daño que ocasionaran los vehículos que transitan por la vía se encuentran expresados en el siguiente cuadro:

Tabla 32.- Factores de Daños de acuerdo al Tipo de Vehículo.

TIPO	Simple		Simple Doble		Tándem		Tridem		Factor de Diseño
	Ton	(p/6.6)^6	Ton	(p/6.6)^6	Ton	(p/6.6)^6	Ton	(p/6.6)^6	
Bus	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C-2G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.08			2.76
C-4	6	0.68					25	1.4	2.08
C-5	6	0.68			18	2.08			2.76
C-6	6	0.68			18	2.08	25	1.4	4.16

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Luego del conteo vehicular para el TPDA, el tipo de vehículo más pesado en circular por esta vía serán buses y camiones de dos ejes, con lo cual el factor de daño será de 1.04 y 1.29 respectivamente.

Factor de Distribución por Carril.

De la tabla N.º 17 procedemos a escoger el porcentaje que se toma para la circulación que depende de la cantidad de carriles del proyecto. El AASHTO dice que en este caso debemos utilizar el 100%, ya que se diseñó un solo carril por ser un camino vecinal tipo IV.[22]

Factor de Distribución por Dirección

A continuación, se muestra la distribución por dirección, AASHTO.

Tabla 33.- Factor de Distribución por Dirección.

Número de Carriles en ambas Direcciones	% de Vehículos en el Carril de Diseño
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

Fórmula para el cálculo de numero de ejes equivalentes:

$$W18_{total} = 365 * TPDA_{final} * FD \quad (29)$$

$$W18_{parcial} = (365 * TPDA_{final(BUS)} * FD) + (365 * TPDA_{final(CAMION)} * FD)$$

$$W18_{parcial} = (365 * 6 * 1.04) + (365 * 24 * 1.29)$$

$$W18_{parcial} = 13442$$

$$W18_{acumulado} = 13442 + 13882 = 27442$$

Tabla 34.- Numero de ejes equivalentes.

AÑO	n	ÍNDICE DE CRECIMIENTO (i%)			TPDA FUTURO $Tf=Ta*(1+i)^n$			Total	W18 Parcial	W18 Acumulado	W18 de Diseño
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones				
2020	0	3,97	1,97	1,94	39	6	24	68	13442	13442	6721
2021	1	3,57	1,78	1,74	40	6	25	71	13882	27324	13662
2022	2	3,57	1,78	1,74	41	6	25	73	14336	41660	20830
2023	3	3,57	1,78	1,74	43	6	26	76	14806	56466	28233
2024	4	3,57	1,78	1,74	44	6	27	78	15292	71759	35879
2025	5	3,57	1,78	1,74	46	6	28	81	15795	87554	43777
2026	6	3,25	1,62	1,58	47	7	29	82	16037	103591	51795
2027	7	3,25	1,62	1,58	48	7	30	85	16518	120109	60054
2028	8	3,25	1,62	1,58	50	7	31	87	17014	137122	68561
2029	9	3,25	1,62	1,58	51	7	32	90	17525	154647	77323
2030	10	3,25	1,62	1,58	53	7	33	93	18052	172699	86349
2031	11	3,25	1,62	1,58	55	7	34	96	18595	191294	95647
2032	12	3,25	1,62	1,58	57	7	35	99	19156	210450	105225
2033	13	3,25	1,62	1,58	59	7	36	102	19734	230183	115092
2034	14	3,25	1,62	1,58	60	7	37	105	20330	250513	125257
2035	15	3,25	1,62	1,58	62	8	38	108	20945	271458	135729
2036	16	3,25	1,62	1,58	64	8	40	112	21578	293036	146518
2037	17	3,25	1,62	1,58	67	8	41	115	22232	315269	157634
2038	18	3,25	1,62	1,58	69	8	42	119	22906	338175	169087
2039	19	3,25	1,62	1,58	71	8	44	123	23602	361777	180888
2040	20	3,25	1,62	1,58	73	8	45	126	24319	386096	193048

Fuente: El Autor

Se determina que el valor total de ejes equivalentes para el año 2040 es de 193048.

Con este resultado vamos a la tabla 21 de este proyecto, dado por AASHTO. Obteniendo los factores que sirven como guía en el cálculo de los espesores para cada capa de pavimento[22]:

Carpeta asfáltica: $D1=2.5$ pulg = 6,35 cm \approx **5 cm**

Base granular: $D1= 4.0$ pulg = 10,16 cm \approx **10 cm**

Confiabilidad “R”

Es el factor que se encarga que de la probabilidad de que la estructura funcione igual o mejor. Que está en función del tipo de carretera, se encuentra en la tabla N.º 18 que sugiere el AASHTO; que para este proyecto es un camino vecinal tipo IV y cuando está situado en un sector rural, se tiene un valor que va de 50-80, se ocupa un promedio, 70%. [22]

Desviación Estándar Normal Zr

En la tabla número 19 se encuentra el dato para ingresar con el valor del 70 % de “R”, que en este caso tenemos una desviación estándar normal de -0,524, como sugerencia del AASHTO.[22]

Desviación Estándar Global “So”

Por los estudios de la AASHTO, para pavimentos flexibles se tiene una desviación estándar global de 0.40-0.50; utilizamos el promedio de 0.45.[22]

Índice de Serviciabilidad “PSI”

Se calcula en función de la calidad de servicio que proporciona la estructura al usuario de la carretera, utilizando la ecuación número (17)

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final}$$

Tras algunas investigaciones del AASHTO, en el pavimento flexible el $PSI_{inicial}$ debe tomarse un valor de 4.2, así como el PSI_{final} valores entre 2.5-3.0 en caminos principales y 2.0 para secundarios.[22]

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

En la tabla N.º 20 entra en el rango de una calificación regular para diseñar la vía.

Módulo de Resiliencia de la Subrasante “Mr”

En el Capítulo anterior se tienen las ecuaciones (14), (15) y (16) respectivamente, para el cálculo de Mr, son sugeridas por la normativa AASHTO, y están dadas en función del CBR y el módulo de resiliencia de la subrasante.[22]

$Mr (PSI) = 1500 * CBR < 10\%$ - **Sugerido por el AASHTO.**

$Mr (PSI) = 3000 * CBR^{0.65}$ para CBR de 7.2% a 20% - **Ecuación desarrollada por Sudáfrica.**

$Mr (PSI) = 4326 * Ln CBR + 241$ - **Para Suelos granulares por AASHTO**

Debido a que los CBRs de los suelos existentes son muy bajos, luego del mejoramiento de suelo propuesto anteriormente para que el CBR de diseño sea igual 20%; se utilizará la ecuación N.º 2.

$$Mr (PSI) = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 3000 * (20)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 21028 PSI$$

$$Mr (PSI) = 21.028 KSI$$

Coefficientes de la Carpeta Asfáltica

Los coeficientes son a1, a2, a3, mismos que están, que son factores sugeridos por el AASHTO, dados en los gráficos del capítulo 2.[22]

Coefficiente a1

Coefficiente estructural a1:

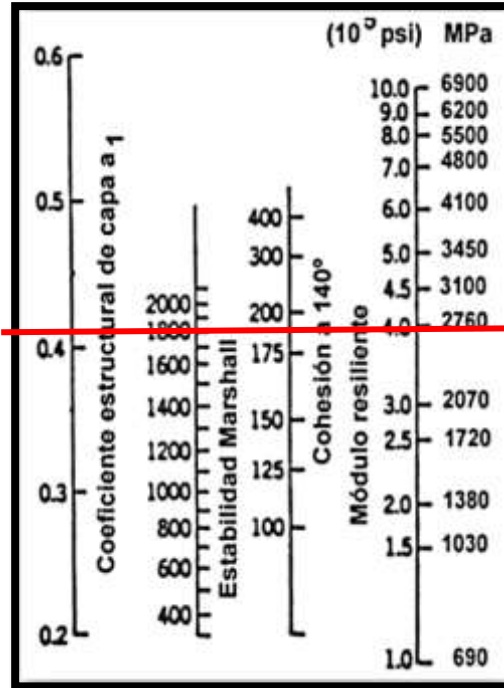


Figura 30. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a1.

Fuente: "Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento", AASHTO 93.

El diseño de la vía basada en la normativa AASHTO 93, donde tomamos el método Marshall con un valor de estabilidad de 1800 lb para el diseño de la mezcla asfáltica de pavimentación. [22]

Obteniendo los factores de seguridad se procede a una interpolación del coeficiente estructural a1, como se muestra en los valores a continuación.

Tabla 35.- Valores a1.

MÓDULOS ELÁSTICOS		Valores a1
Psi	Mpa	
125000	875	0,220
150000	1050	0,250
175000	1225	0,280
200000	1400	0,295
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
325000	2275	0,375
350000	2450	0,850
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

Mediante la tabla anterior los valores para la interpolación se realizarán entre 37500-400000 psi.

Diferencia.

$$400000 - 375000 = 25000$$

$$0.420 - 0.405 = 0.015$$

Entonces.

$$400000 - 375000 = 25000$$

$$0.420 - 0.405 = 0.015$$

$$x = \frac{5000 * 0.015}{25000}$$

$$x = 0.003$$

$$a1 = 0.420 - 0.003$$

$$a1 = 0.417$$

Coefficiente a2

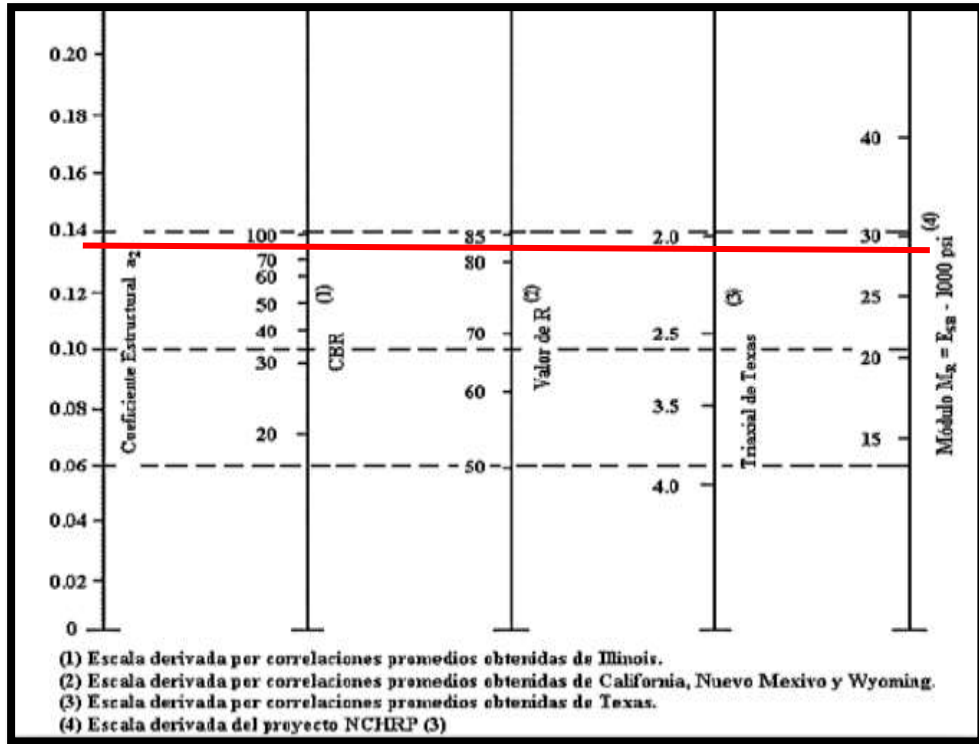


Figura 31. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a2.

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

Según el AASHTO, se determinará para la capa base mediante el coeficiente estructural a2, que tendrá un CBR igualo mayor a 80%, como el proyecto es un camino vecinal de orden IV, se considera de un CBR del 80%. [22]

Tabla 36.- Valores a2.

CBR	Valores a2
35%	0,100
40%	0,105
45%	0,112
50%	0,115
55%	0,120
60%	0,125
70%	0,130
80%	0,133
90%	0,137
100%	0,140

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

Según la tabla anterior sugerida por el AASHTO para un CBR de 80% se tiene un $a_2 = 0,133$ y un módulo elástico de 29 ksi, para la capa Base.

Coefficiente a_3

La sub base de la estructura tiene relación directa con el coeficiente estructural a_3 y según el AASHTO, que nos sugiere un 30% para esta capa.[22]

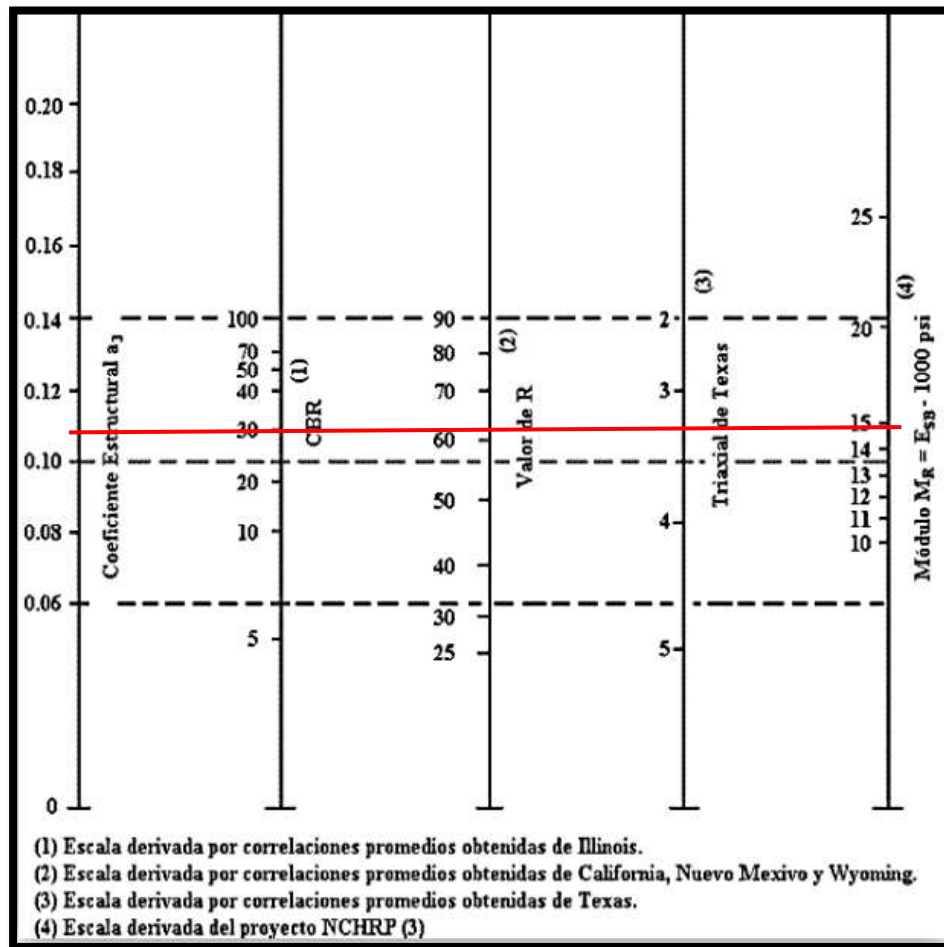


Figura 32. Abaco para la Estimación del coeficiente Estructural a_3 .

Fuente: "Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento", AASHTO 93.

Tabla 37.- Valores a3.

CBR	a3
10	0,08
15	0,09
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,12
45	0,125
50	0,128
55	0,13
60	0,135
65	0,138
70	0,14

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

Con un CBR del 30 % tenemos un valor de $a_3 = 0,108$, y según el gráfico de este coeficiente el módulo elástico de 15 ksi para la capa sub base.

Coefficientes de drenaje m2 y m3

Basado en las tablas 22 y 23 del presente proyecto, y mediante estudios realizados por el AASHTO, serán dados en función de la calidad del drenaje que poseerá el pavimento.[22]

Para este caso vamos a tomar el valor del 50% de saturación para la eliminación del agua, entonces se considera la calidad de drenaje como buena. De tal manera como la estructura estará expuesta al ambiente estimamos que este valor será de un 25%, por este motivo los datos para m1 y m2 de 1.00.

Cálculo de Número Estructural “SN”

Todos los datos para obtener las capas de asfalto se realizan mediante la ecuación AASHTO 93, se presentan estos valores en la siguiente tabla.[22]

Tabla 38.- Datos propuestos para el cálculo del SN.

DATOS OBTENIDOS PARA EL CALCULO DE "SN"	
Tipo de Pavimento	Flexible
TPDA 2040	126
Periodo de Diseño	20 años
Ejes equivalentes, W18	193048
Clasificación de la vía	Tipo IV
Serviciabilidad inicial, PSI	4,2
Serviciabilidad final, PSI	2,00
CBR de la Subrasante	20%
Confiabilidad R	70%
Desviación Estándar Zr	-0,524
Desviación Global (So)	0,45
Módulo de resiliencia de Subrasante Mr (psi)	21028
Módulo de resiliencia de capa base (psi)	29000
Módulo de resiliencia de capa sub base (psi)	15000
Coficiente a1	0,417
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,180
Coficiente m1 y m3	1,00

Fuente: Autor

Ingresar los datos a Ecuación AASHTO 93:

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): Reliability (R) [dropdown] So [0.45]

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial [4.2] PSI final [2]

Módulo resiliente de la subrasante: Mr [21028] psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) [] Coeficiente de transmisión de carga - (J) []

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) [] Coeficiente de drenaje - (Cd) []

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = [193048]

Número Estructural: SN = [1.39]

Botones: Calcular, Salir

Figura 33. Cálculo del Numero Estructural “SN”, Tramo 4+000-5+000 km.

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): Reliability (R) [dropdown] So [0.45]

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial [4.2] PSI final [2]

Módulo resiliente de la subrasante: Mr [18188] psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) [] Coeficiente de transmisión de carga - (J) []

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) [] Coeficiente de drenaje - (Cd) []

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = [193048]

Número Estructural: SN = [1.48]

Botones: Calcular, Salir

Figura 34. Cálculo del Numero Estructural “SN”, Tramo 2+500-4+000 km y 5+000-7+000 km.

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93.

Tabla 39.- Cálculo de la Estructura del Pavimento, “AASHTO 93” Tramo 4+000-5+000 km.

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO:	"DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA KM 2+500 – KM 7+000, DE LA PARROQUIA SALINAS EN LA PROVINCIA DE BOLIVAR "		TRAMO: Unico
SECCION:	4+000 km a 5+000 km		FECHA: 25/11/2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			29,00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15,00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			193.048
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			21,03
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,417
Base granular (a2)			0,133
Subbase (a3)			0,180
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1,000
Subbase (m3)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1,39	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		0,50	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0,40	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0,49	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	3,0 cm	5,0 cm	0,82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,6 cm	10,0 cm	0,52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	6,9 cm	15,0 cm	1,06
ESPESOR TOTAL (cm)		30,0 cm	2,41
DISEÑADO POR : STALIN JAVIER YANCHALIQUIN MORALES			

Fuente: Autor

Tabla 40.- Cálculo de la Estructura del Pavimento, “AASHTO 93” Tramo 2+500-4+000 km y 5+000-7+000 km.

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO:	"DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA KM 2+500 – KM 7+000, DE LA PARROQUIA SALINAS EN LA PROVINCIA DE BOLIVAR "		TRAMO: Unico
SECCION:	2+500 - 4+000 km y 5+000 - 7+000 km		FECHA: 25/11/2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			29,00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15,00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			193.048
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			21,03
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,417
Base granular (a2)			0,133
Subbase (a3)			0,180
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1,000
Subbase (m3)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})			1,48
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})			0,53
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})			0,42
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})			0,53
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	3,2 cm	5,0 cm	0,82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8,0 cm	10,0 cm	0,52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	7,5 cm	15,0 cm	1,06
ESPESOR TOTAL (cm)		30,0 cm	2,41
DISEÑADO POR : STALIN JAVIER YANCHALIQUIN MORALES			

Fuente: Autor.

Según la figura N.º 31 dada por el AASHTO, se calculó un $SN_{req} = 1,39$, para un tramo y $SN_{req} = 1,48$ para el otro, luego de un cálculo con todos los datos obtenidos con sus condiciones y en el lugar indicado se obtiene un $SN_{pro} = 2,41$, de esta forma:

$$SN_{REQ} < SN_{PRO}$$

$$1,48 < 2,41 \text{ OK.}$$

$$1,39 < 2,41 \text{ OK.}$$

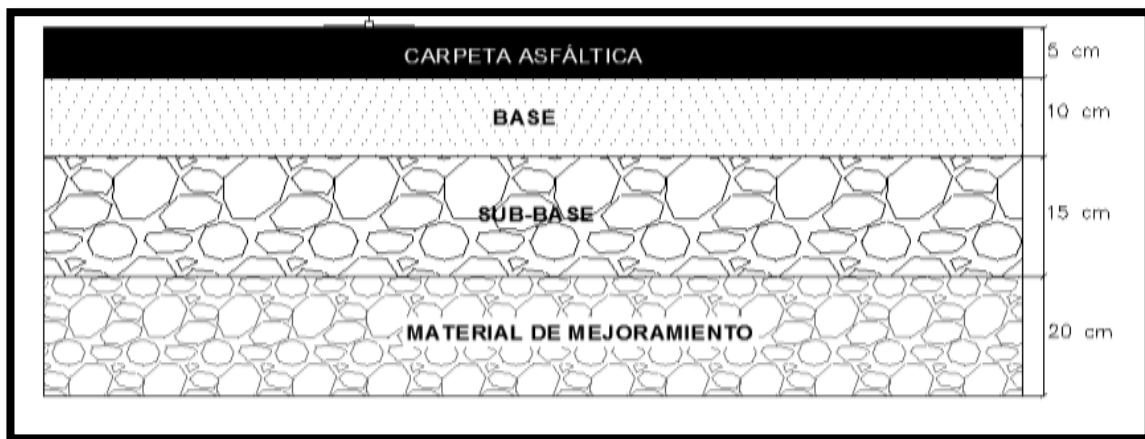


Figura 35. Espesores de las Capas de Pavimento con material de mejoramiento tramo 2+500-4+000 km y 5+000-7+000 km; Sin capa de material de mejoramiento tramo 4+000-5+000 km.

Fuente: El Autor.

3.1.8. Propiedades de los Materiales del Pavimento

Los materiales que conformaran la estructura vial, deben tener especificaciones que serán para cada capa, con características propias para cada uno de ellos.

El material de mejoramiento será conformado por piedras o pedazos de roca con tamaño de 10 a 30 cm sin materiales arcillosos, con un contenido no mayor al 20% de partículas que pasen el tamiz de 2 pulgadas y el 5% que pasen el tamiz N.º 4.[31]

Sub Base

Debido a las características del suelo del lugar y al proponer un mejoramiento de suelo, también la disponibilidad del material, recomendamos una sub base clase 3, que estará

conformada por agregados naturales y procesados, que su gradación sea uniforme dentro de los límites indicados en la siguiente tabla:[31]

Tabla 41.- Granulometría Recomendada para sub base.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm)	--	--	100
2" (50.4 mm)	--	100	--
1 1/2" (38.1 mm)	100	70-100	--
N.º 4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
N.º 40 (0.425 mm)	10-35	15-40	--
N.º 200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”

MTOP-001-F-2002

Base

Se escoge una base Clase 2, esto por la dificultad de mezclar en una planta de trituración, lo que quiere decir que la fracción de agregado grueso será triturado al menos en un 50% en peso. Serán graduada de manera uniforme dentro de los límites que se indican a continuación.[31]

Tabla 42.- Granulometría Recomendada para Base.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm)	100
3/4" (19.0 mm)	70-100
3/8" (9.5 mm)	50-80
Nº4 (4.75 mm)	35-65
Nº10 (2.00 mm)	25-50
Nº40 (0.425 mm)	15-30
Nº200 (0.075 mm)	3-15

Fuente: “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”

MTOP-001-F-2002

Capa de Rodadura

La tabla a continuación muestra la granulometría específica del material que se va a utilizar, considerando un hormigón asfáltico, que se da por el producto de una mezcla con un material pétreo y material asfáltico, esta mezcla se la realiza en caliente, colocando a su vez en una base debidamente preparada. [31]

Tabla 43.- Granulometría Recomendada para Base.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm)	100	--	--	--
3/4" (19.0 mm)	90-100	100	--	--
1/2" (12.7 mm)	--	90-100	100	--
3/8" (9.5 mm)	56-80	--	90-100	100
Nº4 (4.75 mm)	35-65	44-74	55-85	80-100
Nº8 (2.36 mm)	23-49	28-58	32-67	65-100
Nº16 (1.18 mm)	--	--	--	40-80
Nº30 (0.60 mm)	--	--	--	25-65
Nº50 (0.30 mm)	5-19	5-21	7-23	7-40
Nº100 (0.15 mm)	--	--	--	3-20
Nº200 (0.075 mm)	2-8	2-10	2-10	2-10

Fuente: "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes"

MTOP-001-F-2002

Las especificaciones de puentes y caminos del MTOP, nos da el porcentaje de agregado que se debe usar para esta mezcla en caliente. [19]

Tabla 44.- Porcentaje de Agregados Necesarios.

TAMIZ	Agregados		Porcentaje Utilizado
	Pasa	Retiene	
Grueso	1"	3/4"	10,00%
Medio	3/4"	2//8"	25,00%
Fino	2//8"	200	65,00%

Fuente: "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes"

MTOP-001-F-2002

3.1.9. Diseño de Obras Complementarias

Diseño de Cunetas

Son estructuras que van ubicadas paralelamente junto a la vía, sirve para poder desalojar el exceso de agua generado por precipitaciones, y facilitan su conducción hacia los puntos de drenaje o alcantarillas.

Las dimensiones de la cuneta para este proyecto serán de forma triangular, debido a su facilidad para la construcción y limpieza, se lo diseño con los principios de canales abiertos con flujo uniforme, se toma en cuenta para el diseño con una sección llena imaginando el escenario más hostil, con esto le damos un factor de seguridad mayor a la obra.

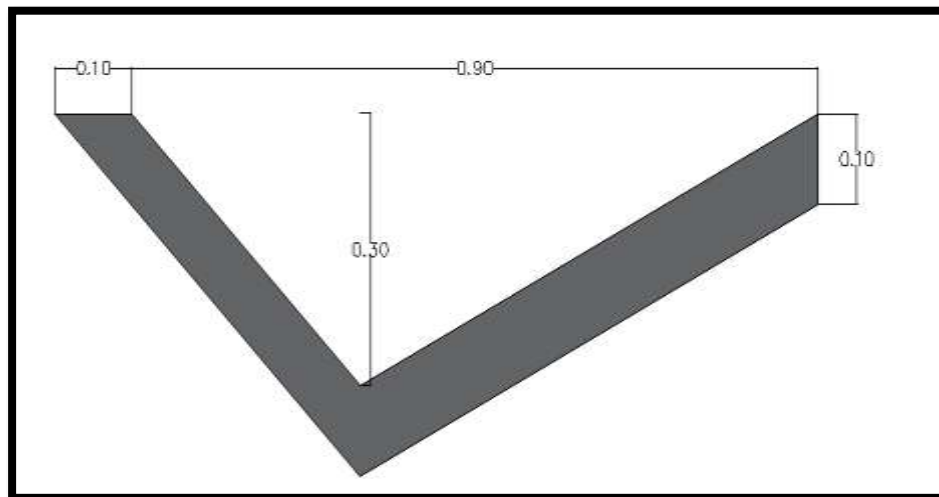


Figura 36. Dimensiones de la Cuneta.

Fuente: El Autor.

Utilizamos para el cálculo de la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * J^{1/2} \quad (30)$$

Donde:

V=Velocidad de flujo (m/s)

n=Coeficiente de rugosidad de Manning

R=Radio Hidráulico

J=Peralte de la cuneta (%)

El coeficiente de Manning esta dado en función al tipo de superficie que tendrá la cuneta. Como muestra la tabla siguiente.

Tabla 45.- Coeficiente de Rugosidad.

TIPO DE SUPERFICIE	N
Tierra Lisa	0,02
Césped con más de 15 cm	0,04
Césped con menos de 15 cm	0,06
Revestimiento rugoso de piedra	0,04
Cunetas revestidas de Hormigón	0,016

Fuente: “Reglamento Técnico Ecuatoriano” INEN 2010

El coeficiente que vamos a utilizar será de 0,016, por que las cunetas de este proyecto serán revestidas con hormigón de fé.=180 kg/cm2.[33]

Calculamos el radio hidráulico con la siguiente formula:

$$R = \frac{Am}{Pm} \quad (31)$$

Donde:

R= Radio Hidráulico

Am= Área mojada

Pm= Perímetro mojado

Tomamos las dimensiones propuestas en la figura N.º 32, entonces:

$$Am = \frac{b * h}{2}$$

$$Am = \frac{0,9 * 0,3}{2}$$

$$Am = 0,135 \text{ m}^2$$

$$Pm = \sqrt{a^2 + b^2} + \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$Pm = \sqrt{0,20^2 + 0,30^2} + \sqrt{0,7^2 + 0,3^2}$$

$$Pm = 1,12 \text{ m}$$

Entonces:

$$R = \frac{0,135}{1,12}$$
$$R = 0,121 \text{ m}$$

Ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{0,016} * 0,121^{2/3} * J^{1/2}$$
$$V = 15,29 * J^{1/2}$$

Usamos la ecuación de continuidad para determinar el caudal.

$$Q = A * V \quad (32)$$

Donde:

Q= Caudal de diseño (m³/s)

A= Área Sección (m²)

V= Velocidad del flujo (m/s)

$$Q = 0,135 * 15,29 * J^{1/2}$$
$$Q = 2,06 * J^{1/2}$$

El caudal de diseño está en función de la pendiente al igual que la velocidad de flujo, debido a esto en la tabla siguiente se observa las variables a diferentes gradientes.

Tabla 46.- Velocidades y Caudales según la Gradiente.

J%	J	V (m/seg)	Q (m3/seg)
0,50%	0,005	1,081	0,146
1,00%	0,010	1,529	0,206
1,50%	0,015	1,873	0,252
2,00%	0,020	2,162	0,291
2,50%	0,025	2,418	0,326
3,00%	0,030	2,648	0,357
3,50%	0,035	2,860	0,385
4,00%	0,040	3,058	0,412
4,50%	0,045	3,243	0,437
5,00%	0,050	3,419	0,461
5,50%	0,055	3,586	0,483
6,00%	0,060	3,745	0,505
6,50%	0,065	3,898	0,525
7,00%	0,070	4,045	0,545
7,50%	0,075	4,187	0,564
8,00%	0,080	4,325	0,583
8,50%	0,085	4,458	0,601
9,00%	0,090	4,587	0,618
9,50%	0,095	4,713	0,635
10,00%	0,100	4,835	0,651
10,50%	0,105	4,955	0,668
11,00%	0,110	5,071	0,683
11,50%	0,115	5,185	0,699
12,00%	0,120	5,297	0,714
12,50%	0,125	5,406	0,728
13,00%	0,130	5,513	0,743
13,50%	0,135	5,618	0,757
14,00%	0,140	5,721	0,771

Fuente: Autor

La pendiente longitudinal máxima de este proyecto llega a un 14% se tiene un caudal de 0,771 m³/seg con una velocidad 5,721 m/seg.

El caudal a ser desalojado se determina con la siguiente formula.

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad (33)$$

Donde:

Q= Caudal máximo esperado (m³/s)

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia de diseño

A= Área de drenaje

El coeficiente de escorrentía se obtendrá de siguiente cuadro.

Tabla 47.- Coeficientes de Escorrentía.

POR LA TOPOGRAFÍA (Ct)	C
Plana con pendiente de 0,2 a 0,6 m/km	0,3
Colinas con pendientes de 3,0 a 4,0 m/km	0,2
Colinas con pendientes de 30 a 50 m/km	0,1
POR EL TIPO DE SUELO (Cs)	C
Arcilla compacta impermeable	0,1
Combinación de limo y arcilla	0,2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0,4
POR LA CAPA VEGETAL (Cv)	C
Terrenos cultivados	0,1
Bosques	0,2

Fuente: Tesis de Grado, Campos Villafuerte Ángel.

Cálculo del coeficiente de escorrentía:

$$C = 1 - \Sigma c' \quad (34)$$

$$C = 1 - (0,1 + 0,2 + 0,1)$$

$$C = 0,6$$

Con la formula dada por el INAMHI, procedemos al cálculo de la intensidad de la lluvia:[32]

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * Pmax}{t^{0,58}} \quad (35)$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia de diseño

T = Periodo de retorno (10 años)

Pmax = Precipitación máxima (447,4 mm) Figura N.º 30

t = Tiempo de precipitaciones (minutos)

Calculamos el tiempo de concentración con la fórmula de Rowe.

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \quad (36)$$

Donde:

tc = Tiempo de Concentración (minutos)

L = Longitud máxima entre 2 alcantarillas (500 m, recomendación)

H = Diferencia de nivel desde la salida hasta la llegada del agua

La pendiente considerada para este proyecto es 14%.

$$H = L * g\%$$

$$H = 500 * 14\%$$

$$H = 70 \text{ m}$$

De esta forma:

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{500^3}{70}\right)^{0,385}$$

$$tc = 4,98 \text{ min}$$

Intensidad de Lluvia

$$I = \frac{4,14 * 10^{0,18} * 447,4}{4,98^{0,58}}$$

$$I = 1104,85 \text{ mm/hora}$$

Área drenaje

La longitud máxima entre alcantarillas es 500 m (recomendado), el ancho de la calzada 3 m (por el tipo d vía) y en ancho de cuneta 1m, de esta forma:

$$A = (\text{Ancho}_{\text{calzada}} + \text{Ancho}_{\text{cuneta}}) * L$$

$$A = (3 + 1) * 500$$

$$A = 2000 \text{ m}^2 = 0,20 \text{ ha}$$

Así:

$$Q = \frac{0,6 * 1104,85 * 0,2}{360}$$

$$Q = 0,368 \text{ m}^3/\text{seg}$$

En la tabla 45 tenemos el valor de $Q_{adm}=0,771$

$$Q_{adm} > Q_{max}$$

$$0,771 \text{ m}^3/\text{seg} > 0,368 \text{ m}^3/\text{seg} \text{ OK}$$

Sección típica transversal

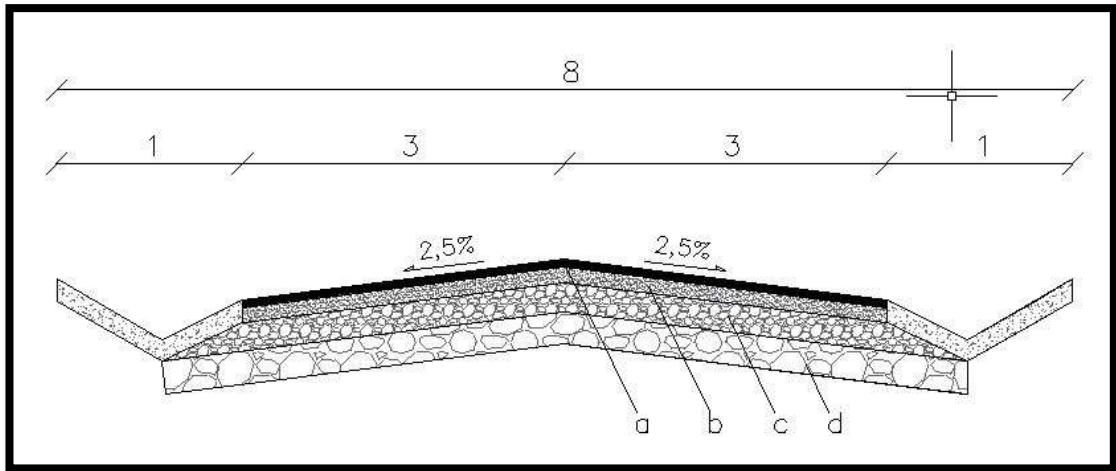


Figura 36. Sección Transversal.

Fuente: El Autor.

a = Carpeta asfáltica (5 cm)

b = Capa Base (10 cm)

c = Capa Sub Base (15 cm)

d = Capa de Mejoramiento (20 cm), tramo 2+500 - 4+000 km y 5+000 - 7+000 km.

Periodo de diseño = 20 años, Cuneta triangular revestida de hormigón.

Cálculo de Alcantarillas

Son estructuras construidas en sitio para poder superar depresiones geográficas no muy grandes, donde podamos evitar la construcción de un puente, de igual forma recoge las aguas que vienen de las cunetas.

De la siguiente forma consideramos todos los datos y parámetros para el cálculo de las alcantarillas.

Diámetro de tubería. – Las condiciones determinan el valor de diámetro de la alcantarilla entre 1,20 m y 1,50 m.

Velocidad de Esguerrimiento. – Esta entre los valores de 6 a 15 mm/min, tomando las condiciones más críticas para el cálculo, se toma un valor de 15 mm/min.

Profundidad Mínima de Tuberías. – Para evitar daños posteriores por el relleno y la carga dinámica de los vehículos se considera las siguientes profundidades:

Trafico normal = 1,00 m

Tráfico Pesado = 1,20 m

Por recomendación del MTOP, usamos la fórmula de TALBOT, para el cálculo de las alcantarillas.[19]

$$B = \frac{0,183 * C * A^{\frac{3}{4}} * i}{100} \quad (37)$$

Donde:

B = Área libre de alcantarilla (m²)

A = Área de drenaje (Ha)

C = Coeficiente de escorrentía.

Según la tabla número 45 que consideramos para el cálculo de las cunetas, obtenemos el valor del coeficiente de escorrentía, que dependen las de la topografía, la capa vegetal del sitio, entonces:

$$C = 0,60$$

Tiempo de Concentración:

$$T_c = \frac{L}{V_e}$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración

L = Longitud máxima entre alcantarillas (500 m)

V_e = Velocidades de Escurrimiento

$$T_c = \frac{500}{15}$$

$$T_c = 33,33 \text{ min}$$

Intensidad Pluvial mm/hora

$$i = \frac{389}{T_c^{0,49}}$$

$$i = \frac{389}{33,33^{0,49}}$$

$$i = 69,78 \text{ mm/hora}$$

Así:

$$0,54 = \frac{0,183 * 0,50 * A^{\frac{3}{4}} * 69,78}{100}$$

$$A = 17,23 \text{ Ha}$$

Calculamos el diámetro de la tubería, usando la expresión:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$
$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,54}{\pi}}$$

$$D = 0,83 \text{ m} \cong 1,20 \text{ m}$$

Debido que se necesita una mayor facilidad para la construcción y mantenimiento de las alcantarillas y la disponibilidad en el mercado usamos un diámetro de 1,20 m, además para tener un factor de seguridad alto para la estructura, y debido a las crecientes por la altas lluvias e infiltraciones de agua, la pendiente o bombeo que se ocupa para el desalojo del agua de la vía es de 2%.

Gráfico propuesto de la alcantarilla

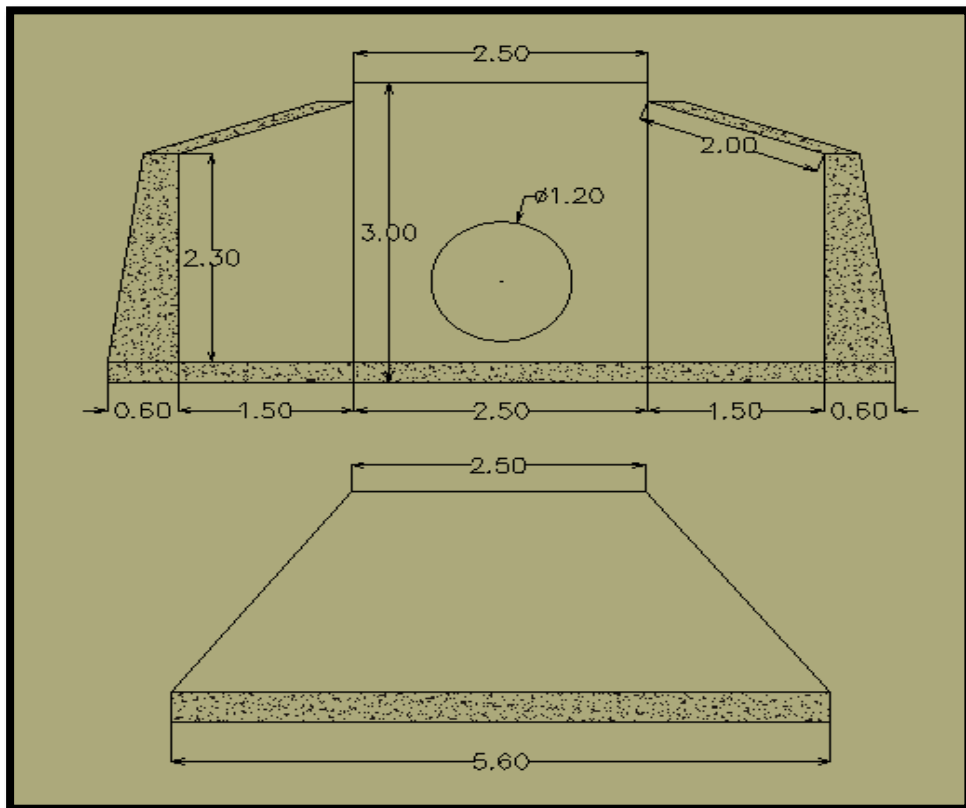


Figura 37. Dimensiones Propuestas de la Alcantarilla.

Fuente: El Autor.

3.1.10. Presupuesto referencial

3.1.10.1. Movimiento de tierras

Desbroce, Desbosque y Limpieza

Tomamos en cuenta una faja de 20 metros, es decir 10 metros por lado, y la longitud total del tramo de estudio es de 4484.98 m, es decir:

$$\text{Área Total} = 20 * 4484.98$$

$$\text{Área Total} = 8.97 \text{ ha}$$

Replanteo y Nivelación

Es igual a la longitud total en kilómetros del tramo en estudio, 4.48 km.

Excavación sin Clasificar, incluye conformación y compactación de la Subrasante

Para determinar el valor del volumen total de corte tomamos los datos obtenidos en el Auto Cad Civil 3D.

$$\text{Volumen total de Corte} = 59566.82 \text{ m}^3$$

Excavación para cunetas y encauzamiento

Para el cálculo hay que tomar en cuenta la cuneta de ambos lados y se realiza la multiplicación por la longitud de la vía:

$$\text{Volumen de Excavación} = 4484.98 * 2 * 0.135$$

$$\text{Volumen de Excavación} = 1210.94 \text{ m}^3$$

Excavación y Relleno para estructuras menores

En el plano se determina la longitud total de las tuberías en las estructuras transversales de la vía, que es: 96 m. debemos asumir una longitud de encauzamiento de 20 metros, para 8 alcantarillas, de igual forma haciendo una observación de los planos se puede ver un área de corte de 2 m de ancho de zanja y 2 m de profundidad; mientras tanto que el volumen de excavación de los cabezales será de 8 m³.

$$8 \text{ m}^3 * 8 \text{alcantarillas} = 64 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Excavación} = (64 + (20 * 2 \text{ lados} * 11 \text{ alcantarillas} * 2 * 2))$$

$$\text{Volumen de Excavación} = 1824 \text{ m}^3$$

Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo

De la excavación sin clasificar s el 20 % se utilizará para este análisis y se paga por metro cubico por motivo de desalojo y derrumbes.

$$\text{Volumen} = 59566.82 * 0.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = 24987.06 \text{ m}^3$$

3.1.10.2. Drenaje

Tubería corrugada de Acero Corrugado D=1.20m; e=2 mm; MP-100

Numero de alcantarillas = 8

Longitud por cada alcantarilla = 12 m

Longitud total de la tubería = 96 m

Hormigón Simple para cunetas f'c= 180 Kg/cm²

El área de la cuneta es de 135 m²; que está a ambos lados de la calzada; por esta razón se realiza una multiplicación por 2, igual que la longitud de la cuneta, también considerando la longitud de descarga (asumimos 50 m por km) y se resta la longitud total de relleno.

$$\text{Volumen HS para cuneta} = A * (\text{long proyect} + \text{long. desc.} - \text{long rell.}) * 2$$

$$\text{Volumen HS para cuneta} = 0.135 * ((4484.98 * 2) + 50 * 2 - 31.4) * 2$$

$$\text{Volumen HS para cuneta} = 2440.41 \text{ m}^3$$

Hormigón Simple para Cabezales de Entrada y Salida $f'c=180 \text{ Kg/cm}^2$

Volumen del Cabezal 1:

$$\text{Volumen del cabezal} = V_T * \#\text{cabezales} * \#\text{lados}$$

$$\text{Volumen del cabezal} = 4.8 * 4 * 2$$

$$\text{Volumen del cabezal} = 38.4 \text{ m}^3$$

Volumen del Cabezal 2:

$$\text{Volumen del cabezal} = V_T * \#\text{cabezales} * \#\text{lados}$$

$$\text{Volumen del cabezal} = 5.5 * 4 * 2$$

$$\text{Volumen del cabezal} = 44 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total del cabezal} = (38.4 + 44) \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total del cabezal} = 82.4 \text{ m}^3$$

3.1.10.3. Estructura del Pavimento

Capa de Mejoramiento (2+500 – 4+000 km y 5+000 – 7+000 km)

Longitud de la Carretera = 3484.89 m

Ancho de Calzada = 6 m

Espesor de material de mejoramiento = 0.2 m

Factor de Sobrecarga = 1.10

Factor de Esponjamiento = 1.20

$$\text{Volumen} = 3484.89 * 6 * 0.2$$

$$\text{Volumen} = 4181.86 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = 4181.86 * 1.10 * 1.20$$

$$\text{Volumen} = 5520.06 \text{ m}^3$$

Material Sub Base Granular Clase

Longitud de la Carretera = 4484.98 m

Ancho de Calzada = 6 m

Espesor de Sub. Base = 0.15 m

Factor de Sobreebancho = 1.10

Factor de Esponjamiento = 1.20

$$Volumen = 4484.98 * 6 * 0.15$$

$$Volumen = 4036.48 \text{ m}^3$$

$$Volumen = 4036.48 * 1.10 * 1.20$$

$$Volumen = 5328.15 \text{ m}^3$$

$$Volumen \text{ total} = 10848.21 \text{ m}^3$$

Transporte de Material Sub Base Granular Clase 3

Distancia de la Mina a la Obra = 75 km

Cantidad de Sub Base = 10848.21 m³

$$Total = 10848.21 * 75$$

$$Total = 813615.75 \text{ m}^3 - \text{km}$$

Material Base Granular Clase 2

Longitud de la Carretera = 4484.98 m

Ancho de Calzada = 6 m

Espesor de Sub. Base = 0.10 m

Factor de Sobreebancho = 1.10

Factor de Esponjamiento = 1.20

$$Volumen = 4484.98 * 6 * 0.10$$

$$Volumen = 2690.99 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = 2690.99 * 1.10 * 1.20$$

$$\text{Volumen} = 3552.11 \text{ m}^3$$

Transporte de Material Base Granular Clase 2

Distancia de la Mina a la Obra = 75 km

Cantidad de Sub Base = 3552.11 m³

$$\text{Total} = 3552.11 * 75$$

$$\text{Total} = 266408.25 \text{ m}^3 - \text{km}$$

Capa de Rodadura Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta e= 5 cm

Factor de sobreancho = 1.15

$$\text{Área} = 4484.98 * 6 * 1.15$$

$$\text{Área} = 30946.36 \text{ m}^2 ; \text{ incluye imprimación}$$

3.1.10.4. Control de Tránsito

Señalización horizontal

Longitud de la Carretera= 4484.98 m

Número de Líneas = 3

$$\text{Longitud} = L. \text{ total via} * \# \text{ lineas}$$

$$\text{Longitud} = 4484.98 * 3$$

$$\text{Longitud} = 13454.94 \text{ m}$$

Señalización Preventivas y regulatorias

Regulatoria = 8 unidades

- 4 límite de velocidad

- 4 no rebasar

Preventivas = 60 unidades

- 40 curvas
- 2 peligro de deslizamiento

Señalización Informativa

4 unidades

3.1.10.5. Medidas Ambientales

Agua para el control del polvo

Para el control del polvo consideramos 2 litros por metro cuadrado; en un área de 6 m de ancho de calzada y 10 metros más a cada lado, y la longitud de 4484.98 m.

$$\text{Área} = 4484.98 * (6 + 20)$$

$$\text{Área} = 116609.48 \text{ m}^2$$

Tabla 48.- Presupuesto.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"					
PRESUPUESTO					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	Ha	8,9	327,77	2917,15
2	Replanteo y Nivelación	Km	4,48	661,17	2962,04
3	Excavación sin Clasificar, incluye Conformación y compactación de la Subrasante	m3	59566,82	4,14	246606,63
4	Excavación para Cunetas y Encauzamiento	m3	1210,94	9,46	11455,49
5	Excavación y Relleno para Est.Menores	m3	1824	14,22	25937,28
6	Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo	m3	24987,06	2,65	66215,71
DRENAJE					
7	Tubería de Acero corrugado D=1.2 m	m	96	269,70	25891,20
8	Hormigón Simple para cunetas f'c=180 kg/cm2	m3	2440,41	172,87	421873,68
9	Hormigón Simple para cabezales f'c=180 kg/cm2	m3	82,4	216,84	17867,62
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
10	Material Sub Base Granular clase 3	m3	10848,21	12,54	136036,55
11	Transporte Material Sub Base Granular clase 3	m3-Km	813615,75	0,19	154586,99
12	Material Base Granular clase 2	m3	3552,11	8,68	30832,31
13	Transporte Material Base Granular clase 2	m3-Km	266408,25	0,19	50617,57
14	Capa de Rodadura, Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta, e = 5 cm	m2	30946,36	11,19	346289,77
CONTROL DE TRÁNSITO					
15	Señalización Horizontal	m	13454,94	1,04	13993,14
17	Señalización Vertical 60x60 cm	u	72	79,94	5755,68
CONTROL DE TRÁNSITO					
18	Agua para el Control del polvo	m2	116609,48	13,54	1578892,36
			TOTAL	3138731,18	
PRECIO TOTAL DE LOS RUBROS					
Tres millones ciento treinta y ocho mil setecientos treinta y un, 18/100 dólares					
				Ambato-Ecuador	
Elaborado por: Stalin Javier Yanchaliquin Morales				dic-20	

Fuente: El autor

3.1.10.6. Especificaciones Técnicas

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de los rubros que pertenecen al presente proyecto, que están basadas en las ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002[31]

3.1.10.6.1. Movimiento de tierras

Desbroce, Desbosque y Limpieza (sección 302)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”[31]

Procedimientos de trabajo. – El desbroce, desbosque y limpieza se realizarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, repique y cualquier otro procedimiento que dé resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. De forma general se realizará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes.

En las zonas de excavaciones o terraplenes de altura inferior a 2 metros deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el fiscalizados como inadecuado. En los sectores que deben cubrirse por terraplenes de alturas superiores a 2 metros, la tala de árboles se podrá realizar de forma que el corte se haga a una altura no superior a los 20 centímetros sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberán cortar al ras.

Las áreas fuera del límite de la construcción de la vía y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor a 30 centímetros.

Medición. - La cantidad que debe pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y

minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo que se provechan fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al contratista.

Pago. - Este precio y pago y constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Desbroce, Desbosque y Limpieza	Hectárea (Ha)

Replanteo y Nivelación

Procedimiento de Trabajo. – Son los trabajos pertinentes a la nivelación de todo el proyecto ejecutado por el contratista y con la autorización del fiscalizador, el procedimiento de ubicar las estacas se lo realiza cada 20 metros al eje de la vía en rectas y a cada 10 metros en curvas, en lo posible se los debe señalar con material reflectivo.

Medición. – Ninguna en particular, se toma Kilómetro para todo el procedimiento de trabajo.

Pago. - Se paga en base a la propuesta en el precio unitario y se pagará en forma global

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Replanteo y Nivelación.....	Kilómetro (Km)

Excavación sin Clasificar, Incluye conformación y compactación de la Subrasante (Sección 303-2.01.1 y Sección 305)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002” [31]

Excavación sin clasificar. – Excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Replanteo y Nivelación.....	Metro cúbico (m ³)

Terraplenado

Procedimiento de trabajo. – Según indican en los planos o lo vea necesario el Fiscalizador, la capa superior de 15 centímetros de espesor del suelo que existe por debajo de un terraplén deberá compactarse con la misma exigencia requerida para el material a ubicarse en el terraplén.

Colocación. – Para la construcción de terraplenes, el material de tierra, grava, fragmentos de roca y otro material relativamente fino deberá ser colocado en capas aproximadamente horizontales y su espesor será determinado por el Fiscalizador de acuerdo al equipo de compactación que disponga el contratista de la Obra.

Compactación. – Cada una de las capas del material colocada en el terraplén deberá ser humedecida u oreada hasta lograr el contenido de humedad óptima para obtener una compactación que se requiere, luego de lo cual se precede a compactarla con rodillos aprobados.

Medición. – Los terraplenes no se medirán para su pago directo. La excavación para la construcción de terraplenes se medirá y pagara con lo indicado en subsecciones

pertinentes de las presentes Especificaciones y en las disposiciones especiales, por lo tanto, la medición en excavación y relleno (sección 303) es en metros cúbicos.

Pago. - Para realizar los trabajos descritos en esta sección no serán pagados en forma directa, sino que será considerada como una obligación de la contratista subsidiaria al conjunto de trabajos cuyo pago se efectúe mediante los precios unitarios establecidos en el contrato.

Excavación para cunetas y encauzamientos (Sección 307-3)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”[31]

Procedimientos de Trabajo. – Las cunetas y los encauzamientos serán construidas de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señalados en los planos o por indicaciones del fiscalizador.

La construcción podrá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, con una combinación de estas operaciones. No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya y será obligación, y será obligación del contratista mantenerlas limpias de manera permanente para un funcionamiento eficiente, hasta la recepción provisiona sin costo adicional.

Medición. – Las cantidades a pagarse por la excavación de cunetas y encauzamientos serán aquellas medidas en obra por trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados. La unidad será el metro cubico o el metro lineal, según se establezca en el contrato.

Pago. – Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados, que estén en el contrato.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Excavación para cunetas y Encauzamientos	Metro cúbico (m ³)
Excavación para cunetas y Encauzamientos	Metro lineal (m)

Excavación y relleno para estructuras menores (Sección 307-1)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”[31]

Procedimientos de Trabajo. – Antes de ejecutar la excavación para las estructuras, deberán realizarse, en el área fijada, las operaciones para la limpieza de acuerdo a la Sección 30.

El contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que puedan tomar los datos del terreno natural necesarios para determinar las cantidades de obra que se realizan.

Luego de terminar cada excavación, de acuerdo a las indicaciones de los planos y del Fiscalizador, el contratista debe informar de inmediato al fiscalizador y no podrá iniciar la construcción de cimentaciones, alcantarillas y otras obras de arte hasta que el fiscalizador haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase de material de la cimentación.

Excavación para alcantarillas. – El Ancho de la zanja que se excave para una alcantarilla o conjunto de las alcantarillas estará de acuerdo a lo indicado en los planos o como indique el fiscalizador. El ancho no podrá ser aumentado por el contratista para un mejor trabajo a su conveniencia.

Medición. - La cantidad a pagarse por excavación y relleno para estructuras, inclusive alcantarillas, serán los metros cúbicos medidos en la obra de material efectivamente excavado, de conformidad con lo señalado en los planos u ordenado por el Fiscalizador.

Pago. - Los Precios y pagos constituirán la compensación total de la excavación y relleno para estructuras, el control y evacuación de agua, así como por la construcción y remoción de las ataguías, si fueren requeridas y toda la mano de obra, equipo,

herramientas, materiales, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de trabajos descritos en esta sección.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Excavación y Relleno para estructuras Menores.....	Metro cúbico (m ³)

Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo (Sección 308-4)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002” [31]

Procedimientos de Trabajo. – El desalojo de derrumbes depositado en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, para evitar la destrucción de la subrasante, afirmador o la carpeta asfáltica.

No se reconocerá pago alguno de derrumbes en caso de que el Fiscalizador establezca que los mismos se deben a negligencia o descuido del Contratista.

Medición. – Las cantidades a pagarse serán en metros cúbicos de materiales efectivamente desalojados de la plataforma y cunetas de camino.

Pago. – Se pagará el precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato. Si este rubro no está incluido en el contrato, se considerará que el trabajo de acabado de la obra está compensado con los pagos efectuados por los varios rubros de excavación y relleno.

Este pago constituirá la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos anteriormente.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Limpieza de Derrumbes.....	Metro cúbico (m ³)

3.1.10.6.2. Drenaje

Tubería de Hacer corrugado D=1.20 m; e=2.5 mm (Sección 602)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002” [31]

Procedimiento de Trabajo

Colocación de Tubos. – Los tubos o accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con sumo cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños de su superficie galvanizada o cao de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos aprobados por el fiscalizador.

Los tubos deberán estar colocados en una zanja excavada de acuerdo con la alineación pendiente indicadas en los planos o por el fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser preparado en tal forma que fresca un apoyo firme y uniforme a todo lo largo de la tubería todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado extraído, recolado o reemplazado por el Contratista a su carrera.

Muros de Cabezal. – Según los planos, los muros cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instituciones del fiscalizador.

Tubos de Acero Corrugado. – Los tubos de acero corrugado se utilizarán para alcantarillas, sifones, drenes y otros conductos y deberán cumplir lo previsto en la subsección anterior. Las dimensiones, tipos y calibres o espesores de los tubos se conformarán con lo especificado en el AASHTO M-36 y con lo que indica los documentos contractuales. Podrán ser remachados con Suelda de puntos o con costura helicoidal, a opción del Contratista.

Medición. – La medición se efectuará a lo largo de la tubería instalada y a las instrucciones del Fiscalizador; cualquier exceso no autorizado no será pagado.

Los muros de cabezal, muros terminales u otras estructuras realizadas para la completa terminación de la obra, serán medidos para el pago de acuerdo a lo estipulado en las siguientes especificaciones.

Pago. – Estos Precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, colocación, instalación juntura, apuntalado, sellado y comprobación de la tubería de metal corrugado, incluyendo cualquier refuerzo de extremidades y capas de protección, el revestimiento y pavimento requeridos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Limpieza de Derrumbes.....	Metro Lineal (m)

3.1.10.6.3. Estructura del Pavimento

Material con la Sub Base Granular Clase 3 (Sección 403)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002” [31]

Procedimiento de Trabajo

Preparación de la Subrasante. – Antes de proceder a la colocación de los agregados para la subbase, el contratista habrá terminado a la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales.

Selección y Mezclado. – Los agregados preparados para la subbase deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de subbase establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el contratista efectuará la

selección de agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr una granulometría apropiada.

Tendido, Conformación. – Cuando el material de la subbase haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria.

Compactación. - Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de subbase, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 10 toneladas, rodillos vibratorios de la fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

Medición. – Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de subbase terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso deberá considerarse para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados de manera previa por el fiscalizador.

Pago. – Los precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de subbase, incluyendo a la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones convexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta Sección.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Sub Base Clase 3.....	Metro Cúbico (m ³)

Material Base Granular Clase 2 (Sección 404)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”. [31]

Procedimiento de Trabajo

Preparación de la Sub-Base. – La superficie de la Sub-Base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

Selección y Mezclado. – Los agregados preparados para la base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el contratista efectuará la selección de agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr una granulometría apropiada.

Tendido, Conformación. – Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación.

Compactación. - Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 toneladas, rodillos vibratorios de la fuerza de compactación equivalente o mayor.

Medición. – Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso deberá

considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados de manera previa por el fiscalizador.

Pago. – Los precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo a la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones convexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta Sección.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Base Clase 2.....	Metro Cúbico (m ³)

Asfalto RC-250 para imprimación, incluye transporte, 1.40 lt/m² (Sección 405-1), Riego de Imprimación.

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”. [31]

Procedimiento de Trabajo. – El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación de asfalto.

Distribución del Material bituminoso. - El asfalto de imprimación será distribuida uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en la longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de la vía no imprimada

Aplicación de la Arena. – La aplicación de arena en una capa sobre el material del riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en

horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.

Circulación de Vehículos. – No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos que sea necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad baja. El fiscalizador deberá determinar en cada caso el tiempo mínimo en que la superficie se mantendrá imprimada antes de cubrirla con la capa siguiente.

Medición. – Para realizar el pago por riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el fiscalizador.

Pago. – Estos Precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimirse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro transporte y distribución de la arena para la protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Asfalto MC para imprimación.....	Litro (lt)

Capa de rodadura Hormigón asfáltico Mezclado en Planta e = 5 cm incluye Transporte (Sección 405-5)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”. [31]

Descripción. - El trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno

mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclado en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Equipo de Transporte. - Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

Equipo de Distribución de la mezcla. – La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una maquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamiento, pendientes y ancho especificados.

Equipo de Compactación. - El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables.

Formula Maestra de Obra. – Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la formula maestra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica.

Dosificación y Mezclado. – Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.

Distribución. – La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85°C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Medición. - Las cantidades a pagarse por la construcción de carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el fiscalizador.

Pago. – Los precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá del hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta Sección.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Capa de Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta; e = 5 cm.....	Metro cuadrado (m ²)

3.1.10.6.4. Control de Tránsito

Marcas Permanentes del Pavimento. Señalización Horizontal (Sección 705)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”.[31]

Descripción. – Este trabajo constituirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo. – Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secar y libres de polvo, de suciedad, acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Medida. – El precio contractual para cada tipo o color de línea sea diferente de 10 centímetros, deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a pagarse será ajustada con relación al ancho especificado de 10 centímetros; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 10 centímetros.

Pago. – Las cantidades a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, MSP, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Marcas de Pavimento (Pintura).....	Metro lineal (m)

Señalización Preventiva (Sección 710)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”.[31]

Descripción. - Considera una serie de actividades tendientes a delimitar y señalar las áreas de trabajo de tal forma de generar todas las condiciones de seguridad a los usuarios de la vía y a los obreros de la misma en sus etapas de construcción y mantenimiento vial.

Procedimiento de Trabajo. – El transito durante el proceso de construcción debe ser planificado y regulado mediante adecuados controles y auto explicativos sistemas de señalización.

El contratista deberá cumplir todas las regulaciones que se hayan establecido, se establezcan o sean emitidas por el Fiscalizador, con la finalidad de reducir los riesgos de accidentes en la vía.

Medición y Pago. - Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, no se pagarán d forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

Señalización Ambiental (Sección 711)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”.[31]

Descripción. – Trata sobre la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo de obra vial.

Procedimiento de Trabajo. – Antes de iniciar los trabajos preliminares en la obra, el contratista implementará una adecuada rotulación ambiental de carácter informativa, preventiva y de restricciones.

Las señales informativas tendrán como objetivo el advertir a los trabajadores, visitantes y población aledaña a la zona de la obra sobre la ejecución de trabajos relacionados con la vía.

Las señales preventivas tendrán por objeto advertir a los trabajadores y usuarios de la vía acerca de la existencia y naturaleza y de peligros potenciales en las zonas de trabajo, e indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presenten, especialmente en cuanto a la velocidad de circulación.

Las señales de restricción señalarán las acciones que no se deben realizar a fin de no causar impactos ambientales negativos en el entorno.

Medición. – La medición de los rótulos será unitaria y se pagarán por unidad a los precios contractuales que consten en el contrato.

Pago. – Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la construcción y colocación de los rótulos; en los pagos se incluirán mano de obra, materiales, herramientas, equipos y operaciones conexas a la instalación misma en el sitio.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Señalización Preventiva, Regulación e Informativa	Unidad (u)

3.1.10.6.5. Medidas Ambientales

Control de Polvo (Sección 205)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-F 2002”.[31]

Descripción. – Este trabajo consistirá en la publicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

Procedimientos de Trabajo. – En el caso de usar agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de los rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación. La velocidad máxima de aplicación de 5 km/h.

Medición. – Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán los miles de litros de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador.

Pago. – Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios que consten en el contrato, para los rubros abajo designados.

No se realizará ningún pago al Contratista por la aplicación de paliativos contra el polvo en horas fuera de la jornada de trabajo normal o en los días no laborables. Tampoco se ajustará el precio unitario en caso de que la cantidad realmente utilizada sea mayor o menos a la que se estima en el presupuesto del contrato.

N.º del rubro de pago y designación	Unidad de Medición
Agua para Control d Polvo	Litros (lt)

4. CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Al ejecutar el levantamiento topográfico en el tramo 2+500 km-7+00 km la vía Chazojuan-La Palma, existen varias condiciones del lugar como: una insuficiente sección transversal en distintos tramos, curvas cerradas con radios limitados a los que nos sugiere la norma MTOP, lo cual la circulación no es fluida.
- Determinado el TPDA, mediante el conteo vehicular con un tráfico proyectado a 20 años, se tuvo un valor de 126 vehículos por día, que según Tablas del MTOP nos da una vía de Clase IV, lo que nos permite usar los valores correspondientes para su diseño geométrico y la estructura del pavimento.
- El diseño geométrico de la vía, se lo hizo mediante el valor el TPDA calculado y el tipo de carretera sugerida por el MTOP, que será diseñada con una velocidad de Diseño de 25 km/h, tomando en cuenta que es una topografía Escarpada, Montañosa y Accidentada.
- Realizado los estudios de suelo pudimos encontrar que la vía tiene un tipo de suelo limoso de alta plasticidad en los primeros 500 metros y en las abscisas 6+000 km a la 7+000 km, y un limo de baja plasticidad de la abscisa 3+000 km + 5+000 km del tramo en estudio. Mientras que el valor de los CBR, en los que podemos encontrar un tramo con un suelo que tiene un valor de 1,50 %, siendo un suelo muy malo para construir una estructura vial sobre de este, por lo que se debería realizar un mejoramiento del suelo.
- Se calculo la estructura de pavimento con el método del AASHTO 93, con el TPDA calculado y un valor de CBR de 20 % que nos recomienda la norma y 16% del tramo , obteniendo los espesores de dimensiones: 15 cm de Sub base, 10 cm de Base y 5 cm de carpeta asfáltica. Con un total de 30 cm de espesor.

- Se obtuvo el presupuesto referencial del proyecto con un monto estimado de 3 138 731,18 \$ USD (Tres millones ciento treinta y ocho mil setecientos treinta y un, 18/100 dólares) aproximadamente, este monto de inversión nos permitirá la construcción que unirá varios poblados alejados y mejorará el transporte de personas y productos del sector.

4.2. Recomendaciones

- Se deberá realizar estudios complementarios, debido a que se trata de un estudio de prefactibilidad, por lo que se puede recalculan los elementos del diseño presentado, para obtener un estudio completo de factibilidad de este proyecto.
- Como se trata de un proyecto de gran impacto, hay que socializar el mismo con la población y los sectores aledaños, considerando que se trata de un proyecto de pre factibilidad y sus limitaciones.
- Realizar un mantenimiento frecuente de la vía y sus obras complementarias de drenaje para mantener la estructura en buen estado y su buen funcionamiento.
- Al momento de ejecutar la obra, se deberá tener una supervisión técnica del proyecto cumpliendo las normas, factores de seguridad y previsiones especificados en el estudio. Para obtener una estructura vial funcional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. D. Hincapie, I. Montoya Gomez, and J. J. Bustamante, “Sistema Vial Terciario y Educación Rural en Antioquia (Colombia): un modelo probit ordenado y multivariado,” *Ecos Econ.*, vol. 21, no. 44, pp. 72–85, 2017, doi: 10.17230/ecos.2017.44.3.
- [2] MTOP, “Plan estratégico de movilidad,” *Ministerio de Transporte y Obras Publicas*. 2016.
- [3] R. Trujillo Torres, “El Modelo peruano para el desarrollo de caminos rurales,” *Rev. Ing.*, no. 45, pp. 40–51, 2017.
- [4] R. Leclair, “Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales,” no. 596. Guatemala, 2001.
- [5] J. Escobal D’Angelo and C. Ponce, *El beneficio de los caminos rurales: ampliando oportunidades de ingreso para los pobres*. 2002.
- [6] A. Gordon, Keller; Geral, Bauer; Mario, *Caminos Rurales con Impactos Mínimos*, 1st ed. Ciudad De Guatemala, 1995.
- [7] E. Guayaquil, “Las lluvias suman 11 kilómetros de vías afectadas en el país,” *El Comer.*, no. I, pp. 1–2, 2019.
- [8] O. Martínez, “ESQUEMA DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO en vías terciarias: Colombia responde,” *Rev. Ing.*, no. 45, pp. 52–57, 2017, doi: 10.16924/riua.v0i45.941.
- [9] G. Ospina, “El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia,” *Rev. Ing.*, vol. 0, no. 44, p. 20, 2016, doi: 10.16924/riua.v0i44.911.
- [10] D. Zaninovich, “Vías regionales y la necesidad de una gestión compartida,” *Rev. Ing.*, no. 45, pp. 72–79, 2017, doi: 10.16924/riua.v0i45.944.
- [11] B. Caro, Silvia; Caicedo, “Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia,” *Rev. Ing.*, no. 45, pp. 12–21, 2017, doi: 10.16924/riua.v0i45.936.
- [12] F. M. Laica, “Diseño Geométrico Del Camino Vecinal La Independencia – Anillo Vial Hacia La Comunidad Jaime Roldós Aguilera Ii Bloque, Ubicado En El Cantón Arajuno, Provincia De Pastaza,” p. 325, 2016.
- [13] P. Lorah, A. Ready, and E. Rinn, “Using drones to generate new data for

- conservation insights,” *Int. J. Geospatial Environ. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–11, 2018.
- [14] D. N. Ruales, “Pertinencia Del Uso De Drones En La Caracterización Geo Espacial Del Módulo Dos Junta De Agua De Riego De La Comuna Morlán, Imbabura,” pp. 1–92, 2018.
- [15] Q. Abdullah, “Harnessing Drones The Photogrammetric Way,” *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, vol. 85, no. 5, pp. 329–337, 2019.
- [16] K. Yamafune, “Using computer vision photogrammetry (agisoft photoscan) to record and analyze underwater shipwreck sites,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1–178, 2017, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [17] J. Cárdenas, *Diseño geométrico de Carreteras*, 2nd ed. Bogotá, 2013.
- [18] A. Campos, “Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía constantino fernández-san bartolomé de pinllo; quebrada shahuanshi.” p. 277, 2016.
- [19] MTOP, “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras,” *Mtop*, vol. 2, pp. 1–475, 2003, [Online]. Available: https://snavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf.
- [20] L. Perez, “Mecanica de suelos II.” p. 140, 2011.
- [21] E. Juárez Badillo, *Mecánica de Suelos*, 2nd ed., vol. 1, no. 2. Mexico D.F.: LIMUSA, 1973.
- [22] AASHTO, “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento.” Washington D.C., 1993.
- [23] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de pavimentos*. Bogotá, 2006.
- [24] DJI, “MAVIC 2 PRO, Manual de usuario.” pp. 1–68, 2018.
- [25] C. Ruiz, “Propuesta de un Plan de Seguridad y Salud para Obras de Construcción,” *Pontificia Universidad Católica del Perú*. p. 316, 2008, [Online]. Available: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/181?show=full>.
- [26] Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana, “Bienvenidos al Ecuador – Geografía – Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana,” 2020. <https://www.cancilleria.gob.ec/bienvenidos-geografia-del-ecuador/> (accessed Jun. 16, 2020).

- [27] Gobierno Provincial Autónomo de Bolívar, “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Bolívar.” Guaranda, p. 358, 2015, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [28] GAD Guaranda, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2014-2025.” p. 274, 2015.
- [29] GAD Parroquial -Salinas, “Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Salinas,” p. 79, 2015.
- [30] E. Torres Bonilla, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI,” Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [31] MTOP, “Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes.,” *Repub. Del Ecuador Minist. Obras Publicas Y Comun. Mop - 001-F 2002*, vol. 3, no. 9, pp. 1689–1699, 2002.
- [32] I. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, *Anuario meteorológico N° 53-2013*, no. 52. Quito, 2017.
- [33] INEN, “Reglamento Técnico Ecuatoriano.” Quito, 2015.

ANEXOS

ANEXO A

MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales

	
<p>ANEXO A-1.- Estacas de madera</p>	<p>ANEXO A-2.- Libreta de campo</p>
	
<p>ANEXO A-3.- Pintura Reflectiva y marcadores</p>	<p>ANEXO A-4.- Muestras de Suelo</p>

Equipos

	
<p>ANEXO A-5.- Drone Mavic 2 Pro</p>	<p>ANEXO A-6.- Smart phone</p>
	
<p>ANEXO A-7.- Computadora</p>	<p>ANEXO A-8.- Cinta Métrica</p>
	
<p>ANEXO A-7.- Equipos de Seguridad</p>	<p>ANEXO A-8.- Herramientas</p>

Equipos



ANEXO A-9.- Horno



ANEXO A-10.- Tamices



ANEXO A-11.- Moldes, para proctor y CBR



ANEXO A-12.- Recipientes Metálicos



ANEXO A-13.- Copa Casa Grande









ANEXO A-14.- Balanza

ANEXO B

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Levantamiento Topográfico

	
<p>ANEXO B-1.- Reconocimiento de la vía</p>	<p>ANEXO B-2.- Panorámica de la vía</p>
	
<p>ANEXO B-3.- Iniciando el Levantamiento</p>	<p>ANEXO B-4.- Levantamiento (ortofoto1)</p>
	
<p>ANEXO B-5.- Levantamiento (ortofoto 2)</p>	<p>ANEXO B-6.- Levantamiento (ortofoto3)</p>

Anexo B-7.- Informe Levantamiento Topográfico

TESIS

Informe de procesamiento

VÍA CHAZOJUAN-LA PALMA, Km 2+500-7+000



Calibración de cámara

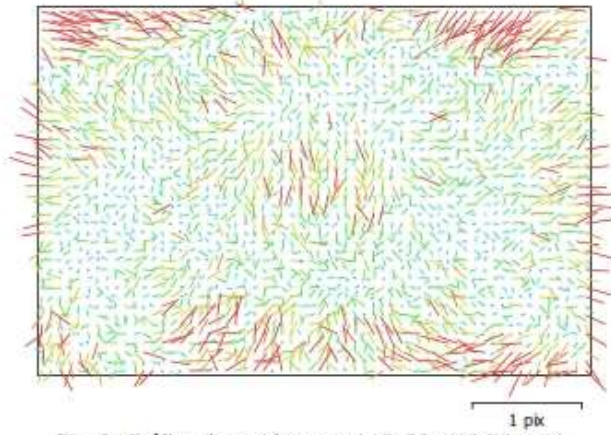


Fig. 2. Gráfico de residuos para L1D-20c (10.26 mm).

L1D-20c (10.26 mm)

286 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	5472 x 3648	10.26 mm	2.41 x 2.41 micras
F:	4256		
Cx:	7.56731	B1:	-6.5728
Cy:	-21.708	B2:	1.50867
K1:	0.019239	P1:	0.000837202
K2:	0.00405604	P2:	-0.000466882
K3:	0	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Calibración de cámara

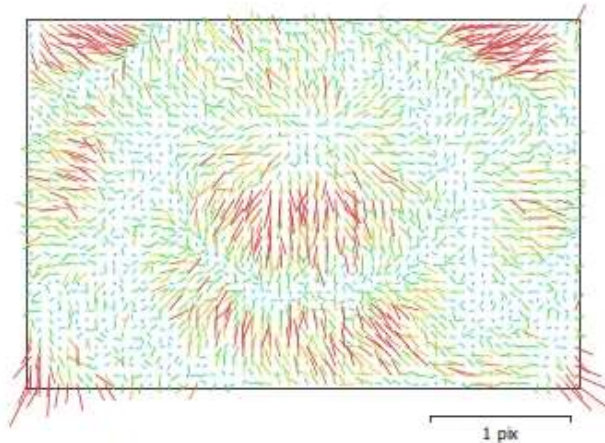


Fig. 4. Gráfico de residuos para L1D-20c (10.26 mm).

L1D-20c (10.26 mm)

442 imágenes

Tipo Cuadro	Resolución 5472 x 3648	Distancia focal 10.26 mm	Tamaño de píxel 2.41 x 2.41 micras
F:	4458.76		
Cx:	-0.00288685	B1:	-4.57544
Cy:	-12.4733	B2:	0.704542
K1:	0.00815328	P1:	0.000818978
K2:	0.035542	P2:	-0.000299867
K3:	-0.0360957	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Calibración de cámara

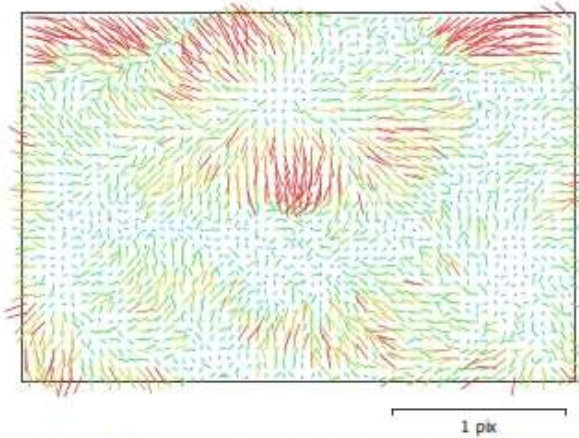


Fig. 5. Gráfico de residuos para L1D-20c (10.26 mm).

L1D-20c (10.26 mm)

475 imágenes

Tipo Cuadro	Resolución 5472 x 3648	Distancia focal 10.26 mm	Tamaño de píxel 2.41 x 2.41 micras
F:	4416.69		
Cx:	2.214	B1:	-5.85782
Cy:	-15.2134	B2:	-1.42628
K1:	0.00887608	P1:	0.00081856
K2:	0.0360694	P2:	-0.00037868
K3:	-0.0391747	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Posiciones de cámaras

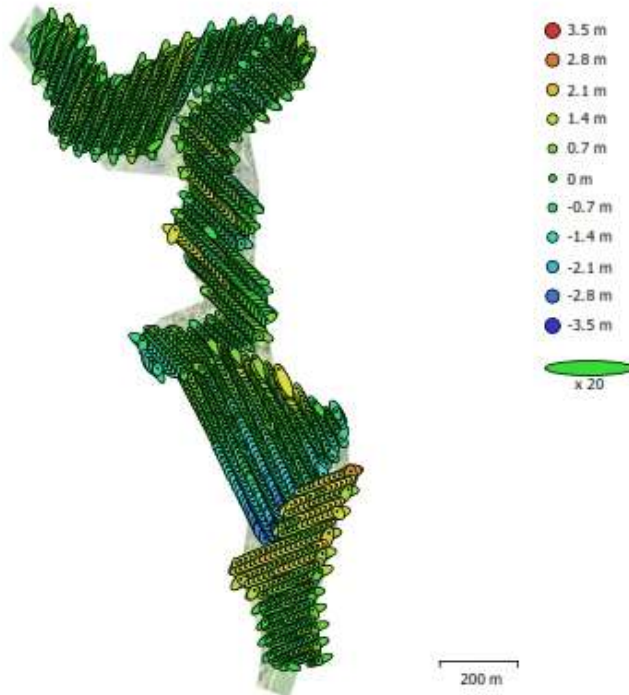


Fig. 6. Posiciones de cámaras y estimadores de error.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.
Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
0.979017	1.2961	0.835773	1.6243	1.82671

Tabla 2. Errores medios de las posiciones de cámaras.
X - Longitud, Y - Latitud, Z - Altitud.

Modelo digital de elevaciones

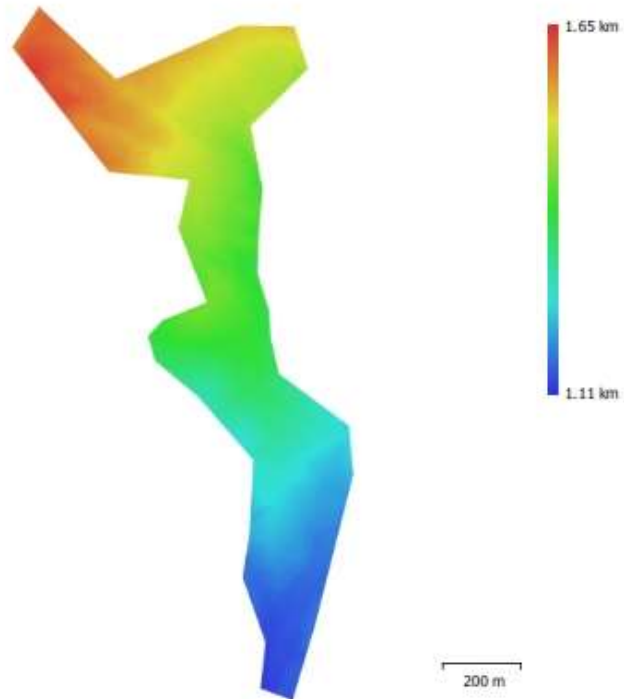


Fig. 7. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 27.1 cm/pix
Densidad de puntos: 13.6 puntos/m²





Parámetros de procesamiento

Generales	
Cámaras	1614
Cámaras orientadas	1612
Marcadores	4
Formas	
Políneas	190
Polígonos	449
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
Sistema de coordenadas	WGS 84 (EPSG::4326)
Ángulo de rotación	Guiñada, cabeceo, alabeo
Nube de puntos	
Puntos	622,001 de 756,538
RMS error de reproyección	0.186054 (1.25592 pix)
Error de reproyección máximo	0.579265 (61.2225 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	5.38921 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	10.0137
Mapas de profundidad	
Número	1612
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Baja
Nivel de filtrado	Desactivado
Tiempo de procesamiento	17 horas 36 minutos
Nube de puntos densa	
Puntos	20,002,252
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Baja
Nivel de filtrado	Desactivado
Tiempo de procesamiento	17 horas 36 minutos
Parámetros de generación de la nube densa	
Tiempo de procesamiento	19 horas 45 minutos
Modelo	
Caras	1,265,125
Vértices	636,257
Colores de vértices	3 bandas, uint8
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Baja
Nivel de filtrado	Desactivado
Parámetros de reconstrucción	
Tipo de superficie	Bajorelieve / terreno
Datos fuente	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	2 minutos 27 segundos
Modelo digital de elevaciones	
Tamaño	5,212 x 8,874
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
Parámetros de reconstrucción	
Datos fuente	Malla
Interpolación	Habilitada

Generales	
Tiempo de procesamiento	3 minutos 57 segundos
Ortomosaico	
Tamaño	30,757 x 54,904
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
Colores	3 bandas, uint8
Parámetros de reconstrucción	
Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	Malla
Permitir la corrección de color	No
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Tiempo de procesamiento	2 horas 10 minutos
Software	
Versión	1.5.2 build 7838
Plataforma	Windows 64

ANEXO C
CONTEO VEHICULAR

Conteo Vehicular

	
<p>ANEXO C-1.- Hoja para el conteo del TPDA</p>	<p>ANEXO C-2.- Estación 1 de Conteo, día 1</p>
	
<p>ANEXO C-3.- Estación de Conteo 2, día 3</p>	<p>ANEXO C-4.- Estación de Conteo 2, día 4</p>
	
<p>ANEXO C-5.- Conteo Vehicular, día 5</p>	<p>ANEXO C-6.- Conteo Vehicular, día 7</p>

ANEXO C-7.- Conteo Vehicular, día 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA							
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL							
PROYECTO:	Via entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma				CONTEO: 12 horas		
FECHA:	domingo, 17 de noviembre de 2019				CANTON: Guaranda		
					PARROQUIA: Salinas		
					PROVINCIA: Bolivar		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2DB	3A	4C		
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15-6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30-6:45	1	1	1	0	0	3	
6:45-7:00	0	0	1	0	0	1	5
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	5
7:15-7:30	0	0	1	0	0	1	5
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	2
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	1	0	0	0	0	1	2
8:15-8:30	0	0	1	0	0	1	2
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	2
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	2
9:00-9:15	1	0	1	0	0	2	3
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	2
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	2
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	2
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	1	0	0	0	0	1	1
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	1
10:45-11:00	0	0	1	0	0	1	2
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	2
11:15-11:30	1	0	0	0	0	1	2
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	2
11:45-12:00	1	0	0	0	0	1	2
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	2
12:15-12:30	1	0	0	0	0	1	2
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	2
12:45-13:00	0	0	1	0	0	1	2
13:00-13:15	0	0	1	0	0	1	3
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	2
13:30-13:45	2	0	0	0	0	2	4
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	3
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	2
14:15-14:30	0	1	0	0	0	1	3
14:30-14:45	1	0	0	0	0	1	2
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	2
15:00-15:15	0	0	0	0	0	0	2
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	1
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00	1	0	0	0	0	1	1
16:00-16:15	0	0	1	0	0	1	2
16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	2
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	2
16:45-17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00-17:15	1	0	0	0	0	1	1
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	1
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	1
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	13	2	9	0	0	24	
%	54	8	38	0	0	100	

ANEXO C-8.- Conteo Vehicular, día 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO:	Via entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma				CONTEO: 12 horas		
FECHA:	lunes, 18 de noviembre de 2019				CANTON: Guaranda		
					PARROQUIA: Salinas		
					PROVINCIA: Bolivar		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2DB	3A	4C		
6:00-6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15-6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30-6:45	1	0	1	0	0	2	
6:45-7:00	1	0	0	0	0	1	5
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	4
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	3
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	1
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	0
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0
8:15-8:30	0	0	1	0	0	1	1
8:30-8:45	1	0	0	0	0	1	2
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	2
9:00-9:15	1	0	0	0	0	1	3
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	2
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	1
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	1	0	1	0	0	2	2
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	2
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	2
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	2
11:45-12:00	1	0	0	0	0	1	1
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	1
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	1
12:45-13:00	1	0	0	0	0	1	1
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	1
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30-13:45	1	0	0	0	0	1	2
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	1
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	1
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	1
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	0
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	0
15:00-15:15	0	0	0	0	0	0	0
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00-16:15	0	0	1	0	0	1	1
16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	1
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	1
16:45-17:00	1	0	0	0	0	1	2
17:00-17:15	0	0	0	0	0	0	1
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	1
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	1
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11	0	4	0	0	15	
%	73	0	27	0	0	100	

ANEXO C-9.- Conteo Vehicular, día 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO:	Via entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma				CONTEO: 12 horas		
FECHA:	martes, 19 de noviembre de 2019				CANTON: Guaranda		
					PARROQUIA: Salinas		
					PROVINCIA: Bolivar		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2DB	3A	4C		
6:00-6:15	2	0	0	0	0	2	
6:15-6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30-6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45-7:00	1	0	0	0	0	1	5
7:00-7:15	0	0	1	0	0	1	4
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	3
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	2
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	0
8:30-8:45	1	0	0	0	0	1	1
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	1
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	1
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	1
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	0
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	1	0	0	0	0	1	1
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	1
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	1
12:45-13:00	0	0	1	0	0	1	1
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	1
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30-13:45	1	0	0	0	0	1	2
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	1
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	1
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	1
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	0
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	0
15:00-15:15	0	0	0	0	0	0	0
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0
16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	0
16:30-16:45	1	0	0	0	0	1	1
16:45-17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00-17:15	0	0	0	0	0	0	1
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	1
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	9	0	2	0	0	11	
%	82	0	18	0	0	100	

ANEXO C-10.- Conteo Vehicular, día 4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO:	Via entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma				CONTEO: 12 horas		
FECHA:	miércoles, 20 de noviembre de 2019				CANTON: Guaranda		
					PARROQUIA: Salinas		
					PROVINCIA: Bolivar		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2DB	3A	4C		
6:00-6:15	2	0	1	0	0	3	
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30-6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45-7:00	1	0	0	0	0	1	4
7:00-7:15	1	0	0	0	0	1	2
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	2
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	2
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0
8:15-8:30	1	0	0	0	0	1	1
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	1
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	1
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	1
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	0
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	0
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	1	0	0	0	0	1	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	1
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	1
12:45-13:00	0	0	0	0	0	0	1
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	0
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0
13:30-13:45	0	0	0	0	0	0	0
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	0
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	0
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	0
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	0
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	0
15:00-15:15	0	0	0	0	0	0	0
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0
16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	0
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0
16:45-17:00	0	0	0	0	0	0	0
17:00-17:15	0	0	0	0	0	0	0
17:15-17:30	1	0	0	0	0	1	1
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	1
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	7	0	1	0	0	8	
%	88	0	13	0	0	100	

ANEXO C-11.- Conteo Vehicular, día 5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO:	Via entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma				CONTEO: 12 horas		
FECHA:	jueves, 21 de noviembre de 2019				CANTON: Guaranda		
					PARROQUIA: Salinas		
					PROVINCIA: Bolivar		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2DB	3A	4C		
6:00-6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15-6:30	0	0	1	0	0	1	
6:30-6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	3
7:00-7:15	1	0	0	0	0	1	3
7:15-7:30	1	0	0	0	0	1	3
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	2
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	2
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	1
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	0
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	0
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	0
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	0
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	0
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	0
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	0
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0
12:00-12:15	1	0	0	0	0	1	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	1
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	1
12:45-13:00	0	0	0	0	0	0	1
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	0
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0
13:30-13:45	0	0	0	0	0	0	0
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	0
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	0
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	0
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	0
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	0
15:00-15:15	0	0	0	0	0	0	0
15:15-15:30	0	0	1	0	0	1	1
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	1
15:45-16:00	0	0	0	0	0	0	1
16:00-16:15	0	0	0	0	0	0	1
16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	0
16:30-16:45	1	0	0	0	0	1	1
16:45-17:00	1	0	0	0	0	1	2
17:00-17:15	0	0	0	0	0	0	2
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	2
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	1
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7	0	2	0	0	9	
%	78	0	22	0	0	100	

ANEXO C-12.- Conteo Vehicular, día 6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO:	Via entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma				CONTEO: 12 horas		
FECHA:	viernes, 22 de noviembre de 2019				CANTON: Guaranda		
					PARROQUIA: Salinas		
					PROVINCIA: Bolívar		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2DB	3A	4C		
6:00-6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30-6:45	2	1	0	0	0	3	
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	4
7:00-7:15	0	0	1	0	0	1	4
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	4
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	1
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0
8:15-8:30	0	0	1	0	0	1	1
8:30-8:45	1	0	0	0	0	1	2
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	2
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	2
9:15-9:30	0	0	1	0	0	1	2
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	1
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	1
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45-11:00	1	0	1	0	0	2	2
11:00-11:15	1	0	0	0	0	1	3
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	3
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	3
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	1
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	0
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0
12:45-13:00	0	0	1	0	0	1	1
13:00-13:15	1	0	0	0	0	1	2
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	2
13:30-13:45	0	0	0	0	0	0	2
13:45-14:00	0	1	0	0	0	1	2
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	1
14:15-14:30	1	0	1	0	0	2	3
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	3
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	2
15:00-15:15	0	0	0	0	0	0	2
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0
16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	0
16:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0
16:45-17:00	0	0	0	0	0	0	0
17:00-17:15	0	0	0	0	0	0	0
17:15-17:30	1	0	0	0	0	1	1
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	1
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	9	2	6	0	0	17	
%	53	12	35	0	0	100	

ANEXO C-13.- Conteo Vehicular, día 7

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO:	Via entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma				CONTEO: 12 horas		
FECHA:	sábado, 23 de noviembre de 2019				CANTON: Guaranda		
					PARROQUIA: Salinas		
					PROVINCIA: Bolivar		
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total 15 min	Acumulado
			2DB	3A	4C		
6:00-6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30-6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45-7:00	0	0	1	0	0	1	3
7:00-7:15	1	0	0	0	0	1	3
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	3
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	2
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	0
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	0
8:45-9:00	1	0	0	0	0	1	1
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	1
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	1
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	1	0	0	0	0	1	1
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	1
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	1
10:30-10:45	0	0	0	0	0	0	1
10:45-11:00	1	0	0	0	0	1	1
11:00-11:15	0	0	0	0	0	0	1
11:15-11:30	1	0	0	0	0	1	2
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	2
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	1
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0
12:45-13:00	0	0	0	0	0	0	0
13:00-13:15	1	0	0	0	0	1	1
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30-13:45	0	0	0	0	0	0	1
13:45-14:00	1	0	1	0	0	2	3
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	2
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	2
14:30-14:45	1	0	0	0	0	1	3
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	1
15:00-15:15	0	0	0	0	0	0	1
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	1
15:30-15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0
16:15-16:30	0	0	0	0	0	0	0
16:30-16:45	1	0	0	0	0	1	1
16:45-17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00-17:15	0	0	0	0	0	0	1
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	1
17:30-17:45	1	0	0	0	0	1	1
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	12	0	2	0	0	14	
%	86	0	14	0	0	100	

ANEXO D
ENSAYOS DE SUELO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: 2+500 km

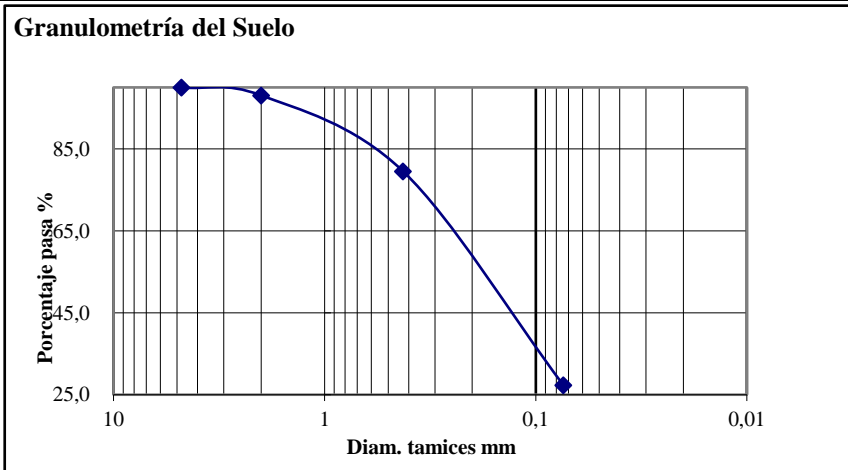
UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	5,06	1,94	98,06
N 30	0,59			
N 40	0,425	53,49	20,48	79,52
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	189,83	72,67	27,33
PASA EL N 200		71,41	27,33	
TOTAL		261,24		
PESO ANTES DEL LAVADO	261,24	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	189,83	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	71,41	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
176,32	115,23	48,39	61,09	66,84	91,4

Clasificación SUCS MH (Limo de alta plasticidad)

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

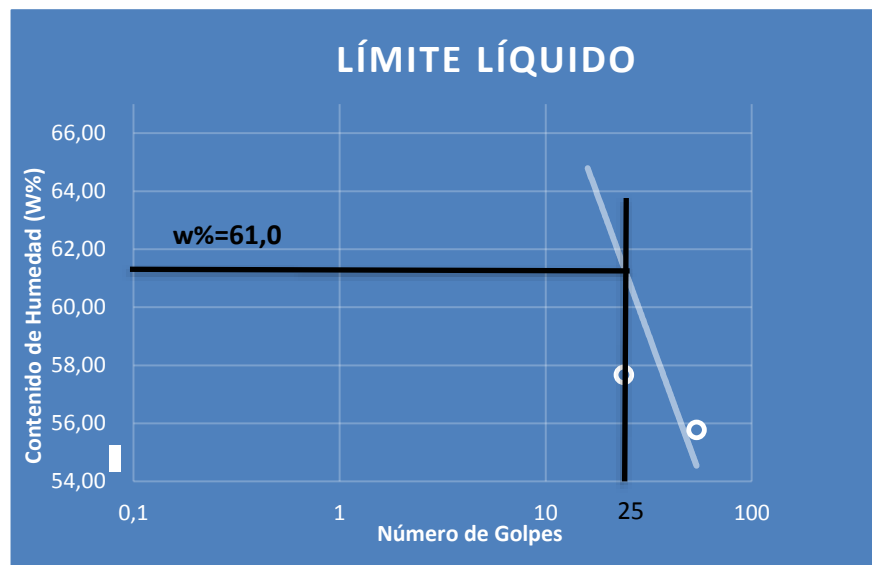
ABSCISA: 2+500 km

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	54		24		16	
Recipiente Número	M-4	M-1	M-3	T-14	L-1	L-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	48,03	45,04	43,42	42,32	45,49	43,23
Peso seco + recipiente Ws + rec	38,92	37,31	35,01	35,22	36,54	34,85
Peso recipiente rec	22,32	23,67	20,47	22,87	23,29	22,34
peso del agua Ww	9,11	7,73	8,41	7,1	8,95	8,38
Peso de los sólidos WS	16,6	13,64	14,54	12,35	13,25	12,51
Contenido de humedad w%	54,88	56,67	57,84	57,49	67,55	66,99
Contenido de humedad prom. w%	55,78		57,67		67,27	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	M-7	A-2	A-3	A-8
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	7,65	6,9	6,94	6,75
Peso seco + recipiente Ws + rec	6,57	6,09	6,12	5,99
Peso recipiente rec	4,36	4,35	4,29	4,35
peso del agua Ww	1,08	0,81	0,82	0,76
Peso de los sólidos WS	2,21	1,74	1,83	1,64
Contenido de humedad w%	48,87	46,55	44,81	46,34
Contenido de humedad prom. w%	47,71		45,58	

Límite líquido = **61,00** %

Límite plástico = **46,64** %

14,36

índice plástico = %

**LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: Km 2+500

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 02-08-2020

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO: Stalin Yanchaliquin

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

Revisado Por: Ing. Frisón Moreira

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

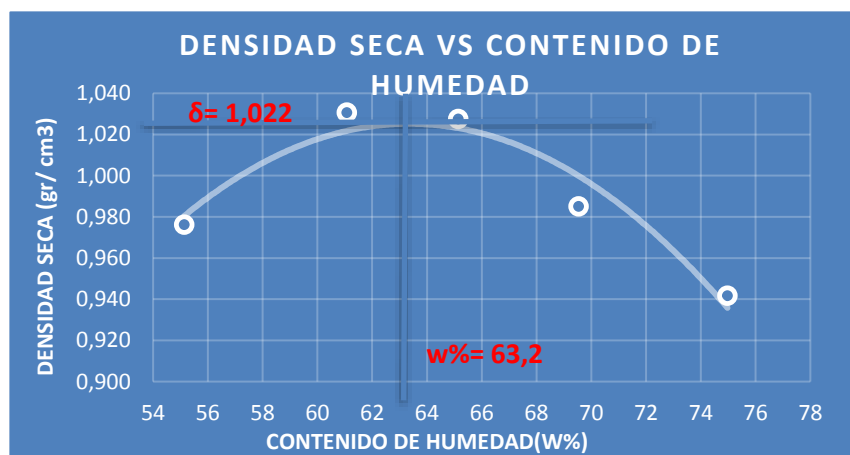
NUMERO DE GOLPES :	25	5	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	3764,6	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	6	10	14	18	22
Humedad inicial añadida en (cc)	120	200	280	360	420
P molde + suelo húmedo (gr)	5194,2	5331,6	5366,6	5341,0	5320,1
Peso suelo húmedo	1429,6	1567	1602	1576,4	1555,5
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,514	1,660	1,697	1,670	1,648

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	M-1	M-3	D-5	F-3	2-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	176,87	199,55	156,00	156,70	195,12
Peso seco + recipiente Ws+ rec	147,25	159,62	120,33	114,93	130,11
Peso del recipiente rec	93,53	94,24	65,58	54,86	43,40
Peso del agua Ww	29,62	39,93	35,67	41,77	65,01
Peso suelo seco Ws	53,72	65,38	54,75	60,07	86,71
Contenido humedad w%	55,14	61,07	65,15	69,54	74,97
Contenido humedad promedio w%	55,14	61,07	65,15	69,54	74,97
Densidad Seca γ_d	0,976	1,031	1,028	0,985	0,942



γ máximo= 1,022 Wopt% 63,2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			NORMA:	AASHTO:T-180	
ABSCISA	2+500			DEL KM.:	2+500	
SECTOR:				SUELO:	MH	
FECHA:	sep-20			ENSAYADO POR:	Stalin Yanchaliquin	
ENSAYO CBR						
MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	9902,2	10141,2	9594,2	9876,2	9185,2	9367,5
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4037,7	4276,7	3628,7	3910,7	3410,2	3592,5
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,755	1,859	1,577	1,700	1,482	1,561
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,087	1,100	0,978	0,975	0,918	0,865
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	C-5	1-D	B-2	B-3	D-7	M-1
Wm +TARRO (gr)	192,2	112,14	240,54	129,54	216,59	221,12
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	137,51	79,84	167,12	92,21	152,12	164,21
PESO AGUA (gr)	54,69	32,3	73,42	37,33	64,47	56,91
PESO TARRO (gr)	48,38	33,02	47,11	41,96	47,11	93,44
PESO MUESTRA SECA (gr)	89,13	46,82	120,01	50,25	105,01	70,77
CONTENIDO DE HUMEDAD %	61,36	68,99	61,18	74,29	61,39	80,42
AGUA ABSORBIDA %		7,63		13,11		19,02

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: 3+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

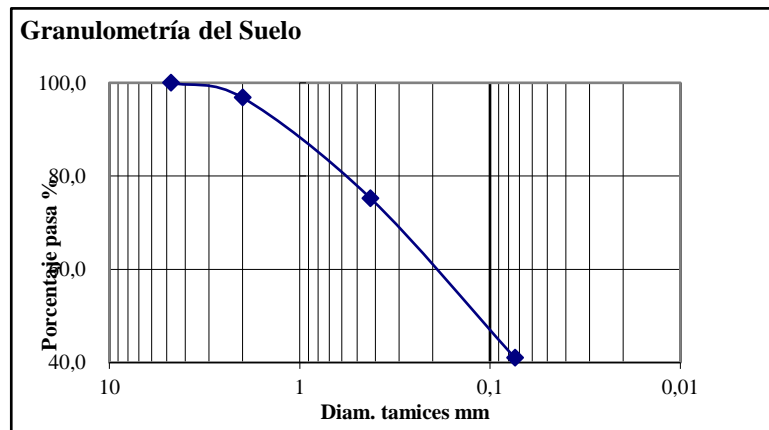
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	10,43	3,18	96,82
N 30	0,59			
N 40	0,425	81,29	24,76	75,24
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	193,79	59,02	40,98
PASA EL N 200		134,58	40,98	
TOTAL		328,37		

PESO ANTES DEL LAVADO 328,37 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO

PESO DESPUÉS DE LAVADO 193,79 PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO

TOTAL - DIFERENCIA 134,58 TOTAL

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
185,6	138,71	49	46,89	89,71	52,3

Clasificación SUCS MH (Limo de baja plasticidad)

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

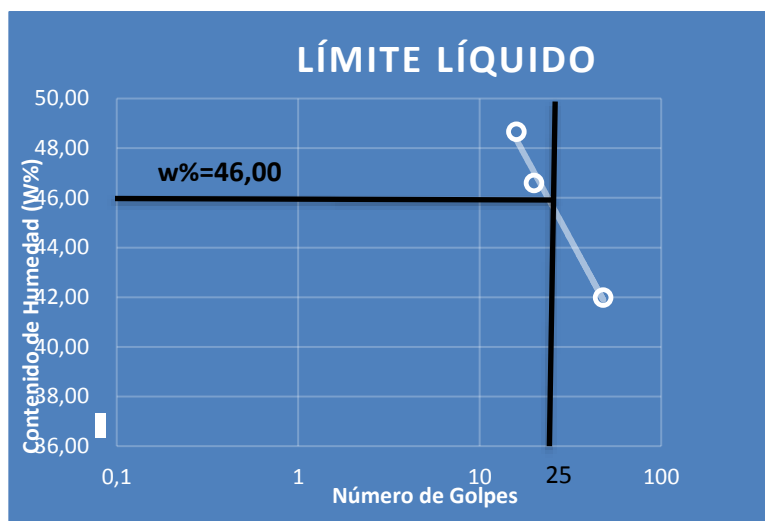
ABSCISA: 3+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	48		20		16	
Recipiente Número	M-5	M-7	M-8	M-14	L-3	L-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	45,6	44,1	41,56	42,13	43,54	40,98
Peso seco + recipiente Ws + rec	38,82	37,94	34,01	36,6	36,65	35,13
Peso recipiente rec	23,43	22,5	21,3	20,23	23,29	22,34
peso del agua Ww	6,78	6,16	7,55	5,53	6,89	5,85
Peso de los sólidos WS	15,39	15,44	12,71	16,37	13,36	12,79
Contenido de humedad w%	44,05	39,90	59,40	33,78	51,57	45,74
Contenido de humedad prom. w%	41,98		46,59		48,66	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	M-11	M-12	M-13	M-14
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,96	6,89	6,85	6,78
Peso seco + recipiente Ws + rec	6,22	6,28	6,1	6,03
Peso recipiente rec	4,40	4,39	4,32	4,34
peso del agua Ww	0,74	0,61	0,75	0,75
Peso de los sólidos WS	1,82	1,89	1,78	1,69
Contenido de humedad w%	40,66	32,28	42,13	44,38
Contenido de humedad prom. w%	36,47		43,26	

Límite líquido = **46,00** %

Límite plástico = **39,86** %

índice plástico = **6,14** %

**LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: Km 3+000

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 02-08-2020

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO: Stalin Yanchaliquin

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

Revisado Por: Ing. Fricson Moreira

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

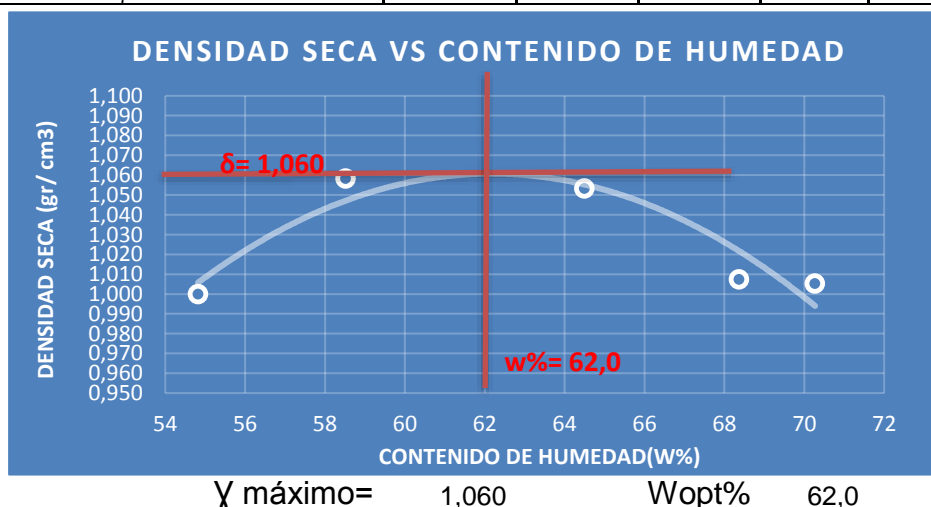
NUMERO DE GOLPES :	25	5	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	3764,6	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	14	20
Humedad inicial añadida en (cc)	60	120	180	240	300
P molde + suelo húmedo (gr)	5225,8	5348,1	5400,1	5365,6	5380,3
Peso suelo húmedo	1461,2	1583,5	1635,5	1601	1615,7
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,548	1,677	1,733	1,696	1,712

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	189,12	196,78	162,67	158,90	185,45
Peso seco + recipiente Ws+ rec	154,21	158,23	125,06	118,76	135,98
Peso del recipiente rec	90,53	92,35	66,75	60,05	65,58
Peso del agua Ww	34,91	38,55	37,61	40,14	49,47
Peso suelo seco Ws	63,68	65,88	58,31	58,71	70,40
Contenido humedad w%	54,82	58,52	64,50	68,37	70,27
Contenido humedad promedio w%	54,82	58,52	64,50	68,37	70,27
Densidad Seca γ_d	1,000	1,058	1,053	1,007	1,005



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

TIPO: PROCTOR MODIFICADO NORMA: AASHTO:T-180
ABSCISA: 3+000 DEL KM.: 3+000
SECTOR: SUELO: ML
FECHA: sep-20 ENSAYADO POR: Stalin Yanchaliquin

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJ O	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	9950,2	10164,2	9650,5	9936,4	9096,2	9378,7
PESO MOLDE (gr)	5864	5864	5966	5966	5774,5	5774,5
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4086,2	4300,2	3684,5	3970,4	3321,7	3604,2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,776	1,869	1,601	1,726	1,444	1,566
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,079	1,050	1,009	0,941	0,896	0,828
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-3	D-6	D-7	B-1	C-4	C-5
Wm +TARRO (gr)	194,6	115,87	235,23	130,65	214,32	222,11
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	137,51	80,67	165,7	90,67	150,6	140,23
PESO AGUA (gr)	57,09	35,2	69,53	39,98	63,72	81,88
PESO TARRO (gr)	49,12	35,54	47,11	42,67	46,45	48,38
PESO MUESTRA SECA (gr)	88,39	45,13	118,59	48	104,15	91,85
CONTENIDO DE HUMEDAD %	64,59	78,00	58,63	83,29	61,18	89,15
AGUA ABSORBIDA %		13,41		24,66		27,96

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO-LABORATORIO DE SUELOS														
ENSAYO DE PENETRACION CBR										LABORATORIO DE SUELOS				
PROYECTO: Via entre las Com unidades de Chazojuan y La Palma										3+000				
ENSAYO C.B.R.														
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			1				2				3			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
06-sep-20	15:10	0	0,01	5,00	0,00	0,00	0,09	5,00	0,00	0,00	0,05	5,00	0,00	0,00
06-sep-20	14:08	1	0,03		1,38	0,28	0,10		1,76	0,35	0,06		1,04	0,21
06-sep-20	14:45	2	0,04		2,32	0,46	0,12		3,56	0,71	0,08		2,84	0,57
ENSAYO DE CARGA PENETRACION														
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2														
MOLDE NUMERO			1				2				3			
TIEMPO		PENET.	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
		" 10-3	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	24,5	18,0			8,2	6,0			5,7	4,2		
1	0	50	52,5	38,6			19,3	14,2			7,8	5,7		
1	30	75	84,8	62,3			25,9	19,0			8,5	6,2		
2	0	100	115,8	85,1	85,1	9	36,8	27,0	27,0	2,7	9,8	7,2	7,2	0,7
3	0	150	145,6	107,0			50,8	37,3			15,5	11,4		
4	0	200	170,3	125,1			72,3	53,1			21,3	15,6		
5	0	250	192,3	141,3			93,4	68,6			27,8	20,4		
6	0	300	210,5	154,6			110,9	81,5			40,1	29,5		
8	0	400	245,5	180,4			136,8	100,5			61,2	45,0		
10	0	500	285,8	210,0			158,5	116,4			81,6	59,9		
CBR corregido														
						9				2,7				0,7

GRAFICO
PRESION - PENETRACION

Cbr vs densidades

Densidades	vs	Resistencia	Densidad Máx	1,060	gr/cm ³
gr/cm ³	1,079	8,51	%	95% de DM	1,007
gr/cm ³	1,009	2,70	%		
gr/cm ³	0,896	0,72	%	CBR PUNTUAL	3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: 4+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

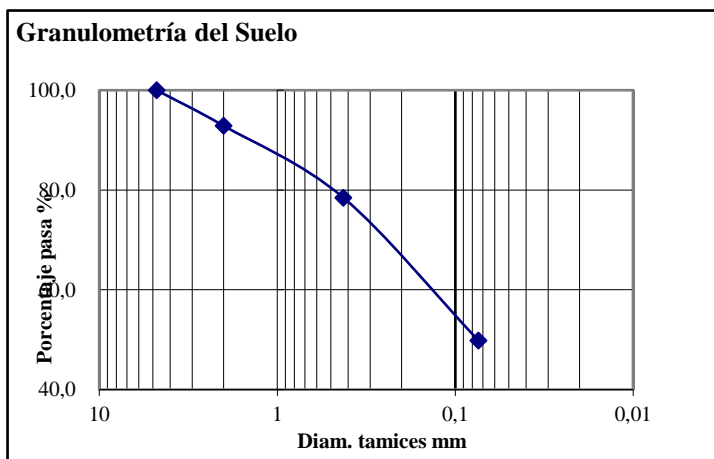
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	25,10	7,14	92,86
N 30	0,59			
N 40	0,425	75,70	21,54	78,46
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	176,40	50,18	49,82
PASA EL N 200		175,12	49,82	
TOTAL		351,52		

PESO ANTES DEL LAVADO 351,52 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO

PESO DESPUÉS DE LAVADO 176,40 PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO

TOTAL - DIFERENCIA 175,12 TOTAL

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
168,9	127,8	30,5	41,1	97,3	42,2

Clasificación SUCS ML (Limo baja plasticidad).

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

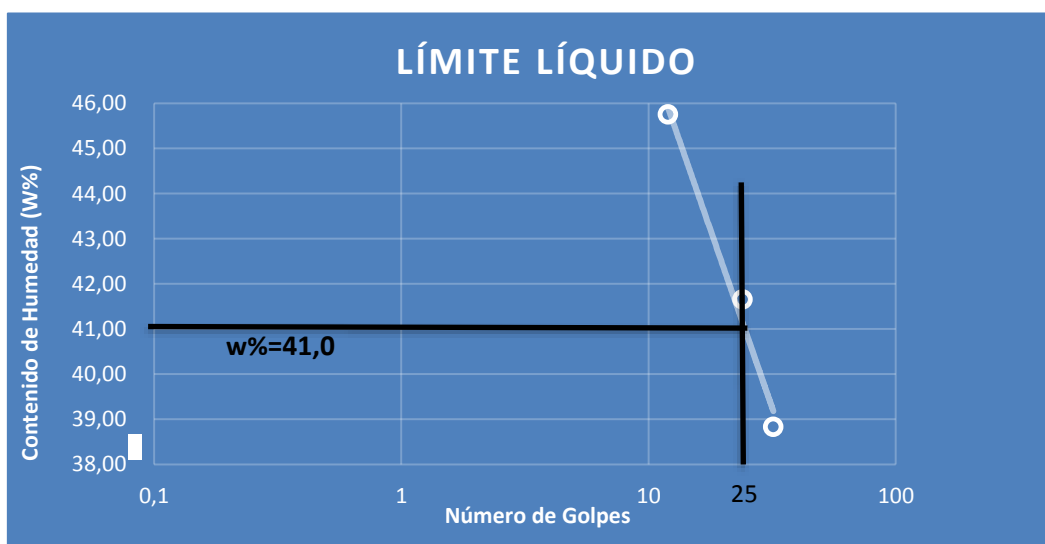
ABSCISA: 4+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		12	
Recipiente Número	6-F	7-F	8-F	9-F	6-T	7-E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	31,34	25,8	28,6	25,90	32,58	26,82
Peso seco + recipiente Ws + rec	25,61	21,92	23,56	21,65	25,89	22,1
Peso recipiente rec	11,52	11,43	11,42	11,48	11,56	11,57
peso del agua Ww	5,73	3,88	5,04	4,25	6,69	4,72
Peso de los sólidos WS	14,09	10,49	12,14	10,17	14,33	10,53
Contenido de humedad w%	40,67	36,99	41,52	41,79	46,69	44,82
Contenido de humedad prom. w%	38,83		41,65		45,75	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-1	E-2	E-3	E-4
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,42	6,32	5,85	5,92
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,88	5,96	5,49	5,52
Peso recipiente rec	4,50	4,38	4,29	4,35
peso del agua Ww	0,54	0,36	0,36	0,4
Peso de los sólidos WS	1,38	1,58	1,20	1,17
Contenido de humedad w%	39,13	22,78	30,00	34,19
Contenido de humedad prom. w%	30,96		32,09	

Límite líquido = **41,00** %

Límite plástico = **31,53** %

índice plástico = **9,47** %

**LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: Km 4+000

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 02-08-2020

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO: Stalin Yanchaliquin

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

Revisado Por: Ing. Fricson Moreira

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

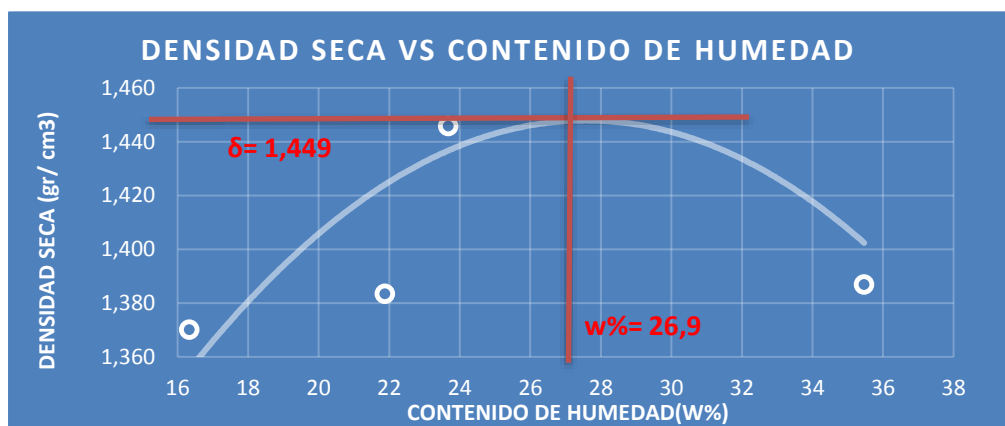
NUMERO DE GOLPES :	25	5	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	3764,6	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5269,2	5356,2	5452,5	5580,3	5538,0
Peso suelo húmedo	1504,6	1591,6	1687,9	1815,7	1773,4
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,594	1,686	1,788	1,923	1,879

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	H-1	H-3	H-2	H-4	H-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	232,64	225,76	150,67	145,23	181,87
Peso seco + recipiente Ws+ rec	213,12	199,63	130,54	121,33	151,21
Peso del recipiente rec	93,61	80,20	45,52	42,91	64,76
Peso del agua Ww	19,52	26,13	20,13	23,90	30,66
Peso suelo seco Ws	119,51	119,43	85,02	78,42	86,45
Contenido humedad w%	16,33	21,88	23,68	30,48	35,47
Contenido humedad promedio w%	16,33	21,88	23,68	30,48	35,47
Densidad Seca γ_d	1,370	1,383	1,446	1,474	1,387



γ máximo= 1,449 W_{opt} % 26,9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma
TIPO: PROCTOR MODIFICADO **NORMA:** AASHTO:T-180
ABSCISA: 4+000 **DEL KM.:** 4+000
SECTOR: **SUELO:** ML
ENSAYADO POR: Stalin
FECHA: sep-20 **Yanchaliquin**

ENSAYO CBR

MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10579,4	10779,5	9899,1	10125,3	9703,4	10104,5
PESO MOLDE (gr)	6412,2	6412,2	6385,4	6385,4	6389,8	6389,8
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4167,2	4367,3	3513,7	3739,9	3313,6	3714,7
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,811	1,898	1,527	1,625	1,440	1,614
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,263	1,202	1,161	1,072	1,077	0,954
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	D-6	D-2	D-5	D-3	D-4	D-1
Wm +TARRO (gr)	188,6	161,2	224,2	251,54	203,8	168,57
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	147,5	121,34	185,56	198,5	168,65	117,89
PESO AGUA (gr)	41,1	39,86	38,64	53,04	35,15	50,68
PESO TARRO (gr)	52,87	52,56	62,8	95,84	64,56	44,73
PESO MUESTRA SECA (gr)	94,63	68,78	122,76	102,66	104,09	73,16
CONTENIDO DE HUMEDAD %	43,43	57,95	31,48	51,67	33,77	69,27
AGUA ABSORBIDA %		14,52		20,19		35,50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO-LABORATORIO DE SUELOS														
ENSAYO DE PENETRACION CBR							LABORATORIO DE SUELOS							
PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma							4+000							
ENSAYO C.B.R.														
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			4				5				6			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
05-sep-20	15:10	0	0,17	5,00	0,00	0,00	0,06	5,00	0,00	0,00	0,10	5,00	0,00	0,00
05-sep-20	14:08	1	0,18		1,02	0,20	0,07		1,12	0,22	0,12		1,56	0,31
05-sep-20	14:45	2	0,20		2,99	0,60	0,08		2,12	0,42	0,16		5,36	1,07
ENSAYO DE CARGA PENETRACION														
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2														
MOLDE NUMERO			4				5				6			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0,0	0		0,0	0		0,0	0		0,0	0	
0	30	25	50,7	37,2		12,6	9,3		7,1	5,2				
1	0	50	106,7	78,4		30,6	22,5		19,6	14,4				
1	30	75	149,9	110,1		68,9	50,6		50,8	37,3				
2	0	100	200,7	147,4	147,4	15	95,8	70,4	70,4	7,0	76,0	55,8	55,8	5,6
3	0	150	256,9	188,7		125,3	92,1		93,6	68,8				
4	0	200	307,9	226,2		140,6	103,3		106,8	78,5				
5	0	250	360,8	265,1		168,9	124,1		126,4	92,9				
6	0	300	403,8	296,6		183,5	134,8		140,5	103,2				
8	0	400	450,7	331,1		205,5	151,0		157,6	115,8				
10	0	500	510,8	375,3		221,5	162,7		176,9	130,0				
CBR corregido						15			7,0					5,6

**GRAFICO
PRESION - PENETRACION**

Cbr vs densidades

Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,440	gr/cm ³
gr/cm ³	1,263	14,74	95% de DM	1,377	gr/cm ³
gr/cm ⁴	1,161	7,04			
gr/cm ⁵	1,077	5,58			
		%	CBR PUNTUAL		6,20%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: 5+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

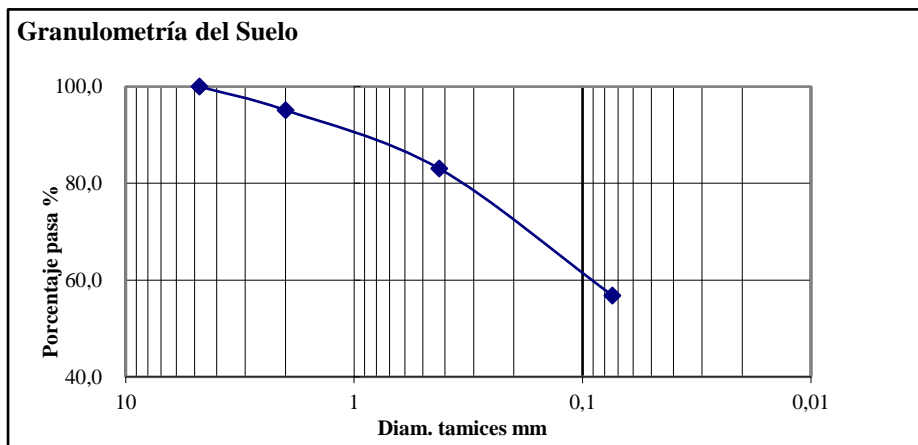
FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	18,23	4,86	95,14
N 30	0,59			
N 40	0,425	63,53	16,94	83,06
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	161,97	43,18	56,82
PASA EL N 200		213,15	56,82	
TOTAL		375,12		

PESO ANTES DEL LAVADO	375,12	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO	161,97	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA	213,15	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
156,34	124,32	28,14	32,02	96,18	33,3

Clasificación SUCS

ML (Limo baja plasticidad).

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

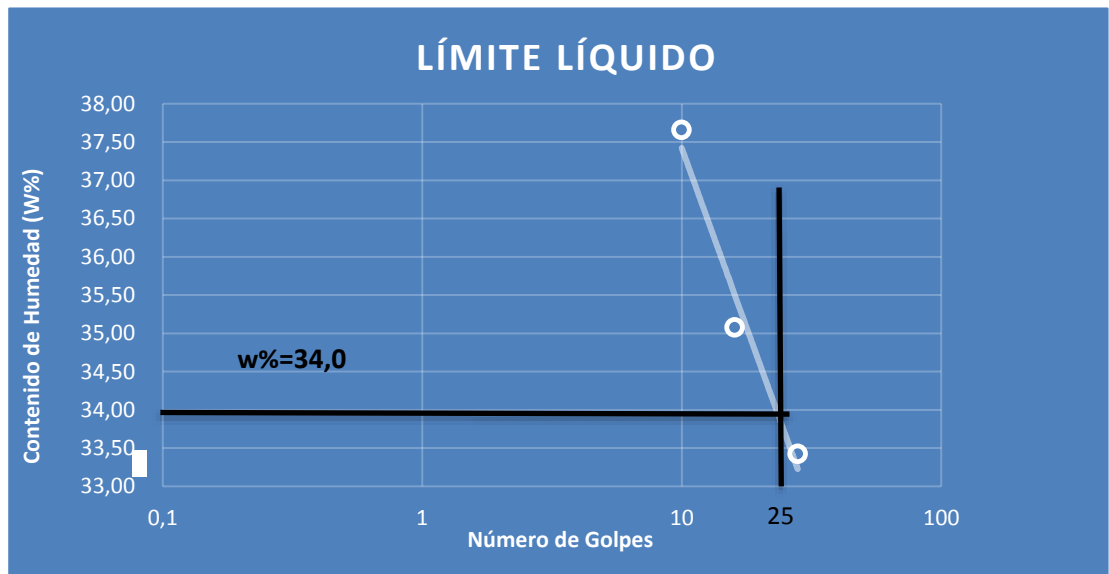
ABSCISA: 5+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	10		16		28	
Recipiente Número	6-T	12-F	11-F	7-E	O-T	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	29,63	23,42	25,93	23,54	30,98	24,32
Peso seco + recipiente Ws + rec	24,68	20,12	22,13	20,42	26,11	21,15
Peso recipiente rec	11,56	11,34	11,24	11,57	11,47	11,71
peso del agua Ww	4,95	3,3	3,8	3,12	4,87	3,17
Peso de los sólidos WS	13,12	8,78	10,89	8,85	14,64	9,44
Contenido de humedad w%	37,73	37,59	34,89	35,25	33,27	33,58
Contenido de humedad prom. w%	37,66		35,07		33,42	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-2	P-5	A-3	A-8
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,87	5,76	6,15	6,16
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,47	5,37	5,69	5,72
Peso recipiente rec	4,38	4,27	4,29	4,35
peso del agua Ww	0,4	0,39	0,46	0,44
Peso de los sólidos WS	1,09	1,10	1,40	1,37
Contenido de humedad w%	36,70	35,45	32,86	32,12
Contenido de humedad prom. w%	36,08		32,49	

Límite líquido = **34,00** %

Límite plástico = **34,28** %

índice plástico = **NP** %

**LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: Km 5+000

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 02-08-2020

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO: Stalin Yanchaliquin

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

Revisado Por: Ing. Fricson Moreira

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

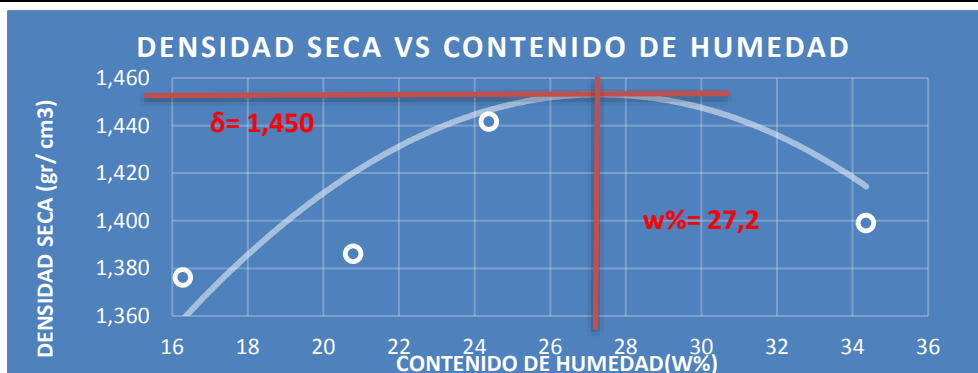
NUMERO DE GOLPES :	25	5	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	3764,6	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	2	4	6	8	10
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5275,2	5345,2	5457,2	5577,6	5539,0
Peso suelo húmedo	1510,6	1580,6	1692,6	1813	1774,4
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,600	1,674	1,793	1,921	1,880

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	H-1	M-2	2-R	C-7	D-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	228,95	222,51	148,77	140,56	183,50
Peso seco + recipiente Ws+ rec	210,00	197,67	128,12	118,62	153,40
Peso del recipiente rec	93,61	78,20	43,41	43,30	65,80
Peso del agua Ww	18,95	24,84	20,65	21,94	30,10
Peso suelo seco Ws	116,39	119,47	84,71	75,32	87,60
Contenido humedad w%	16,28	20,79	24,38	29,13	34,36
Contenido humedad promedio w%	16,28	20,79	24,38	29,13	34,36
Densidad Seca γ_d	1,376	1,386	1,442	1,487	1,399



γ máximo= 1,450 Wopt% 27,2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma
TIPO: PROCTOR MODIFICADO **NORMA:** AASHTO:T-180
ABSCISA: 5+000 **DEL KM.:** 5+000
SECTOR: **SUELO:** ML
ENSAYADO POR: Stalin
FECHA: sep-20 **Yanchaliquin**

ENSAYO CBR

MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJ O	DESPUÉ S DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10684,2	10854,2	9988,2	10206,8	9677,8	10077,6
PESO MOLDE (gr)	6412,2	6412,2	6385,4	6385,4	6389,8	6389,8
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4272	4442	3602,8	3821,4	3288	3687,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,857	1,930	1,566	1,661	1,429	1,603
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,477	1,376	1,238	1,157	1,124	1,053
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	F-4	2-F	M-1	M-2	D-5	D-1
Wm +TARRO (gr)	173	157,71	224,2	251,54	203,8	168,57
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	148,24	126,12	196,81	205,07	173,72	126,11
PESO AGUA (gr)	24,76	31,59	27,39	46,47	30,08	42,46
PESO TARRO (gr)	51,8	47,82	93,2	98,42	62,8	44,73
PESO MUESTRA SECA (gr)	96,44	78,3	103,61	106,65	110,92	81,38
CONTENIDO DE HUMEDAD %	25,67	40,34	26,44	43,57	27,12	52,17
AGUA ABSORBIDA %		14,67		17,14		25,06

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO-LABORATORIO DE SUELOS														
ENSAYO DE PENETRACION CBR										LABORATORIO DE SUELOS				
PROYECTO: Via entre las Com unidades de Chazojuan y La Palma										3+000				
ENSAYO C.B.R.														
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
05-sep-20	15:10	0	0,16	5,00	0,00	0,00	0,06	5,00	0,00	0,00	0,10	5,00	0,00	0,00
05-sep-20	14:08	1	0,18		1,30	0,26	0,07		1,08	0,22	0,11		1,72	0,34
05-sep-20	14:45	2	0,20		3,43	0,69	0,08		2,04	0,41	0,15		5,52	1,10
ENSAYO DE CARGA PENETRACION														
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
TIEMPO		PENET.	Q			CBR	Q			CBR	Q			
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
		" 10-3	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%			
		0	0,0	0		0,0	0		0,0	0				
0	30	25	46,1	33,9		67,7	49,7		22,1	16,2				
1	0	50	99,0	72,7		133,7	98,2		46,6	34,2				
1	30	75	176,9	130,0		166,7	122,5		63,3	46,5				
2	0	100	234,1	172,0	172,0	17	190,2	139,7	14,0	75,6	55,5	5,6		
3	0	150	342,3	251,5		220,1	161,7		93,6	68,8				
4	0	200	404,5	297,2		257,6	189,3		107,6	79,1				
5	0	250	464,6	341,4		283,2	208,1		121,4	89,2				
6	0	300	517,4	380,1		306,7	225,3		133,7	98,2				
8	0	400	585,9	430,4		361,2	265,4		157,6	115,8				
10	0	500	670,9	492,9		406,7	298,8		181,8	133,6				
CBR corregido						17			14,0					

**GRAFICO
PRESION - PENETRACION**

Cbr vs densidades

Densidades	vs	Resistencia	Densidad Máx	1,450	gr/cm ³
gr/cm ³	1,477	17,20	95% de DM	1,378	gr/cm ³
gr/cm ⁴	1,238	13,97			
gr/cm ³	1,124	5,55	CBR PUNTUAL		16 %

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: 6+000 km

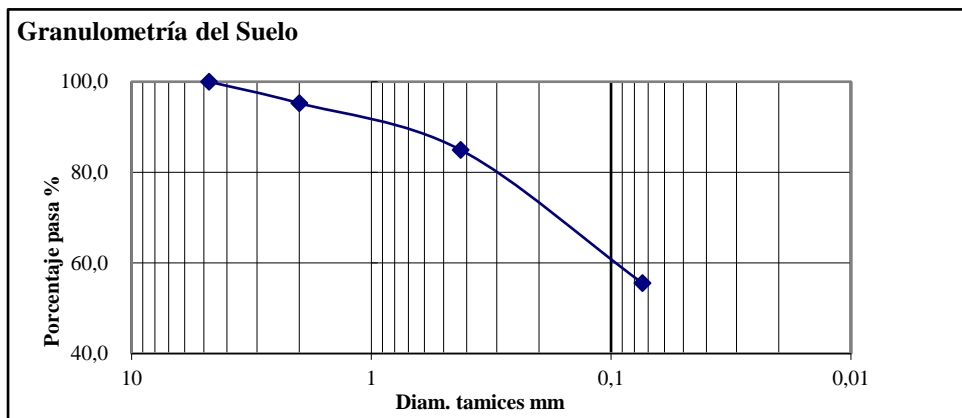
UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	18,65	4,73	95,27
N 30	0,59			
N 40	0,425	59,25	15,04	84,96
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	175,23	44,48	55,52
PASA EL N 200		218,75	55,52	
TOTAL		393,98		
PESO ANTES DEL LAVADO	393,98	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	175,23	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	218,75	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
200,85	148,5	48,39	52,35	100,11	52,3

Clasificación SUCS MH (Limo de alta plasticidad).

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

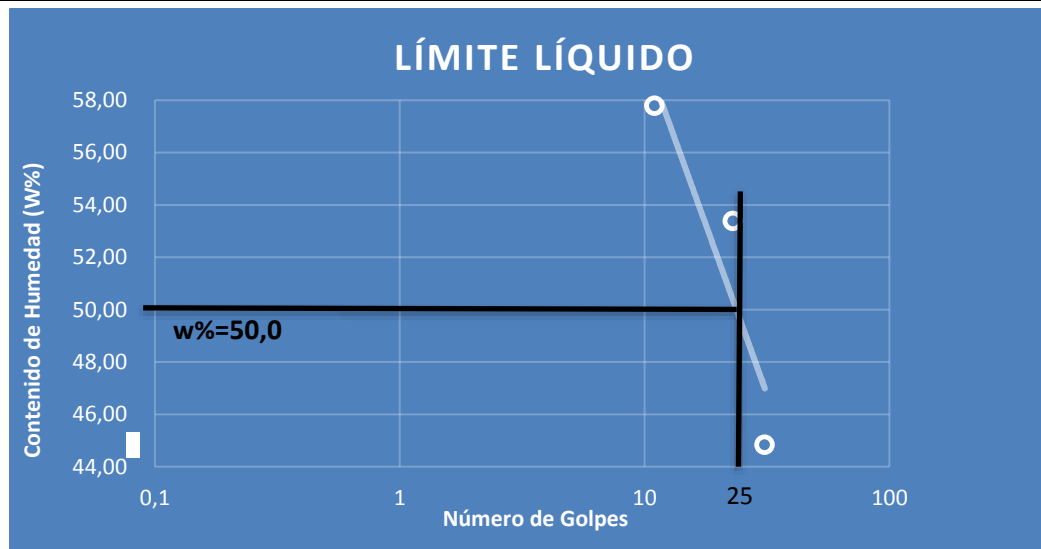
ABSCISA: 6+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	31		23		11	
Recipiente Número	M-5	M-8	M-7	6-T	11-F	7-E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	45,6	43,4	35,5	28,33	25,8	26,2
Peso seco + recipiente Ws + rec	38,9	36,4	30,9	22,6	20,1	21,25
Peso recipiente rec	23,43	21,3	22,5	11,57	11,21	11,63
peso del agua Ww	6,7	7	4,6	5,734	5,7	4,95
Peso de los sólidos WS	15,47	15,1	8,4	11,03	8,89	9,62
Contenido de humedad w%	43,31	46,36	54,76	51,99	64,12	51,46
Contenido de humedad prom. w%	44,83		53,37		57,79	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

	A-1	A-3	A-4	A-8
Recipiente Número	A-1	A-3	A-4	A-8
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,22	6,75	6,98	5,45
Peso seco + recipiente Ws + rec	4,91	5,93	6,22	5,16
Peso recipiente rec	4,22	4,32	4,25	4,32
peso del agua Ww	0,31	0,82	0,76	0,29
Peso de los sólidos WS	0,69	1,61	1,97	0,84
Contenido de humedad w%	44,93	50,93	38,58	34,52
Contenido de humedad prom. w%	47,93		36,55	

Límite líquido = **50,00** %
 Límite plástico = **42,24** %
 índice plástico = **7,76** %

**LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: Km 6+000

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 02-08-2020

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO: Stalin Yanchaliquin

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

Revisado Por: Ing. Fricson Moreira

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

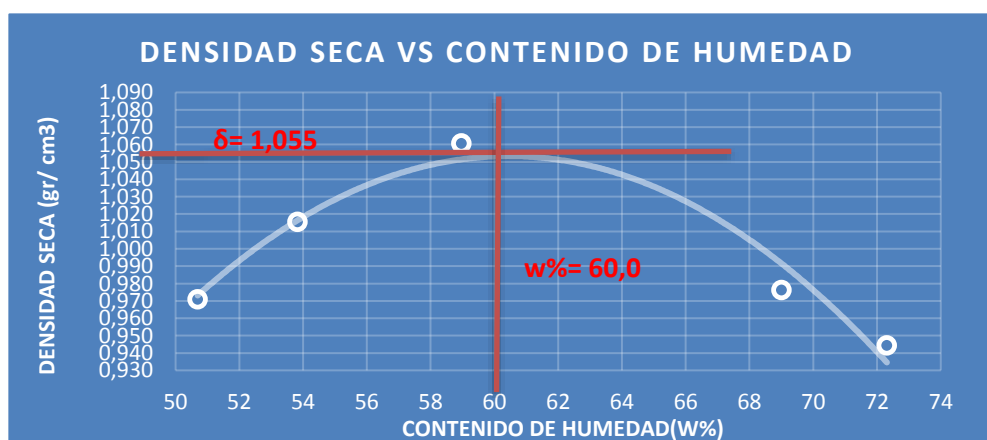
NUMERO DE GOLPES :	25	5	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	3764,6	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	2	4	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5145,6	5239,0	5356,0	5322,0	5300,6
Peso suelo húmedo	1381	1474,4	1591,4	1557,4	1536
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,463	1,562	1,686	1,650	1,627

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	1-R	4-R	3-R	2-R	5-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	170,80	175,30	168,95	165,76	202,52
Peso seco + recipiente Ws+ rec	128,70	128,97	122,86	115,76	135,85
Peso del recipiente rec	45,65	42,90	44,70	43,30	43,65
Peso del agua Ww	42,10	46,33	46,09	50,00	66,67
Peso suelo seco Ws	83,05	86,07	78,16	72,46	92,20
Contenido humedad w%	50,69	53,83	58,97	69,00	72,31
Contenido humedad promedio w%	50,69	53,83	58,97	69,00	72,31
Densidad Seca γ_d	0,971	1,015	1,060	0,976	0,944



γ máximo= 1,055 $W_{opt}\%$ 60,0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

TIPO: PROCTOR MODIFICADO NORMA: AASHTO:T-180
ABSCISA: 6+000 DEL KM.: 6+000
SECTOR: SUELO: MH
FECHA: sep-20 ENSAYADO POR: Stalin Yanchaliquin

ENSAYO CBR

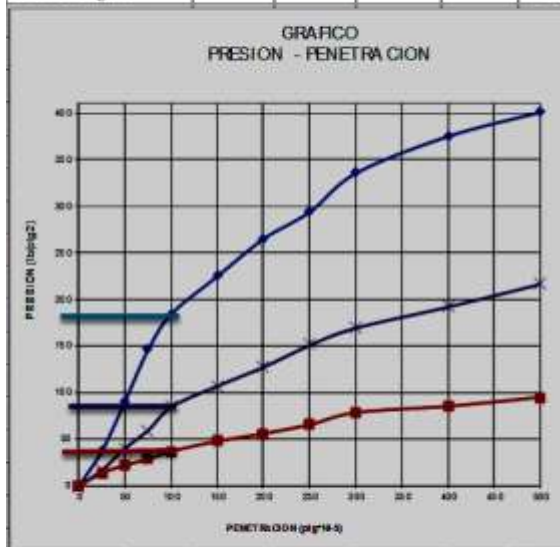
MOLDE #	4		5		56	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJ O	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	8565	8907	8809,8	9100	8150	8323,8
PESO MOLDE (gr)	5412,2	5412,2	5385,4	5385,4	5600	5600
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3152,8	3494,8	3424,4	3714,6	2550	2723,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,370	1,519	1,488	1,614	1,108	1,184
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,120	1,158	1,042	1,016	0,981	0,848
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-3	D-6	D-7	B-1	C-4	C-5
Wm +TARRO (gr)	90,2	207,8	96,8	150,78	105,68	198,65
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	82,7	166,9	81,9	110,7	98,9	156,07
PESO AGUA (gr)	7,5	40,9	14,9	40,08	6,78	42,58
PESO TARRO (gr)	49,12	35,54	47,11	42,67	46,45	48,38
PESO MUESTRA SECA (gr)	33,58	131,36	34,79	68,03	52,45	107,69
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22,33	31,14	42,83	58,92	12,93	39,54
AGUA ABSORBIDA %		8,80		16,09		26,61

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO-LABORATORIO DE SUELOS														
ENSAYO DE PENETRACION CBR						LABORATORIO DE SUELOS								
PROYECTO: Via entre las Com unidades de Chazojuan y La Palma						6+000								
ENSAYO C.B.R.														
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs* 10-2														
MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
05-sep-20	15:10	0	0,01	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00
05-sep-20	14:08	1	0,03		1,46	0,29	0,02		0,60	0,12	0,03		0,20	0,04
05-sep-20	14:45	2	0,04		2,20	0,44	0,03		1,56	0,31	0,03		0,96	0,19

ENSAYO DE CARGA PENETRACION														
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2														
MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET.	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
		" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	50,8	37,3			22,6	16,6			18,4	13,5		
1	0	50	123,8	91,0			54,9	40,3			29,9	22,0		
1	30	75	198,9	146,1			81,0	59,5			38,5	28,3		
2	0	100	250,9	184,3		184,3	18	115,0		84,5	8,4	50,0		36,7
3	0	150	306,1	224,9			145,9	107,2			64,8	47,6		
4	0	200	360,8	265,1			173,6	127,5			75,8	55,7		
5	0	250	400,1	293,9			205,7	151,1			88,9	65,3		
6	0	300	456,8	335,6			230,8	169,6			106,7	78,4		
8	0	400	510,7	375,2			261,8	192,3			115,8	85,1		
10	0	500	545,8	401,0			295,1	216,8			129,0	94,8		
CBR corregido							18			8,4			3,7	



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,055	gr/cm ³
gr/cm ³	1,120	18,43	95% de DM	1,002	gr/cm ³
gr/cm ⁴	1,042	8,45			
gr/cm ⁵	0,981	3,67	CBR PUNTUAL		5,5 %

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: 7+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

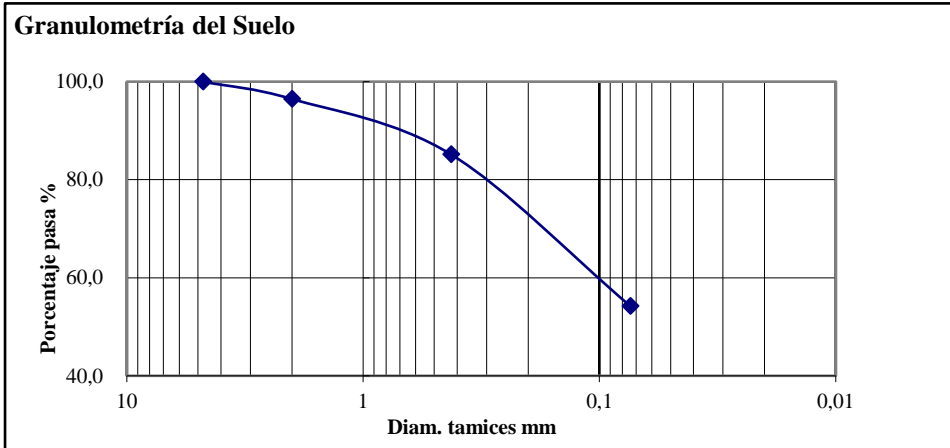
FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	14,23	3,55	96,45
N 30	0,59			
N 40	0,425	59,46	14,83	85,17
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	183,59	45,78	54,22
PASA EL N 200		217,44	54,22	
TOTAL		401,03		

PESO ANTES DEL LAVADO	401,03	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO	183,59	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA	217,44	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
198,23	148,54	48,39	49,69	100,15	49,6

Clasificación SUCS MH (Limo de alta plasticidad).

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

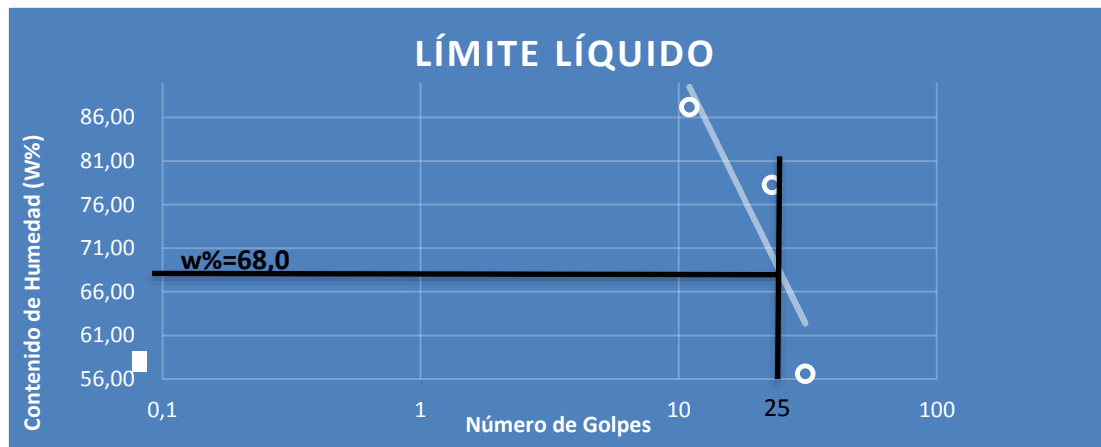
ABSCISA: 7+000 km

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 01-08-2020

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	31		23		11	
Recipiente Número	12-F	O-T	13-C	7-E	11-F	6-T
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24,33	25,17	25,25	26,32	25,31	27,95
Peso seco + recipiente Ws + rec	19,8	20,14	19,05	19,92	18,83	20,25
Peso recipiente rec	11,56	11,5	11,29	11,57	11,21	11,63
peso del agua Ww	4,53	5,03	6,2	6,4	6,48	7,7
Peso de los sólidos WS	8,24	8,64	7,76	8,35	7,62	8,62
Contenido de humedad w%	54,98	58,22	79,90	76,65	85,04	89,33
Contenido de humedad prom. w%	56,60		78,27		87,18	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-4	A-8	X-3	A-3
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,15	6,83	7,32	5,33
Peso seco + recipiente Ws + rec	4,8	5,84	6,86	4,99
Peso recipiente rec	4,22	4,32	6,00	4,31
peso del agua Ww	0,35	0,99	0,46	0,34
Peso de los sólidos WS	0,58	1,52	0,86	0,68
Contenido de humedad w%	60,34	65,13	53,49	50,00
Contenido de humedad prom. w%	62,74		51,74	

Límite líquido = **68,00** %
 Límite plástico = **57,24** %
 Índice plástico = **10,76** %

**LABORATORIO DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma

SECTOR: Parroquia Salinas

ABSCISA: Km 7+000

UBICACIÓN: Guaranda

FECHA: 02-08-2020

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO: Stalin Yanchaliquin

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

Revisado Por: Ing. Fricson Moreira

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

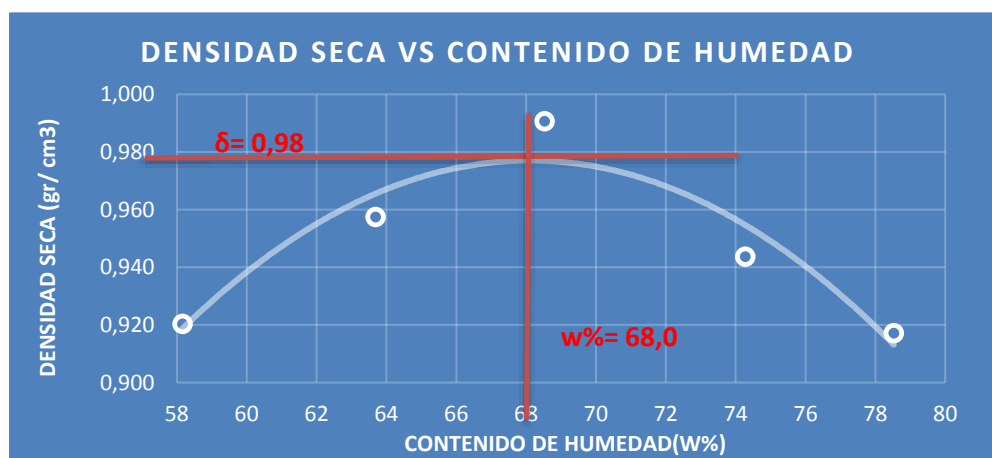
NUMERO DE GOLPES :	25	5	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	3764,6	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	2	4	6	8	10
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5138,6	5244,0	5340,6	5317,0	5310,2
Peso suelo húmedo	1374	1479,4	1576	1552,4	1545,6
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,456	1,567	1,669	1,644	1,637

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	C-7	C-5	2-R	2-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	160,50	167,49	161,12	162,80	198,20
Peso seco + recipiente Ws+ rec	118,49	118,59	114,18	111,87	130,11
Peso del recipiente rec	46,26	41,81	45,68	43,30	43,40
Peso del agua Ww	42,01	48,90	46,94	50,93	68,09
Peso suelo seco Ws	72,23	76,78	68,50	68,57	86,71
Contenido humedad w%	58,16	63,69	68,53	74,27	78,53
Contenido humedad promedio w%	58,16	63,69	68,53	74,27	78,53
Densidad Seca γ_d	0,920	0,957	0,991	0,944	0,917



γ máximo= 0,980 W_{opt} % 68,0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

PROYECTO: Vía entre las Comunidades de Chazojuan y La Palma
TIPO: PROCTOR MODIFICADO **NORMA:** AASHTO:T-180
ABSCISA: 7+000 **DEL KM.:** 7+000
SECTOR: **SUELO:** MH
ENSAYADO POR: Stalin
FECHA: sep-20 **Yanchaliquin**

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJ O	DESPUÉ S DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	9466,2	9523	9420	9550	9109	9307,8
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3601,7	3658,5	3454,5	3584,5	3334	3532,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,565	1,590	1,501	1,558	1,449	1,535
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	0,970	0,972	0,944	0,915	0,900	0,845
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	8-B	M-3	D-3	M-2	1-D	1
Wm +TARRO (gr)	95,97	223,24	90,01	243,78	135,55	182,58
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	72,05	173,2	67,37	160,52	97,35	142,52
PESO AGUA (gr)	23,92	50,04	22,64	83,26	38,2	40,06
PESO TARRO (gr)	33,06	94,53	29,01	41,96	34,69	93,44
PESO MUESTRA SECA (gr)	38,99	78,67	38,36	118,56	62,66	49,08
CONTENIDO DE HUMEDAD %	61,35	63,61	59,02	70,23	60,96	81,62
AGUA ABSORBIDA %		2,26		11,21		20,66

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO-LABORATORIO DE SUELOS																	
ENSAYO DE PENETRACION CBR										LABORATORIO DE SUELOS							
PROYECTO: Via entre las Com unidades de Chazojuan y La Palma										7+000							
ENSAYO C.B.R.																	
DATOS DE ESPONJAMIENTO																	
LECTURA DIAL en Plgs*10-2																	
MOLDE NUMERO			15				18				44						
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ				
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%			
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2				
05-sep-20	15:10	0	0,01	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00			
05-sep-20	14:08	1	0,02		1,26	0,25	0,02		0,76	0,15	0,02		0,28	0,06			
05-sep-20	14:45	2	0,03		2,01	0,40	0,03		1,48	0,30	0,03		0,84	0,17			
ENSAYO DE CARGA PENETRACION																	
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2																	
MOLDE NUMERO			15				18				44						
TIEMPO		PENET.	Q		PRESIONES		CBR	Q		PRESIONES		CBR	Q		PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG	LECT		LEIDA	CORG	LECT	LEIDA		CORG	LECT	LEIDA	CORG	
		" 10-3	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%			
		0	0,0	0			0,0	0				0,0	0				
0	30	25	33,9	24,9			20,4	15,0				17,7	13,0				
1	0	50	53,4	39,2			32,3	23,7				26,8	19,7				
1	30	75	65,6	48,2			45,4	33,4				36,5	26,8				
2	0	100	77,2	56,7	56,7	6	54,3	39,9	39,9	4,0	47,1	34,6	34,6	3,5			
3	0	150	95,3	70,0			76,6	56,3				62,6	46,0				
4	0	200	113,1	83,1			101,3	74,4				85,6	62,9				
5	0	250	126,2	92,7			118,8	87,3				98,8	72,6				
6	0	300	147,6	108,4			137,6	101,1				122,6	90,1				
8	0	400	198,2	145,6			178,8	131,4				144,3	106,0				
10	0	500	223,1	163,9			203,1	149,2				154,4	113,4				
CBR corregido							6				4,0						3,5

Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx	0,980	gr/cm ³
gr/cm ³	0,970	5,67	%	95% de DM	0,931	gr/cm ³
gr/cm ³	0,944	3,99	%			
gr/cm ³	0,900	3,46	%	CBR PUNTUAL		3,8 %

ANEXO E
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 1					HOJA 1 de 20	
Desbroce, Desbosque y Limpieza					Unidad	Ha
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					2,56	
Excavadora Sobre Oruga	1,00	40,00	40,00	5,00	200,00	
Motosierra 7 HP	1,00	3,00	3,00	5,00	15,00	
SUBTOTAL (M)					217,56	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Peón (E2)	1,00	3,26	3,26	5,00	16,30	
Ayudante de Maq. (D2)	1,00	3,30	3,30	5,00	16,50	
Operador (C1)	1,00	3,66	3,66	5,00	18,30	
SUBTOTAL (N)					51,1	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
SUBTOTAL (O)					0,00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					268,66	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					59,11	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					327,77	
VALOR DE OFERTA					327,77	
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 2					HOJA 2 de 20	
Replanteo y Nivelación					Unidad	Km
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					9,15	
Equipos Topográficos	1,00	20,00	20,00	13,50	270,00	
SUBTOTAL (M)					279,15	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Topógrafo (C1)	1,00	3,66	3,66	13,50	49,41	
Cadenero (D2)	3,00	3,30	9,90	13,50	133,65	
SUBTOTAL (N)					183,06	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Estacas de Madera	u	100,00	0,25	25,00		
Pintura Esmalte	gl	0,25	16,00	4,00		
Mojones de Hormigón	u	11,00	4,50	49,50		
SUBTOTAL (O)					78,50	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Pintura Esmalte	gl	0,25	0,50	0,13		
Mojones de Hormigón	u	11,00	0,10	1,10		
SUBTOTAL (P)					1,23	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					541,94	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					119,23	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					661,17	
VALOR DE OFERTA					661,17	
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 3				HOJA 3 de 20	
Excavación sin Clasificar, incluye Conformación y Compactación de la Subrasante				Unidad	m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Herramienta Menor 5% M.O.					0,02
Excavadora sobre Oruga	1,00	40,00	40,00	0,011	0,44
Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,011	0,44
Rodillo Liso Vibrador	1,00	28,00	28,00	0,011	0,31
Volqueta 8 m3	3,00	25,00	75,00	0,011	0,83
Camión Sisterna	1,00	23,00	23,00	0,011	0,25
SUBTOTAL (M)					2,286
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Operador 1 (C1)	3,00	3,66	10,98	0,011	0,12
Operador 2 (C2)	1,00	3,39	3,39	0,011	0,04
Ayudante de Maquina (D2)	1,00	3,30	3,30	0,011	0,04
Chofer de Volquetas (C1)	3,00	4,79	14,37	0,011	0,16
SUBTOTAL (N)					0,35
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
Agua	m3	0,25	3,00	0,75	
SUBTOTAL (O)					0,75
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,39
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0,75
OTROS ESPECÍFICOS					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,14
VALOR DE OFERTA					4,14
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 4				HOJA 4 de 20	
Excavación para Cunetas y Encauzamiento				Unidad	m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Herramienta Menor 5% M.O.					0,07
Volqueta 8 m3	1,00	25,00	25,00	0,125	3,13
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,125	3,13
SUBTOTAL (M)					6,32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Chofer de Volquetas (C1)	1,00	4,49	4,49	0,125	0,56
Operador 1 (C1)	1,00	3,30	3,30	0,125	0,41
Ayudante de Maquina (D2)	1,00	3,66	3,66	0,125	0,46
SUBTOTAL (N)					1,43
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
SUBTOTAL (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					7,75
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					1,71
OTROS ESPECÍFICOS					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9,46
VALOR DE OFERTA					9,46
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 5					HOJA 5 de 20	
Excavación y Relleno para Est. Menores					Unidad	m3
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					0,03	
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,020	0,50	
Compactador Manual	1,00	2,75	2,75	0,020	0,06	
SUBTOTAL (M)					0,59	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Peón (E2)	5,00	3,26	16,30	0,020	0,33	
Ayudante de Maquinaria (D2)	1,00	3,30	3,30	0,020	0,07	
Operador (C1)	1,00	3,66	3,66	0,020	0,08	
Maestro d Obras (C1)	1,00	3,66	3,66	0,020	0,08	
SUBTOTAL (N)					0,56	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Material de Relleno (Arena)	m3	0,60	14,00	8,40		
SUBTOTAL (O)					8,40	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Material de Relleno (Arena)	m3	0,60	3,50	2,10		
SUBTOTAL (P)					2,10	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11,65	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2,56	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14,22	
VALOR DE OFERTA					14,22	
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 6					HOJA 6 de 20
Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo					Unidad m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Herramienta Menor 5% M.O.					0,02
Excavadora sobre Oruga	1,00	40,00	40,00	0,020	0,80
Volqueta 8 m3	2,00	25,00	50,00	0,020	1,00
SUBTOTAL (M)					1,82
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Chofer de Volqueta (C1)	2,00	4,79	9,58	0,020	0,20
Ayudante de Maquinaria (D2)	1,00	3,30	3,30	0,020	0,07
Operador (C1)	1,00	3,66	3,66	0,020	0,08
SUBTOTAL (N)					0,35
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
SUBTOTAL (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					2,17
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0,48
OTROS ESPECÍFICOS					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,65
VALOR DE OFERTA					2,65
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 7					HOJA 7 de 20
Tubería de Acero Corrugado D-1,20m					Unidad m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Herramienta Menor 5% M.O.					0,48
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,400	10,00
SUBTOTAL (M)					10,48
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Peón (E2)	4,00	3,26	13,04	0,400	5,22
Inspector de Obra (B3)	1,00	3,66	3,66	0,400	1,46
Maestro de Obra (C1)	1,00	3,66	3,66	0,400	1,46
Operador (C1)	1,00	3,66	3,66	0,400	1,46
SUBTOTAL (N)					9,61
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
Tubo de Acero Corrugado D=1,20 m	m	1,05	191,20	200,76	
SUBTOTAL (O)				200,76	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
Tubo de Acero Corrugado D=1,20 m	m	1,05	0,20	0,21	
SUBTOTAL (P)				0,21	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				221,06	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%				48,63	
OTROS ESPECÍFICOS				0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				269,70	
VALOR DE OFERTA				269,70	
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 8					HOJA 8 de 20	
Hormigón Simple para cunetas $f'c=180$ Kg/cm ²					Unidad	m ³
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Catidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					1,36	
Concretera 1 Saco	1,00	5,00	5,00	0,750	3,75	
SUBTOTAL (M)					5,11	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Catidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Peón (E2)	8,00	3,26	26,08	0,750	19,56	
Maestro de Obra (C1)	1,00	3,66	3,66	0,750	2,75	
Albañil (D2)	2,00	3,30	6,60	0,750	4,95	
SUBTOTAL (N)					27,26	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Cemento Portland	Saco	6,00	7,95	47,70		
Arena	m ³	0,60	14,00	8,40		
Ripio Triturado	m ³	0,80	14,50	11,60		
Madera, Cuadro Encofrado (20 cm)	u	12,00	2,25	27,00		
Agua	m ³	0,25	3,00	0,75		
Aceite Quemado	gl	0,88	0,20	0,18		
SUBTOTAL (O)				95,63		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Cemento Portland	Saco	6,00	1,00	6,00		
Arena	m ³	0,60	3,50	2,10		
Ripio Triturado	m ³	0,80	4,00	3,20		
Madera, Cuadro Encofrado (20 cm)	u	12,00	0,20	2,40		
SUBTOTAL (P)				13,70		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				141,69		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%				31,17		
OTROS ESPECÍFICOS				0,00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				172,87		
VALOR DE OFERTA				172,87		
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador			
Stalin Javier Yanchaliquin Morales			dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 9					HOJA 9 de 20	
Hormigón Simple para cabezales $f_c=180 \text{ Kg/cm}^2$					Unidad	m ³
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora $C=A*B$	Rendimiento (R)	Costo $D=C*R$	
Herramienta Menor 5% M.O.					2,08	
Concreteira 1 Saco	1,00	5,00	5,00	0,900	4,50	
Vibrador	1,00	4,50	4,50	0,900	4,05	
SUBTOTAL (M)					10,63	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora $C=A*B$	Rendimiento (R)	Costo $D=C*R$	
Peón (E2)	8,00	3,26	26,08	0,900	23,47	
Maestro de Obra (C1)	1,00	3,66	3,66	0,900	3,29	
Albañil (D2)	3,00	3,30	9,90	0,900	8,91	
Carpintero (D2)	2,00	3,30	6,60	0,900	5,94	
SUBTOTAL (N)					41,62	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo $C=A*B$		
Cemento Portland	Saco	6,00	7,95	47,70		
Arena	m ³	0,60	14,00	8,40		
Ripio Triturado	m ³	0,80	14,50	11,60		
Madera, Cuadro Encofrado (20 cm)	u	12,00	2,25	27,00		
Madera, Puntales	m	21,00	0,40	8,40		
Madera, Listones para muros 6*6	m	10,00	0,80	8,00		
Agua	m ³	0,25	3,00	0,75		
Clavos 2" a 4"	Kg	0,40	2,75	1,10		
Alambre de Amarre Galvanizado	Kg	0,60	2,90	1,74		
SUBTOTAL (O)					114,69	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo $C=A*B$		
Ripio Triturado	m ³	0,80	4,00	3,20		
Madera, Cuadro Encofrado (20 cm)	u	12,00	0,20	2,40		
Madera, Puntales	m	21,00	0,20	4,20		
Madera, Listones para muros 6*6	m	10,00	0,10	1,00		
SUBTOTAL (P)					10,80	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					177,74	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					39,10	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					216,84	
VALOR DE OFERTA					216,84	
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador			
Stalin Javier Yanchaliquin Morales			dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 10					HOJA 10 de 19	
Material Sub Base Granular clase 3					Unidad	m3
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					0,02	
Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,013	0,52	
Rodillo Liso Vibratorio	1,00	28,00	28,00	0,013	0,37	
Camión Sistrina	1,00	23,00	23,00	0,013	0,30	
SUBTOTAL (M)					1,19	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Peón (E2)	6,00	3,26	19,56	0,013	0,25	
Maestro de Obra (C1)	1,00	3,66	3,66	0,013	0,05	
Ayudante de Maquinaria (D2)	1,00	3,30	3,30	0,013	0,04	
Operador 1 (C2)	1,00	3,39	3,39	0,013	0,04	
Operador 1 (C1)	1,00	3,66	3,66	0,013	0,05	
Chofer (C1)	1,00	4,79	4,79	0,013	0,06	
SUBTOTAL (N)					0,50	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Material Sub Base Granular clase 3 (en Obra)	m3	0,90	5,04	4,54		
Material de Mejoramiento (en Obra)	m3	1,20	2,50	3,00		
Agua	m3	0,35	3,00	1,05		
SUBTOTAL (O)					8,59	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10,27	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2,26	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,54	
VALOR DE OFERTA					12,54	
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador			
Stalin Javier Yanchaliquin Morales			dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 11					HOJA 11 de 19	
Transporte Material Sub Base Granular clase 3					Unidad	m3
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantida d (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimient o (R)	Costo D=C* R	
Herramienta Menor 5% M.O.					0,02	
Transporte Material Sub Base Granular clase 3 (Volqueta 8 m3 y Chofer)	2,00	2,20	4,40	0,035	0,15	
SUBTOTAL (M)					0,15	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantida d (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimient o (R)	Costo D=C* R	
SUBTOTAL (N)					0,00	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unida d	Cantida d (A)	Unitario (B)	Costo C=A* B		
SUBTOTAL (O)					0,00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unida d	Cantida d (A)	Unitario (B)	Costo C=A* B		
SUBTOTAL (P)					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,15	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0,03	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,19	
VALOR DE OFERTA					0,19	
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 12					HOJA 12 de 19	
Material Base Granular clase 2					Unidad	m ³
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Catidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					0,02	
Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,013	0,52	
Rodillo Liso Vibratorio	1,00	28,00	28,00	0,013	0,37	
Camión Sisterna	1,00	23,00	23,00	0,013	0,30	
SUBTOTAL (M)					1,19	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Catidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Peón (E2)	6,00	3,26	19,56	0,013	0,25	
Maestro de Obra (C1)	1,00	3,66	3,66	0,013	0,05	
Ayudante de Maquinaria (D2)	1,00	3,30	3,30	0,013	0,04	
Operador 1 (C2)	1,00	3,39	3,39	0,013	0,04	
Operador 1 (C1)	1,00	3,66	3,66	0,013	0,05	
Chofer (C1)	1,00	4,79	4,79	0,013	0,06	
SUBTOTAL (N)					0,50	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Material Sub Base Granular clase 3 (en	m ³	1,25	7,28	9,10		
Agua	m ³	0,35	3,00	1,05		
SUBTOTAL (O)					10,15	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11,84	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2,60	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14,45	
VALOR DE OFERTA					14,45	
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador			
Stalin Javier Yanchaliquin Morales			dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 13					HOJA 13 de 19	
Transporte Material Base Granular clase 2					Unidad	m3
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantida d (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimient o (R)	Costo D=C* R	
Herramienta Menor 5% M.O.					0,02	
Transporte Material Sub Base Granular clase 3 (Volqueta 8 m3 y Chofer)	2,00	2,20	4,40	0,035	0,15	
SUBTOTAL (M)					0,15	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantida d (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimient o (R)	Costo D=C* R	
SUBTOTAL (N)					0,00	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unida d	Cantida d (A)	Unitario (B)	Costo C=A* B		
SUBTOTAL (O)					0,00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unida d	Cantida d (A)	Unitario (B)	Costo C=A* B		
SUBTOTAL (P)					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,15	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0,03	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,19	
VALOR DE OFERTA					0,19	
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN"						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 14					HOJA 14 de 19	
Capa de Rodadura, Hormigón asfáltico Mezclado en planta, e=5 cm					Unidad	m2
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					0,01	
Cargador Frontal	1,00	35,20	35,20	0,003	0,11	
Planta Asfáltica	1,00	110,00	110,00	0,003	0,33	
Acabadora Pavimento Asfáltico	1,00	52,80	52,80	0,003	0,16	
Tanquero imprimador	1,00	19,00	19,00	0,003	0,06	
Rodillo Neumatico	1,00	34,00	34,00	0,003	0,10	
Rodillo Compactador	1,00	28,00	28,00	0,003	0,08	
Escoba Mecánica	1,00	18,00	18,00	0,003	0,05	
Volqueta 8 m3	4,00	25,00	100,00	0,003	0,30	
SUBTOTAL (M)					1,20	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Peón (E2)	12,00	3,26	39,12	0,003	0,12	
Ayudante de Maqinaria (D2)	2,00	3,30	6,60	0,003	0,02	
Operador 2 (C2)	2,00	3,66	7,32	0,003	0,02	
Operador 1 (C1)	4,00	3,39	13,56	0,003	0,04	
Chofer (C1)	4,00	4,79	19,16	0,003	0,06	
SUBTOTAL (N)					0,26	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Asfalto AC-20	gl	1,90	2,30	4,37		
Asfalto RC-250 para imprimacion (Inccluye transporte)	gl	0,49	3,00	1,47		
Arena	m3	0,05	14,00	0,70		
Ripio	m3	0,045	14,50	0,65		
Disel	gl	0,35	1,03	0,36		
SUBTOTAL (O)					7,55	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Asfalto AC-20	gl	1,90	0,08	0,15		
Disel	gl	0,35	0,02	0,01		
SUBTOTAL (P)					0,16	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9,17	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2,02	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,19	
VALOR DE OFERTA					11,19	
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador			
Stalin Javier Yanchaliquin Morales			dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 15				HOJA 15 de 19	
Señalización Horizontal				Unidad	m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Herramienta Menor 5% M.O.					0,000
Equipo para pintura de Tráfico	1,00	4,00	4,00	0,001	0,00
Camioneta	1,00	5,00	5,00	0,001	0,01
SUBTOTAL (M)					0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Peón (E2)	3,00	3,26	9,78	0,001	0,01
Chofer (C1)	1,00	4,79	4,79	0,001	0,00
SUBTOTAL (N)					0,01
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
Pintura de Tráfico	gl	0,025	26,82	0,67	
Thinner Comercial	gl	0,008	16,99	0,14	
SUBTOTAL (O)					0,81
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
Pintura de Tráfico	gl	0,025	0,50	0,01	
Thinner Comercial	gl	0,008	1,00	0,01	
SUBTOTAL (P)					0,02
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,85
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0,19
OTROS ESPECÍFICOS					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,04
VALOR DE OFERTA					1,04
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 16					HOJA 16 de 19	
Señalización Regulatoria					Unidad	u
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Catidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					1,260	
Soldadora Eléctrica	0,50	2,50	1,25	1,500	1,88	
SUBTOTAL (M)					3,14	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Catidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Peón (E2)	2,00	3,26	6,52	1,500	9,78	
Albañil (D2)	1,00	3,30	3,30	1,500	4,95	
Soldador (C1)	1,00	3,66	3,66	1,500	5,49	
Pintor (D2)	1,00	3,30	3,30	1,500	4,95	
SUBTOTAL (N)					25,17	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	0,500	10,08	5,04		
Tubo cuadrado Galvanizado 2"*2m	m	3,500	3,80	13,30		
Perno inoxidable	u	2,000	0,25	0,50		
Hormigón Clase B f'c= 180 kg/cm2	m3	0,070	115,75	8,10		
Electrodos	kg	1,500	3,14	4,71		
Ángulo 30*3mm	m	3,000	1,56	4,68		
Pintura Anticorrosiva	gl	0,100	20,00	2,00		
Pintura reflectiva	gl	0,050	25,00	1,25		
SUBTOTAL (O)					39,58	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	0,500	0,10	0,05		
Tubo cuadrado Galvanizado 2"*2m	m	3,500	0,20	0,70		
Perno inoxidable	u	2,000	0,01	0,02		
Hormigón Clase B f'c= 180 kg/cm2	m3	0,070	14,00	0,98		
Electrodos	kg	1,500	0,01	0,02		
SUBTOTAL (P)					1,77	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					69,65	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					15,32	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					84,98	
VALOR DE OFERTA					84,98	
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador			
Stalin Javier Yanchaliquin Morales			dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 17					HOJA 17 de 19
Señalización Preventiva					Unidad u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Catidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Herramienta Menor 5% M.O.					1,050
Soldadora Eléctrica	0,50	2,50	1,25	1,250	1,56
SUBTOTAL (M)					2,61
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Catidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R
Peón (E2)	2,00	3,26	6,52	1,250	8,15
Albañil (D2)	1,00	3,30	3,30	1,250	4,13
Soldador (C1)	1,00	3,66	3,66	1,250	4,58
Pintor (D2)	1,00	3,30	3,30	1,250	4,13
SUBTOTAL (N)					20,98
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	0,500	10,08	5,04	
Tubo cuadrado Galvanizado 2"*2m	m	3,500	3,80	13,30	
Perno inoxidable	u	2,000	0,25	0,50	
Hormigón Clase B f _c = 180 kg/cm ²	m ³	0,070	115,75	8,10	
Electrodos	kg	1,500	3,14	4,71	
Ángulo 30*3mm	m	3,000	1,56	4,68	
Pintura Anticorrosiva	gl	0,100	20,00	2,00	
Pintura reflectiva	gl	0,050	25,00	1,25	
SUBTOTAL (O)					39,58
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B	
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	0,500	0,10	0,05	
Tubo cuadrado Galvanizado 2"*2m	m	3,500	0,20	0,70	
Perno inoxidable	u	2,000	0,01	0,02	
Hormigón Clase B f _c = 180 kg/cm ²	m ³	0,070	14,00	0,98	
Ángulo 30*3mm	m	3,000	0,20	0,60	
SUBTOTAL (P)					2,35
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					65,52
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					14,41
OTROS ESPECÍFICOS					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					79,94
VALOR DE OFERTA					79,94
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador		
Stalin Javier Yanchaliquin Morales			dic-20		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 18					HOJA 18 de 19	
Señalización Informativa					Unidad	u
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Herramienta Menor 5% M.O.					0,960	
Excavadora Sobre Oruga	1,00	40,00	40,00	1,150	46,00	
SUBTOTAL (M)					46,96	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimiento (R)	Costo D=C*R	
Peón (E2)	2,00	3,26	6,52	1,150	7,50	
Albañil (D2)	1,00	3,30	3,30	1,150	3,80	
Soldador (C1)	1,00	3,66	3,66	1,150	4,21	
Pintor (D2)	1,00	3,30	3,30	1,150	3,80	
SUBTOTAL (N)					19,30	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	1,000	10,08	10,08		
Tubo Galvanizado Poste 2"	m	6,000	2,58	15,48		
Perno inoxidable	u	6,000	0,25	1,50		
Hormigón Clase B f'c= 180 kg/cm2	m3	0,150	115,75	17,36		
Electrodos	kg	2,800	3,14	8,79		
Tubo cuadrado Negro 1"*1"*1.5m	m	9,480	1,04	9,86		
Pintura Anticorrosiva	gl	0,200	20,00	4,00		
Pintura reflectiva	gl	0,100	25,00	2,50		
SUBTOTAL (O)					69,57	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo C=A*B		
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	1,000	0,10	0,10		
Tubo Galvanizado Poste 2"	m	6,000	0,20	1,20		
Hormigón Clase B f'c= 180 kg/cm2	u	0,150	14,00	2,10		
Electrodos	m3	2,800	0,01	0,03		
Tubo cuadrado Negro 1"*1"*1.5m	kg	9,480	0,20	1,90		
SUBTOTAL (P)					5,32	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					141,15	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					31,05	
OTROS ESPECÍFICOS					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					172,21	
VALOR DE OFERTA					172,21	
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador			
Stalin Javier Yanchaliquin Morales			dic-20			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: "DISEÑO INTEGRAL DE LA VÍA ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHAZOJUAN Y LA PALMA"					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 19					HOJA 19 de 19
Agua para el Control del Polvo					Unidad u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantida d (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimient o (R)	Costo D=C* R
Herramienta Menor 5% M.O.					0,080
Camión Cisterna	1,00	23,00	23,00	0,200	4,60
SUBTOTAL (M)					4,68
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantida d (A)	Tarifa (B)	Costo Hora C=A*B	Rendimient o (R)	Costo D=C* R
Chofer (C1)	1,00	4,79	4,79	0,200	0,96
Albañil (D2)	1,00	3,30	3,30	0,200	0,66
SUBTOTAL (N)					1,62
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unida d	Cantida d (A)	Unitario (B)	Costo C=A* B	
Agua	m3	1,600	3,00	4,80	
SUBTOTAL (O)					4,80
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unida d	Cantida d (A)	Unitario (B)	Costo C=A* B	
SUBTOTAL (P)					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11,10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2,44
OTROS ESPECÍFICOS					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13,54
VALOR DE OFERTA					13,54
ELABORADO POR: Stalin Javier Yanchaliquin Morales			Ambato-Ecuador dic-20		

ANEXO F

PLANOS