

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA EN EL
TRAMO SECTOR ADMINISTRATIVO – PAILONES DEL
IASA I**

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

**SR. CÉSAR A. TERÁN POZO
SR. ÓSCAR I. VILLACRÉS ANGULO**

SANGOLQUI, Agosto del 2006

EXTRACTO

Nuestro proyecto de tesis va encaminado a satisfacer las necesidades de estudiantes, profesores y demás usuarios de la vía del IASA I entre el sector administrativo y Pailones.

En la actualidad la vía es de clase cinco y presenta deficiencias en su trazado y drenaje vial. En base a éstas características de la vía presentamos un diseño de prefactibilidad tomando en consideración los flujos vehiculares presentes y futuros que harán uso de la misma.

El presente documento contiene estudios y diseños, todos ellos tomando en cuenta aspectos como seguridad vial, economía, parámetros técnicos y parámetros ambientales, pero siempre considerando y respetando las normas emitidas por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

Dividimos la vía en dos tramos debido a las condiciones de su uso y realizamos su diseño según la clase de éstas, ponemos especial cuidado en el diseño hidráulico con el fin de cuidar su construcción y recomendamos los aspectos de mitigación ambiental necesarios.

ABSTRACT

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. CÉSAR ANDRÉS TERÁN POZO Y ÓSCAR IVÁN VILLACRÉS ANGULO como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

Sangolquí, Agosto del 2006

ING VÍCTOR HUGO MIER
DIRECTOR

ING. MILTON SILVA
CODIRECTOR

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor a mis padres César Antonio y Teresita Beatriz forjadores y guías de mi vida, ejemplos de lucha y perseverancia. A mi hermano Cristian David bendición de Dios en mi vida, incomparable amigo y ser humano, carismático y motivador absoluto sobre las adversidades.

CÉSAR TERÁN POZO

DEDICATORIA

A mi terruño, mi patria querida, has hecho mucho por mí, desde hoy haré todo por ti, mi amado Ecuador.

A mi padre y madre, Marcelo Villacrés y Yolanda Angulo.

Este pedacito de mi vida y lo que me queda de ella son dedicados a ti Katty, por que tu me levantarás si caigo, tu me sacarás una sonrisa si lloro, tu me darás fuerzas si flaquean las mías, por que un día perdido en tu mirada te juré amor, amantísima esposa.

Te soñé, te esperé, día a día luché pensando en ti sin antes haberte conocido, hoy estás conmigo y lo que soy, mi trabajo, y lo que seré, son para ti mi amado hijo Óscar Marcelo.

La inocencia de la niñez es parte de mi felicidad. A Gherzon y a mi querido sobrino a quien pronto conoceré.

A mis abuelitos.

A aquellos que vendrán y a aquellos que se han marchado.

ÓSCAR VILLACRÉS ANGULO

AGRADECIMIENTO

En el desarrollo de la vida de las personas existen etapas que marcan nuestros caminos, cuando somos niños pensamos en jugar y divertirnos, en compartir con nuestros contemporáneos experiencias típicas de una corta edad, cuando somos adolescentes pensamos en ampliar nuestros lazos de amistad, así como incrementamos nuestras aptitudes y conocimientos, cuando somos hombres nuestros sueños y proyectos son más cercanos y pueden convertirse en grandes realidades. Manifiesto mis agradecimientos más sinceros:

Primeramente a mi Dios que a permitido mi existencia en este mundo y que día a día hace posible que mis sueños y proyectos se puedan plasmar.

A mis padres y hermano, quienes con su apoyo, amor, y consejos llenos de sabiduría me han guiado por el sendero correcto, forjando en mi el deseo inmenso de cumplir con mis aspiraciones propuestas a lo largo de mi vida.

A todos mis Profesores, en especial al Ing. Víctor Hugo Mier y al Ing. Milton Silva, por su excepcional dirección y codirección mediante valiosos consejos y sugerencias en el desarrollo del presente proyecto.

A mis tíos Sr. Segundo Pozo, Sr. Rodrigo Pozo, Sr. Luís Terán, a mis tías: Magdalena Arellano de Pozo, Marcita García de Pozo, Dignita Ordóñez de Pozo, Anita Castillo de Pozo, Marianita Montenegro de Terán. A mis primos Pozo Arellano, Pozo Castillo, Pozo Ordóñez, Pozo García, Terán Montenegro, A mis tíos el Ing. Efrén Lucero B, mi tía Esperancita Montenegro de Lucero, Ing. Carlos Efrén Lucero M, Crnl.. Ing. Guillermo Aguirre y tía Maguita. A mis primos Gabriel Antonio, Ma. Alexandra, Lore, Yady y Miguelito, a todos gracias por sus valiosos consejos y apoyo.

A la Escuela Politécnica del Ejercito, mi querida ESPE por haberme acogido en vuestro seno, templo de conocimientos y sabiduría que a través de sus catedráticos han transmitido sus enseñanzas, convirtiéndose en la constructora de profesionales orgullosos de sus patria y con grandes deseos de superación profesional.

A personas muy especiales en mi vida Anita Lucía, Juan Carlos Torres, Fercho, Vero, Fabricio, tío Libardo, tía Nelysita, Tío Carlitos, tía Piedacita, familia Alvarez, Sr Artemio Llosa y familia.

A mi compañero Oscar Villacrés A, por ser un incomparable ser humano y amigo incondicional, que desde nuestros inicios como estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la ESPE, manifestó sus buenos deseos para cumplir las metas propuestas en esta etapa tan importante de nuestras vidas, a. compañeros y amigos que siempre me han transmitido su apoyo y manifiestan su confianza en mis proyectos, ideas, metas a todos ellos gratitud inmensa, Dios los Bendiga.

CÉSAR TERÁN POZO

AGRADECIMIENTO

A mi patria por haberme dado la mejor familia, los mejores estudios, las mejores vivencias.

Gracias a ustedes mis queridos Padres; Yolanda, mi ejemplo de honestidad y lucha, madre amorosa como ninguna; Marcelo, mi ejemplo de trabajo y bondad, mi Padre, mi amigo. Gracias por que me han querido y apoyado como si fuese el mejor de sus hijos a pesar que nunca lo fui. La ética y la moral que me inculcaron la impulsaré en generaciones futuras y serán ustedes quienes nos hayan dado tiempos mejores. Si se me ha dificultado decirlo lo escribo: *les amo*.

Xavier, Andrea, Gaby, Lore. Caracteres distintos, mundos muy diferentes pero hermanos en cuerpo y alma, juntos hacemos la familia perfecta.

Como se debe, en las buenas y las malas; Héctor, Andrés, Vivi, Fabián, Marcos, Mayra, Byron, Magy, Chock, gracias amigos.

Más que primos amigos, desde la niñez hasta la muerte, gracias compañeros.

A las instituciones que me vieron crecer, que me acogieron. ¿Cómo llegar a querer tanto a un instituto? A mi inolvidable colegio, el Patrón Mejía, a mi querida Escuela Politécnica del Ejército.

A mis profesores, buenos y malos, por que de todos tuve mucho que aprender.

ÓSCAR VILLACRÉS ANGULO

PRÓLOGO

La importancia de las comunicaciones se demuestra en el estudio de la historia por el hecho manifiesto del máximo esplendor de las civilizaciones, la vía y la vida se desarrollan o declinan con el transcurso del tiempo.

Cuando el hombre a formado una célula social elemental, siente la necesidad de comunicarse con sus semejantes y buscar medios de sustento, los grupos humanos que van cuajando y llegan a tener una gran importancia en el medio social, despiertan la aspiración colectiva de buscar una expansión exterior, por lo que es fundamental contar con medios de comunicación que dejen atrás el aislamiento de un mundo que se enfoca a que países como los de Sudamérica se desarrollen y generen riquezas.

El desarrollo del ser humano está íntimamente ligado al grado de desarrollo que ha logrado en sus medios de comunicación y transporte.

La concepción del carro genera la necesidad de la existencia de caminos acondicionados para su circulación, así como los vehículos han evolucionado con el transcurso del tiempo, basados en las necesidades y confort de los usuarios, las vías también han tenido la incidencia de mejorar sus diseños, así como el uso de variados materiales.

En el mundo antiguo, los egipcios, asirios, babilonios, macedonios, persas, griegos y romanos; basaron su control del comercio y expansión militar en la construcción de las primeras redes de carreteras. Los chinos fueron los primeros en clasificarlas y establecer una legislación y regulación sobre las mismas. En América se destaca la red de carreteras construida por los incas, a pesar de que la rueda llegó a este continente recién en el siglo XVI con los europeos. Los inventos de la carroza a mediados del siglo XV, de la diligencia a principios del siglo XVII, y del automóvil actual en el siglo XIX; obligaron a la búsqueda de métodos constructivos y diseños geométricos de carreteras, acordes con mayores pesos y velocidades.

Actualmente, al inicio del siglo XXI, se estima que en el mundo entero se cuenta con una red principal, de carreteras que supera los 10'000.000 de Km, por la que circulan aproximadamente 700'000.000 de vehículos automotores.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

	Pag.
1.1. Antecedentes generales	1
1.2. Alcance del estudio	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general del proyecto	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Importancia del proyecto	4
1.5. Ubicación del proyecto	4
1.6. Entorno del sistema vial	6
1.7. Descripción de la ruta actual	7
1.8. Análisis de parámetros	8
1.8.1. Clima	8
1.8.2. Vegetación	9
1.8.3. Geología	10
1.8.4. Infraestructura vial	11
1.8.4.1 Vía de acceso al IASA	11

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA TRAZO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

	Pag.
2.1. Consideraciones previas	13
2.1.1. Actividades para el levantamiento topográfico	14
2.1.2. Características del equipo utilizado	14
2.2. Trabajos de campo	14
2.2.1. Ubicación de los puntos de posicionamiento del I.G.M.	15
2.2.2. Levantamiento topográfico	17
2.3. Trabajos de gabinete	19

2.3.1. Importación de datos de la estación total con el programa SOKKIA	19
2.3.2. Configuración de datos de Excel con formato CSV	21
2.3.3. Procesamiento de datos con el uso del programa CivilCAD	24
2.3.4. Alternativas	25
2.4. Normas y especificaciones planimétricas y altimétricas	26
2.5. Tránsito	26
2.5.1. Estudio del tránsito actual y futuro	26
2.5.1.1. Tránsito actual	26
2.5.1.2. Tránsito promedio diario anual futuro	31
2.5.2. Velocidad de diseño	46
2.6. Alineamiento horizontal	47
2.6.1. Radio mínimo de curvatura	49
2.6.2. Sobreancho	51
2.6.3. Peralte	52
2.6.4. Tangente intermedia mínima	55
2.6.5. Bombeo	56
2.6.6. Distancia de visibilidad	56
2.6.6.1. Distancia de visibilidad de parada	56
2.6.6.2. Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo	58
2.7. Alineamiento vertical	60
2.7.1. Gradientes	60
2.7.2. Curvas verticales	61
2.7.2.1. Curvas verticales convexas	61
2.7.2.2. Curvas verticales cóncavas	62
2.8. Combinación de las alineaciones verticales y horizontales	63
2.9. Diseño de la sección transversal	64

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE LAS FUENTES DE MATERIALES

	Pag.
3.1. Objetivos y características	66
3.1.1. Objetivos	66
3.1.2. Características del proyecto	66

3.2. Fuentes de materiales	67
3.2.1. Zonificación de fuentes de materiales pétreos	68
3.2.2. Selección de la fuente mediante parámetros	69
3.2.3. Ubicación de la fuente seleccionada	70
3.2.4. Capacidad de la fuente	71
3.2.5. Características del material	71
3.2.5.1. Ensayo de abrasión	71
3.2.5.2. Conclusión	72

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE PAVIMENTO Y SECCIONES TÍPICAS

	Pag.
4.1. Objetivos	74
4.2. Características geométricas	74
4.3. Alcance de los trabajos	74
4.4. Trabajos realizados	75
4.4.1. Trabajos de campo	75
4.4.1.1. Ubicación de los pozos o calicatas en la vía existente	75
4.4.1.2. Ensayo CBR in situ	77
4.4.2. Trabajos de laboratorio	78
4.4.2.1. Ensayos de laboratorio	79
4.4.2.1.1. Contenido de humedad	79
4.4.2.1.2. Granulometría	80
4.4.2.1.3. Densidad de campo	81
4.4.2.1.4. Límite líquido	84
4.4.2.1.5. Límite plástico	85
4.4.2.1.6. Proctor modificado	86
4.4.2.1.7. Cálculo del CBR de laboratorio	87
4.4.2.2. Determinación del CBR de diseño	87
4.5. Descripción de suelos de subrasante	89
4.5.1. Descripción campo manual – visual de los suelos	89
4.5.2. Descripción en el laboratorio – clasificación SUCS	90
4.5.3. Descripción en el laboratorio – clasificación ASSHTO	91

4.5.3.1. Índice de grupo	91
4.6. Descripción de la capa de rodadura existente	92
4.7. Espesores del material de mejoramiento	93
4.8. Diseño del pavimento	94
4.8.1. Selección de las alternativas para pavimentos	94
4.8.2. Método de diseño ASSHTO 1993	96
4.8.2.1. Información de diseño	96
4.8.2.1.1. Período de diseño	96
4.8.2.1.2. Equivalencia de ejes de 8.2 T	97
4.8.2.1.2.1. Tramo I (0+000 a 1+100)	97
4.8.2.1.2.2. Tramo II (1+100 a 4+640)	100
4.8.2.1.3. Confiabilidad (%)	101
4.8.2.1.4. Desviación estándar normal	101
4.8.2.1.5. Combinación del error	102
4.8.2.1.6. Pérdida del índice de serviciabilidad	102
4.8.2.1.7. Determinación del número estructural (SN)	102
4.8.2.1.8. Determinación del módulo de resiliencia (Mr)	103
4.8.2.1.9. Coeficientes elásticos de capas (ai)	103
4.8.2.1.10. Factores de drenaje (mi)	105
4.8.2.1.11. Determinación de espesores (Di)	106
4.8.2.2. Diseño	106
4.8.2.2.1. Diseño tramo I con carpeta asfáltica	106
4.8.2.2.2. Diseño tramo II con doble tratamiento superficial bituminoso	106
4.8.2.2.3. Comprobación de los SN mediante software	107
4.8.2.2.4. Pavimento articulado	108
4.9. Análisis económico de los pavimentos	109
4.10. Conclusiones	110
4.11. Recomendaciones	111

CAPÍTULO V

ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Pag.

5.1. Objetivo del estudio	114
5.2. Estaciones de observaciones hidrométricas	114
5.3. Estaciones de observaciones metereológicas	114
5.4. Parámetros básicos de diseño	114
5.5. Determinación de caudales máximos para el diseño de estructuras de drenaje menor	115
5.6. Características del sistema de drenaje propuesto	116
5.7. Alcantarillas	118
5.7.1. Secciones y tipo de alcantarilla	118
5.7.2. Carga permisible a la entrada (HET).	118
5.7.3. Velocidades permisibles a las salidas de las alcantarillas para evitar la erosión del terreno	118
5.7.4. Velocidades máximas y mínimas	119
5.7.5. Hidráulica de las alcantarillas	119
5.7.6. Diseño de alcantarillas rectangulares	119
5.7.7. Diseño de alcantarillas circulares	120
5.7.8. Análisis de alternativas	121
5.8. Cunetas laterales	122
5.9. Cunetas de coronación	123
5.10. Subdrenes	123
5.11. Cantidades de obra	125

CAPÍTULO VI

ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

	Pag.
6.1. Seguridad vial	126
6.1.1. Importancia	126
6.1.2. Accidentes	126
6.1.3. Factor humano	126
6.1.4. Influencia de vehículos	127
6.1.5. Influencia de las carreteras	127
6.1.5.1. Control de accesos intersecciones y enlaces	127

6.1.5.2. Intensidad de tránsito	127
6.1.5.3. Velocidad	128
6.1.5.4. Sección transversal	128
6.1.5.5. Trazado horizontal y vertical	128
6.1.5.6. Estado del pavimento	128
6.2. Medidas para mejorar la seguridad	128
6.2.1. Respecto al hombre	129
6.2.2. Respecto al vehículo	129
6.2.3. Respecto a la carretera	129
6.2.3.1. Medidas preventivas	130
6.2.3.2. Medidas paliativas que intentan reducir la gravedad del accidente una vez producido	130
6.3. Señalización vial	130
6.3.1. Señalización vertical	130
6.3.1.1. Señales preventivas	131
6.3.1.2. Señales restrictivas	131
6.3.1.3. Señales informativas	131
6.3.1.4. Ubicación de señales verticales	132
6.3.1.5. Ubicación local de las señales	132
6.3.1.6. Ubicación de las señales a lo largo de la vía	133
6.3.2. Señalización horizontal	134
6.3.2.1. Marcas longitudinales centrales	134
6.3.2.2. Marcas longitudinales de espaldón	135
6.3.3. Señales en etapa de construcción	135
6.3.3.1. Señales preventivas	135
6.3.3.2. Señales reglamentarias	135
6.3.3.3. Señales informativas	136

CAPÍTULO VII

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

	Pag.
7.1. Introducción	139
7.2. Áreas de influencia ambiental del proyecto	141

7.3. Línea base ambiental	142
7.3.1. Aspectos físicos	142
7.3.2. Aspectos bióticos	144
7.3.2.1. Flora	145
7.3.2.2. Fauna	146
7.3.3. Aspectos socioeconómicos	147
7.3.4. Recursos arqueológicos e históricos	148
7.4. Identificación y calificación de impactos ambientales	149
7.4.1. Resultados de la calificación ambiental	161
7.4.1.1. Impactos negativos	164
7.4.1.1.1. Impactos sobre el recurso agua	164
7.4.1.1.2. Impactos sobre el recurso suelo	164
7.4.1.1.3. Impactos sobre el recurso biótico	164
7.4.1.1.4. Impactos sobre el paisaje	164
7.4.1.1.5. Impactos sobre el recurso socioeconómico	164
7.4.1.2. Impactos positivos	166
7.5. Plan de manejo ambiental	166
7.5.1. Estructura del plan de manejo ambiental	166
7.5.2. Medidas de control y prevención	168
7.5.2.1. Medidas de control y prevención de la contaminación atmosférica	168
7.5.2.2. Medidas de control y prevención de la contaminación por ruido	169
7.5.2.3. Medidas de control ambiental en la explotación de fuentes de materiales.	170
7.5.2.4. Medidas de seguridad vial durante la construcción	171
7.5.2.5. Medidas de control y prevención de obras temporales	173
7.5.2.6. Medidas de seguridad industrial y salud ocupacional	175
7.5.2.7. Medidas de prevención y control de la contaminación del suelo	176
7.5.2.8. Medidas de conservación de flora y fauna nativa	177
7.5.2.9. Medidas de educación y concientización ambiental	178

CAPÍTULO VIII

PRESUPUESTOS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pag.
8.1. Tabla de cantidades de obra por rubros	179
8.2. Presupuesto base	180

8.3. Especificaciones técnicas	180
8.4. Estudio financiero	180
8.4.1. Estudio edafológico	181
8.4.2. Análisis de cultivos	182
8.4.3. Análisis de producción	185
8.5. Conclusiones	189
8.6. Recomendaciones	188

EXTRACTO

Nuestro proyecto de tesis va encaminado a satisfacer las necesidades de estudiantes, profesores y demás usuarios de la vía del IASA I entre el sector administrativo y Pailones.

En la actualidad la vía es de clase cinco y presenta deficiencias en su trazado y drenaje vial. En base a éstas características de la vía presentamos un diseño de prefactibilidad tomando en consideración los flujos vehiculares presentes y futuros que harán uso de la misma.

El presente documento contiene estudios y diseños, todos ellos basados en aspectos de seguridad vial, economía, parámetros técnicos y parámetros ambientales, pero siempre considerando y respetando las normas emitidas por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

Para el estudio dividimos a la vía en dos tramos, debido a las condiciones de su uso y realizamos su diseño según la clase de éstas, ponemos especial cuidado en el diseño hidráulico con el fin de cuidar su construcción y recomendamos los aspectos de mitigación ambiental necesarios.

ABSTRACT

Our project having guided goes of thesis that a those satisfying necessities that users' road other and students, professors ingress in Pailones and administrative of the sector high rail.

At the present time the road is of five class and it presents deficiencies in its layout and vial drainage. Based on these characteristic of the road we present a feasible design taking in consideration the flows vehicular present and futures that will make use of the same one.

The present document contains studies and designs, all them based on aspects of security vial, economical, technical parameter and environmental parameters, but always considering and respecting the norms emitted by Department of Public Works of Ecuador.

For the study we divide to the road in two tracts, due to the conditions of their use and we carry out their design according to the class of these, we pay special attention to the hydraulic design with the purpose of taking care of their construction and we recommend the necessary aspects of environmental mitigation.

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES GENERALES.

El 4 de abril de 1994 se creo, anexo a la ESPE, en Sangolquí, el Instituto Agropecuario Superior Andino "IASA", gracias a las gestiones que realizó el Gral. Carlomagno Andrade (+), el mismo que se encuentra ubicado a una distancia de 1^{1/2} Km, de la población denominada San Fernando. Este centro de estudios aprovecha la infraestructura agrícola y ganadera de la hacienda El Prado, de propiedad de la ESPE. Posteriormente el instituto se transformó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, con lo que pudo, no solo mejorar sus instalaciones físicas, sino optimizar su oferta académica para un mayor número de aspirantes.

Se aplica planes de estudio flexibles, donde una combinación de lo académico, laboral e investigativo sea el soporte para la formación de profesionales competentes, con capacidad de trabajo en equipo y comprometidos con el desarrollo socio-económico del país.

Fomenta la producción y la investigación agropecuaria, propendiendo a la protección de la naturaleza y el aprovechamiento ecológico de los recursos.

Se ofrece a los estudiantes la posibilidad de continuar su capacitación de postgrado, según los avances científicos, tecnológicos y las necesidades del país, contribuyendo a la solución de los problemas de la población campesina, a través de programas de extensión agropecuaria.

Sus estudiantes disponen de 600 hectáreas en la hacienda El Prado, ubicada en el sector andino del país, donde funciona el Área Académica y el campo de prácticas e investigaciones agropecuarias que sirven a los programas docentes de la Facultad y 5000 hectáreas en las Haciendas: San Antonio, Zoila Luz y La Molestina en el trópico, para realizar prácticas, pasantías e investigaciones.

En forma periódica se desarrollan programas de producción agrícola y animal, como los siguientes:

Producción animal: Ganadería de leche, porcinos, aves, camélidos, acuicultura, lombricultura y apicultura. Producción vegetal: Frutales, hortalizas, flores, ornamentales, cereales, leguminosas, tubérculos, pastos y bosques.

El centro de investigaciones y generación de productos y servicios agropecuarios está organizado de la siguiente manera:

Área de nutrición, laboratorios de suelos y química, laboratorio de fisiología vegetal, área de sanidad animal y vegetal, laboratorio de entomología, laboratorio de fitopatología y nematología, laboratorio de microbiología, laboratorio de sanidad animal, área de mejoramiento animal y vegetal, laboratorio de biología, laboratorio de tecnología de semillas, laboratorio de genética y biotecnología, laboratorio de producción animal, área de biotecnología de alimentos, tecnología de cárnicos, tecnología de lácteos, tecnología de conservas.

La maquinaria agrícola disponible permite a los alumnos realizar sus prácticas de campo bajo supervisión técnica de personal especializado.

El IASA también cuenta con una estación meteorológica de primer orden que proporciona datos climatológicos, a la vez que sirve para las prácticas de agroecología y agrometeorología.

Se presenta como una alternativa integral en la enseñanza agropecuaria del país, ofrecida con la seriedad, credibilidad y respaldo de las F.F.A.A.

La misión del IASA es formar profesionales e investigadores de excelencia, en el campo agropecuario, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen el desarrollo del país, con una visión de facultad pionera y líder en la formación de profesionales agropecuarios integrales, de excelencia y prestigio internacional.

1.2. ALCANCE DEL ESTUDIO.

La carretera de circulación en el IASA I, en el tramo comprendido entre los sectores administrativo – Pailones es el medio de comunicación vial por el que estudiantes, profesores, proveedores, entre otros, se trasladan a ciertos puntos de la hacienda El Prado, de tal manera que es primordial realizar los estudios de mejoramiento que permitan tener un corredor vial de circulación interna de optimas condiciones tanto en su diseño geométrico como en el diseño de su asfalto, obras de arte complementarias, señalización e impacto ambiental.

Por tal motivo es de gran importancia el desarrollo del Proyecto de Tesis titulado “Diseño geométrico de la vía del IASA I, tramo sector Administrativo – Pailones”.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo General del Proyecto.

Desarrollar el trazado y diseño de la carretera que se justifique en los términos: técnico, económico, financiero y ambiental que permita el ingreso seguro y eficiente de

vehículos del personal docente, administrativo y estudiantil, así como mejore el acceso a nuevas zonas de producción incrementando el desarrollo económico del Sector.

1.3.2. Objetivos Específicos.

Encontrar la proyección futura del tránsito de la vía.

Plantear una solución de diseño para la reforma geométrica de la vía del IASA I, tramo sector administrativo – Pailones que cumpla con todas las especificaciones técnicas del MOP, ordenanzas y reglamentos del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui.

Diseñar un sistema de drenaje adecuado para controlar el desalojo de aguas y evitar el desmejoramiento de la vía.

1.4 IMPORTANCIA DEL PROYECTO.

En la firme decisión de conseguir que se cumpla con los objetivos institucionales que el IASA I propone en su plan estratégico y siendo de gran importancia la misión para el que fue creado, así como su visión a futuro, el IASA I con el desarrollo de la presente propuesta mejorará notablemente su imagen en infraestructura física, así como también en los siguientes aspectos:

- Se fomentaría la construcción de instalaciones físicas para el aprendizaje, y una notable descentralización de las zonas de práctica, que resultaría en un mayor aprovechamiento de la extensión que posee la hacienda “El Prado”.
- Se resolvería el problema del transporte de los productos agrícolas a su centro de acopio, en el sector administrativo. De la misma forma, ayudaría a la movilización de los insumos naturales y químicos que se requieren para los cultivos con mayor facilidad hasta el sitio donde se los necesite.

Con el estudio del presente proyecto, se conseguirá realizar un trazado y diseño de óptimo funcionamiento, acorde a las necesidades actuales del IASA I, con proyección futura, de acuerdo a su plan estratégico.



Foto No.1.1. Sector Administrativo (oficinas, auditorios, comedor).



Foto No.1.2. Sector Administrativo (aulas).

1.6. ENTORNO DEL SISTEMA VIAL.

El proyecto se encuentra relacionado con una vía existente, entre los puntos denominados sector administrativo - Pailones, que significa un importante medio de

comunicación para los intereses del IASA I, en lo que respecta a tener contacto con la producción ganadera, de piscicultura y aprovechamiento de zonas de cultivo para productos en estudio.

Existe una vía perimetral cercana en el sector que no forma parte del IASA I, la mencionada vía permite el acceso de vehículos a una población conocida como Loreto donde existe un punto turístico de gran importancia para el valle como es la cascada del río Pita. El tránsito con que contará la vía en estudio es el que se generará por la movilidad de estudiantes, profesores, proveedores, transportación de la producción y visitantes que buscan conocer la infraestructura en la que sus hijos o familiares realizarán sus estudios, prácticas y el entorno que les rodea.

La vía de acceso actual se clasifica como un camino vecinal de quinto orden, con deficiencia en su trazado geométrico, así como en su sección transversal respecto al ancho de vía a lo largo del proyecto, teniendo variantes que se contraponen a la circulación bidireccional existente.

1.7. DESCRIPCIÓN DE LA RUTA ACTUAL.

La carretera del proyecto en estudio constituye una prolongación de la vía que se inicia en la población de Selva Alegre continuando por la Fabrica de Enkador, el barrio de San Fernando llegando al sector administrativo del IASA I y continúa en dirección del punto denominado pailones.



Foto No.1.3. Sector Pailones (Laboratorios de Piscicultura)
Camino actual.

El Valle de los Chillos tiene la más alta proyección en crecimiento poblacional del Ecuador, siendo en la actualidad de 240.000 habitantes y se estima que para el 2010 será de 540.000 habitantes, de tal manera que se convertirá en una ciudad satélite del Distrito Metropolitano de Quito, incrementándose la circulación vehicular de los lugares antes mencionados y de igual forma se estima el incremento de la población estudiantil del IASA.

1.8. ANÁLISIS DE PARÁMETROS.

1.8.1. Clima.



Foto No.1.4. Placa Informativa de Estación Agrometeorológica.

La zona del proyecto tiene un clima tropical megatérmico húmedo. La temperatura promedio varía entre 15 y 24 °C, existiendo picos de la siguiente forma: el mes más frío julio con una temperatura de 4.1 °C y el mes más cálido octubre con una temperatura de 26 °C. Las precipitaciones anuales medias son superiores a los 2000 mm; las precipitaciones empiezan en el mes de octubre y continúan hasta el mes de mayo, produciéndose dos máximas: la principal en los meses de febrero y abril; la estación seca corresponde a los meses de julio y agosto, con lo que se considera que es favorable para el agricultor, ya que puede realizar dos siembras de ciclo corto al año como maíz, hortalizas, fréjol y cereales. Durante la época seca correspondiente, a los meses de julio y agosto, se debe regar los cultivos especialmente los perennes como frutales y pastos. Se debe indicar que se presentan granizadas esporádicas desde el mes de octubre hasta el mes de abril indistintamente. En la zona de influencia (8 km) de las instalaciones del IASA, el régimen de precipitación es bimodal, con dos máximas al año: la principal se presenta en los meses de noviembre y diciembre, mientras que la secundaria es en los meses de febrero y abril. El régimen de lluvias y su distribución esta dada por la presencia de la zona de convergencia intertropical (ITCZ), influencia de las “colas de sistemas frontales del Sur y Norte” y perturbaciones de origen amazónico. La dirección de los vientos se presenta de Este – Sur Este con una intensidad promedio de 11 m. La humedad relativa del sector es de alrededor de 70 %.



Foto No.1.5. Estación Agrometeorológica del IASA.

1.8.2. Vegetación.

La vegetación natural de bosque Premontano y Montano bajo debido a la intervención humana casi ha sido eliminada en su totalidad, reemplazándola por cultivos y pastos. En el sector administrativo se observa la presencia de bosque primario y de las mayores áreas de pastos, debido a la cercanía que existe a las instalaciones de ordeño. Existen especies arbóreas y arbustivas en la hacienda El Prado que se encuentran en peligro de desaparecer de nuestro ambiente andino, las especies son: Cedro Andino, Puma Maque, Pusupato, Cedrillo, Perdillo. Además existen otras variedades como el Eucalipto y los Cerconios. El Eucalipto al ser una especie de árbol de madera muy apreciado en el paisaje andino, hace que la vegetación circundante muera en corto o mediano tiempo, debido a la absorción de todos los micro y macro nutrientes del suelo dejándolo estéril. El sector es propicio para el cultivo de maíz, papa, legumbres, hortalizas, flores y frutas bajo invernadero, fréjol, cereales, pastos, el suelo es apto para sembrar raigras y alfalfa, este último es de gran importancia para el ganado productor de leche por sus nutrientes.

1.8.3. Geología.

La geología de la hacienda El Prado se describe como una meseta alta que desciende hacia ambos valles laterales con fuerte pendiente. Se conoce que la zona es un depósito de sedimentos cuaternarios producto de los lajares de anteriores erupciones del volcán Cotopaxi, siendo el río Pita y la quebrada del Cabre del río Pinllocoto las zonas de evacuación de los deshielos del volcán. Los depósitos están conformados por materiales como piedra pómez, cenizas, arenas, cangagua. ANEXO A-I.



Foto No.1.6. Mina Privada de material para la Construcción.

Debido a esta presencia de materiales se conoce de la explotación de minas para materiales de construcción, así por ejemplo tenemos la mina del Sr. Ing. Manuel Aldaz Cando, (ver Foto No.1.6.) que se encuentra en la abscisa 2+100 de la vía que comunica la Fabrica de Enkador – IASA. Al igual que encontramos en la abscisa 1+200 de la vía existente entre el sector administrativo – pailones.



Foto No.1.7. Depósito de Arena en la hacienda El Prado.

1.8.4 INFRAESTRUCTURA VIAL.

1.8.4.1 Vía de Acceso al IASA.

La vía que comunica al IASA con el sector de Selva Alegre, la hemos dividido en tramos para su análisis. El tramo entre Selva Alegre – Enkador de 2 km de longitud es una vía que se encuentra parcialmente pavimentada a lo largo de 1.5 km, con la presencia de baches en su capa de rodadura, en los siguientes 500 m se presenta un empedrado parcial sin la presencia de cunetas laterales. A partir del sector de Enkador se presenta una bifurcación que permiten llegar al IASA. La primera vía Enkador – IASA consta de 3.1 km de longitud y circula por el barrio de San Fernando, esta vía es empedrada con la excepción del kilómetro final que llega al sector administrativo del IASA que es pavimentado. La segunda vía Enkador - IASA consta de 3.4 km a lo largo de su recorrido, comunica los bajos del barrio Luz de América, San Roberto, Central Hidroeléctrica de Los Chillos con el IASA, se encuentra parcialmente empedrada.



Foto No.1.8. Vía de Acceso al IASA.

CAPÍTULO II ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA, TRAZO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.

La topografía forma parte de una base fundamental en el proceso del diseño de las obras de Ingeniería, se la conoce como la disciplina que reúne y procesa información acerca de partes físicas de la tierra y sus alrededores.

Por tal motivo se considera que el desarrollo de la topografía en este proyecto, brinda la información que el diseñador del mismo necesita para el mejoramiento geométrico de la vía, teniendo presente las bondades y dificultades que el terreno presenta para el estudio. En particular, los ingenieros civiles a quienes se llama para planear y proyectar levantamientos deben tener una perfecta comprensión de los métodos e instrumentos a utilizar, inclusive sus alcances y sus limitaciones.

Existen varios tipos de levantamientos topográficos como son: topografía plana, topografía geodésica, fotogrametría, levantamientos de control, levantamientos para construcción, agrimensura, levantamientos orográficos o

de configuración, levantamientos de vías terrestres, hidrografía, topografía o hidrográfica.

El trabajo del topógrafo en general se encamina a dividirse en las siguientes partes: *Toma de decisiones*: Selección del tipo de método, el instrumental y ubicación más probable de los vértices. *Adquisición de datos*: Realiza mediciones y registra datos en el campo. *Procesamiento de datos*: Elabora cálculos en base a los datos registrados para determinar ubicaciones, áreas, volúmenes, etc. *Elaboración de planos o mapas*: Dibuja o representa las medidas registradas para obtener un plano, un mapa o un gráfico, o para transcribir los datos a un formato numérico o de computadora. *Señalamiento*: Coloca señales (mojoneras y estacas) para delinear o marcar linderos, o para guiar trabajos de construcción.

2.1.1. Actividades para el levantamiento topográfico.

En el proceso de ejecución del levantamiento topográfico planteamos la realización de actividades tanto de campo, como de oficina o gabinete, manteniendo relación lógica y progresiva entre ellas.

Tabla. No 2.1. Pasos para el levantamiento topográfico

TRABAJOS DE PLANIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> * Disposición de equipo topográfico. * Personal para trabajo de campo. * Disposición de transporte. * Visita técnica. * Ubicación de puntos del IGM.
TRABAJOS DE CAMPO	<ul style="list-style-type: none"> * Medición de ancho de vía existente. * Colocación de mojones de referencia. * Arrastre de los puntos del IGM. * Ubicación de estaciones. * Levantamiento de la faja (mediciones).

TRABAJOS DE GABINETE	<ul style="list-style-type: none">* Importar datos con el programa Sokkia.* Transformación de datos a formato CSV.* Importación de datos a programa de diseño.* Conversión de coordenadas locales a UTM.* Diseño alineamiento horizontal y vertical.
-------------------------------------	--

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

2.1.2. Características del equipo utilizado



SOKKIA SET510

Foto No 2.1. Estación Total Utilizada.

Descripción: Estación total electrónica marca SOKKIA modelo SET 510, TOTALMENTE A PRUEBA DE POLVO Y AGUA aumentos del lente de 30x, imagen directa, resolución de 1"(un segundo), distancia mínima focal de 1.3m. con teclado y pantalla de cristal líquido (192 x 80 puntos) iluminable, con interfase para comunicaciones con computadora estándar RS232C, compensador líquido de 2 ejes, lectura electrónica de ángulos de 5" (cinco segundos), con índice del ángulo horizontal seleccionable, escalas angulares en mils, gons, grados o por ciento de pendiente seleccionable, MEMORIA INTERNA que permite registrar un máximo de 10000 puntos de medición (se pueden crear hasta 50 archivos de trabajo para organizar eficientemente distintos trabajos, la memoria interna puede almacenar hasta 80 códigos de 13 caracteres cada uno máximo para ser utilizados en cualquier momento), MEDICIÓN ELECTRÓNICA de distancias de 2400 metros con 1 prisma en condiciones atmosféricas favorables con una resolución de 1 décima de milímetro, unidades de distancia seleccionable en metros o pies, corrección interna de la refracción y curvatura de la tierra seleccionable, corrección atmosférica y constante de prisma,

telescopio completamente rotatable con iluminación de retícula, Plomada óptica(3x), sistema de auto apagado seleccionable, calculo de coordenadas para rápida construcción del plano en Autocad, Civil Cad y programas similares.

2.2. TRABAJOS DE CAMPO.

2.2.1. Ubicación de los puntos de posicionamiento del IGM.

Para realizar la georeferencia del levantamiento topográfico de la faja del proyecto tomamos datos de puntos fijos o hitos establecidos por el IGM (Instituto Geográfico Militar), que se encuentran ubicados en el sector denominado La Libertad ,al Sur – Oeste del IASA. Los hitos se encuentran en propiedad privada, el hito más cercano en línea recta es el ubicado en la propiedad del Sr Leonardo Pinto siendo el denominado PE 15752 X, cuyas coordenadas geográficas son: N: 9'957,111.791 ; E: 786,692.793 y elevación de 2,820.009. Para que nuestros datos de georeferencia sean de precisión realizamos un enlace con un segundo punto ubicado en la propiedad de la Sra. Liliana Carrasco, denominado PE 15685 Y, con coordenadas geográficas N: 9'957,936.483; E: 786,728.664 y elevación de 2,783.861. ANEXO B-II.



Foto No 2.2. Hito en la propiedad del Sr. Leonardo Pinto.



Foto No 2.3. Placa del hito PE 15752 X.

2.2.2. Levantamiento topográfico.



Foto No 2.4. Levantamiento topográfico (estación E01)
sector administrativo

El enlace de los puntos del IGM con nuestro proyecto lo realizamos mediante cambios de estaciones, comprobando que el error estuviera dentro del rango permitido para este tipo de mediciones que es de ± 0.05 , El punto de nuestro proyecto con el que se realizó el enlace se encuentra ubicado en el sector administrativo junto al bar y lo hemos denominado como E01 (BM1 punto de partida).

En este punto de partida E01 colocamos un mojón que marca el inicio para el levantamiento de la faja de nuestro proyecto en diseño, además se cuenta con dos puntos fijos de referencia (PR-F), que permiten realizar comprobaciones de los datos obtenidos mediante una medición con el equipo ubicado en la Estación E02.

Para la realización del levantamiento topográfico de la faja del proyecto se uso coordenadas locales, para su posterior transformación a coordenadas UTM o también denominadas coordenadas universales.



Foto No 2.5. Levantamiento Topográfico (Estación E28)
Sector Pailones Altitud 2,932 m.s.n.m.

Para el levantamiento consideramos las construcciones existentes en el sector administrativo como son: comedor, biblioteca, aulas, bar, villas para estudiantes internos, plaza de toros, así como las vías de acceso al IASA. De la vía existente se tomaron datos de filos y ejes del camino, así como valores de cotas para una faja de 25 m a cada lado del camino. En el transcurso del levantamiento y conforme nos alejamos del punto de partida de nuestro proyecto encontramos edificaciones como son: planta para estudio de cárnicos, planta de lácteos, estación agrometeorológica, establos y planta de ordeño, planta de balanceados, planta de producción de humus, talleres, bodegas de combustibles, todas estas construcciones se encuentran hasta la abscisa 1+100 y cada una de ellas han sido implantadas en la faja del proyecto. A partir de la abscisa 1+100 hasta la abscisa 4+600 no se encuentra edificación alguna de tal forma que solo se toman datos de cotas, eje y filos de vía. En el sector de pailones tomamos datos sobre las siguientes edificaciones: Instalaciones de piscicultura, establo de ovinos, aula de estudiantes, villas para internos y bodega.

En algunos puntos de la vía se presentaron excepciones en la topografía del terreno, la gran cantidad de arbustos, maleza y la difícil geografía impidieron que la faja mantuviera el ancho fijado en principio de 50 m. El levantamiento topográfico consta

de 2715 puntos y se registran 29 estaciones hasta el sector de Pailones. En la estación E29 o BM3 colocamos un mojón de hormigón que sirve de hito referencial.

2.3 TRABAJOS DE GABINETE.

2.3.1. Importación de datos de la estación total con el programa Sokkia.

La estación total Sokkia SET510 maneja su propio programa de importación de datos del equipo al PC, la conexión en esta serie de la Sokkia se realiza por medio de cable con puerto USB al PC y multipunto para la estación, las ultimas series de equipos Sokkia poseen conexión Blooth, que permite conectarse con un equipo cercano a un radio de 4 m², es más eficiente y dinámica que la conexión por cable. En topografía se le conoce a los datos obtenidos, como datos crudos. A continuación se detalla la importación de datos:

1. Nos colocamos en la barra de estado en INICIO y a continuación en PROGRAMAS, haga clic en COMMS.

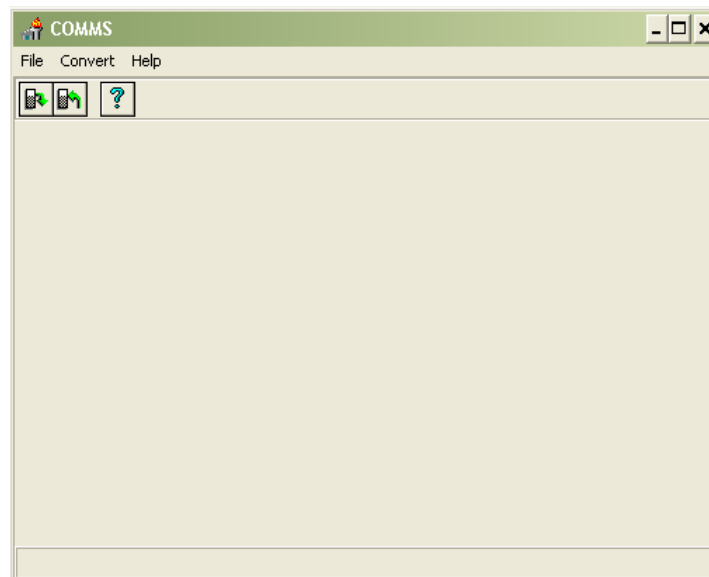


Figura No 2.1. Ventana de inicio del programa COMMS

2. Hacemos clic en la pestaña RECEIVE (bajar datos), luego hacer clic en SETUP, seleccionar PORT → COM 1.

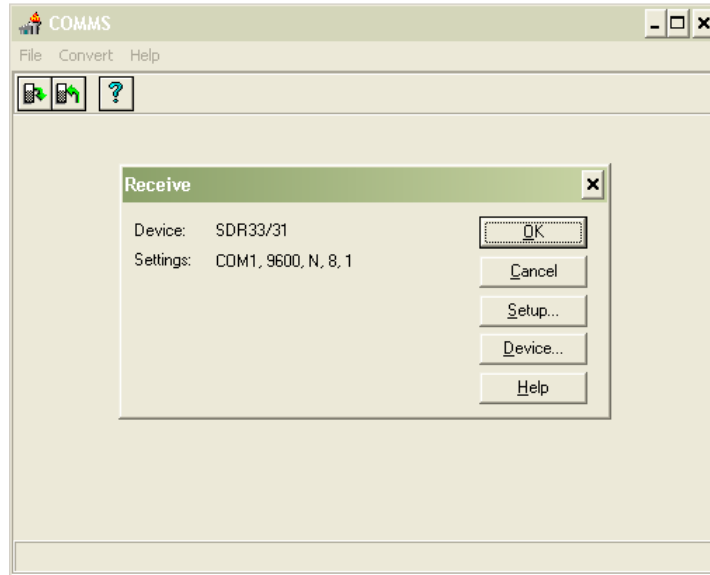


Figura No 2.2. Ventana del programa COMMS

3. En la ventana SETUP seleccionamos BAUD RATE (velocidad de recepción de datos PC – Estación, colocamos un valor: 9600), en la parte inferior de la ventana se encuentra una pestaña PARITY (Paridad) colocamos en NONE (ninguna) y ACEPTAR.

4. Se abre una nueva ventana, en la pestaña FILE NAME colocamos el nombre que le asignamos al archivo, en DIRECTORIO escoger e/DESCARGAS y a continuación en DRIVES seleccionar e PRINCIPAL y ACEPTAR.

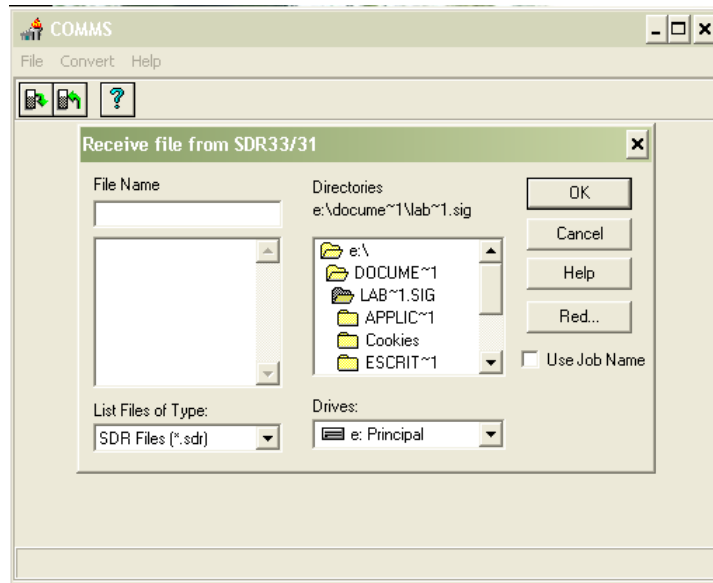


Figura No. 2.3. Ventana del programa COMMS

5. En la Estación aparece la ventana MEM, escogemos el apéndice TRABAJO, luego aparece la opción ENVIAR SALIDA A PC y seleccionamos el trabajo. A continuación hacer clic en SALIDA A PC con las opciones (SDR; IMPRIMIR), colocamos en SDR y BAJAR DATOS ACEPTAR.

2.3.2. Configuración de datos de EXCEL con formato CSV.

El archivo en Excel es importante porque permite realizar una edición de la información que se utilizara en el programa de diseño, así por ejemplo: se realiza la colocación de códigos para diferenciar los puntos del trabajo. A continuación se encuentra el procedimiento para trabajar en el programa Excel.

1. En el programa Excel hacer clic en ABRIR ARCHIVO, buscar el archivo con formato SDR, aparecerá la ventana de datos con la opción de MARGENES LIMITADORES, colocar limitaciones para las columnas a convenir, una vez seleccionado hacer clic en TERMINAR.

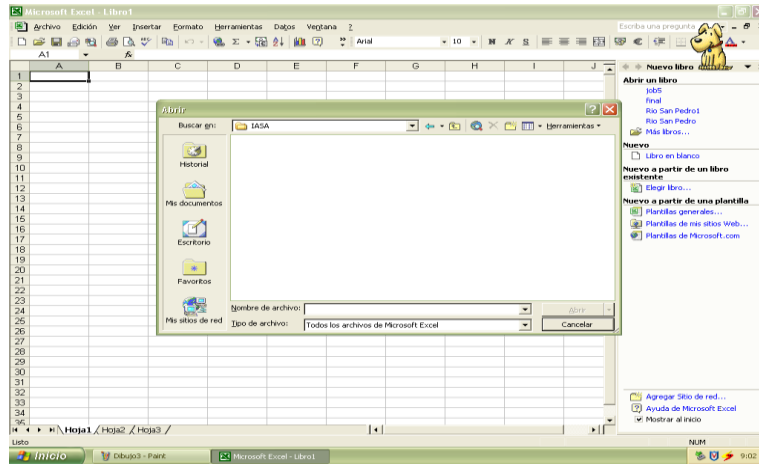


Figura No. 2.4. Ventana de Excel para abrir archivo.

2. En la hoja electrónica aparece los datos del trabajo en columnas, realizar las ediciones necesarias sobre códigos de los puntos, etiquetas, colocación del orden como se presentaran los datos referentes a Norte, Este, Elevación, Códigos.

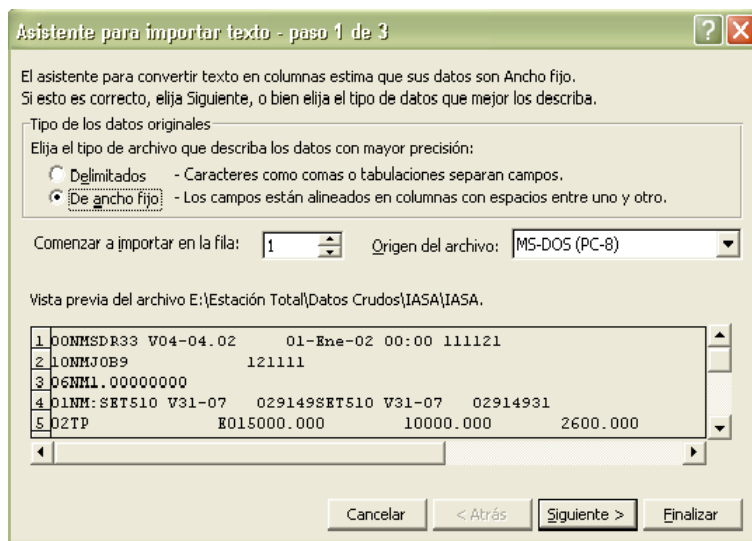


Figura No. 2.5. Ventana de asistente para importar texto

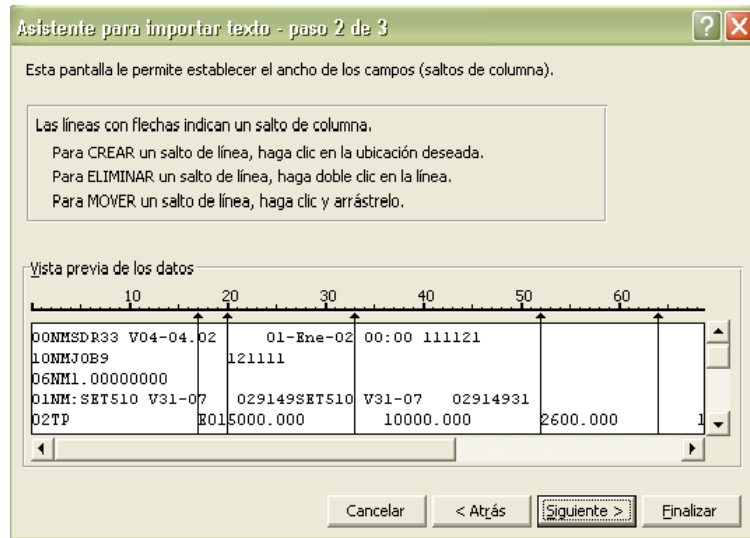


Figura No. 2.6. Ventana de asistente para importar texto

3. En la pestaña ARCHIVO, se encuentra la opción GUARDAR COMO, le asignamos al archivo un nombre con extensión CSV (delimitado por comas) y ACEPTAR. El archivo quedara guardado y listo para usar en programas para diseño como: CivilCad, Eaglepoint, Autoland Desktop, etc.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	10000	5000	2600	EST1		
2	2	9909,8301	5167,9139	2604,8383	EST2		
3	3	9995,9173	4992,0953	2600,4378	PRF		
4	4	10010,8276	4993,8725	2600,1537	PRF		
5	5	10000,481	4997,9873	2600,0956	BAR		
6	6	10019,9777	4986,3379	2600,0456	BAR		
7	7	9988,7452	4978,268	2600,6089	BAR		
8	8	10022,7633	5060,8229	2596,3384	COME		
9	9	10032,9357	5054,1136	2596,3362	COME		
10	10	10042,8873	5047,7414	2596,3597	COME		
11	11	10039,8593	5043,0902	2596,3721	BIBLIOT		
12	12	10032,6034	5031,909	2596,2952	BIBLIOT		
13	13	10046,445	5022,7203	2596,2936	BIBLIOT		
14	14	10078,1931	5001,9311	2596,2892	BIBLIOT		
15	15	10027,8	4964,6464	2600,7605	FILCA		
16	16	10033,0236	4959,2342	2600,8073	FILCA		
17	17	10033,6482	4974,0305	2599,9784	FILCA		
18	18	10039,5792	4969,8117	2599,9028	FILCA		
19	19	10037,9182	4980,9047	2599,3643	FILCA		
20	20	10044,3071	4977,6062	2599,2748	FILCA		
21	21	10048,9725	4985,1262	2598,7807	FILCA		
22	22	10050,6541	4986,1138	2598,6609	FILCA		
23	23	10042,3669	4990,7074	2598,8367	FILCA		
24	24	10052,1472	4985,7341	2598,6162	FILCA		
25	25	10039,2187	4993,5177	2598,7621	FILCA		
26	26	10048,0098	5006,1812	2598,6795	FILCA		
27	27	10075,688	4970,2628	2598,6669	FILCA		
28	28	10066,5207	4994,0957	2598,4733	FILCA		

Figura No. 2.7. Ventana de archivo final en Excel.

2.3.3. Procesamiento de datos con el uso del programa CivilCAD

Para el posterior trabajo de procesamiento de datos y diseño de la vía escogimos el programa CivilCAD ya que contiene extensa ayuda y rutinas útiles para anotación automática de datos en líneas y arcos, generación de cuadros de construcción de polígonos y de curvas, reportes de puntos geométricos, memorias descriptivas y técnicas, resumen de áreas, generación automática de perfiles, secciones, curvas de nivel, cálculo de volúmenes en vialidades y plataformas, dibujo de polígonos, curvas y muchas utilerías más. El programa CivilCad utilizado para el presente proyecto es de versión 2005 e instalado para funcionar como una opción más en la barra de herramientas de Autocad 2006.

Para importar los puntos se debe seguir el procedimiento:

1.- El programa de CivilCad lo abrimos desde Autocad, una vez listo Autocad debemos desplegar en la barra de herramientas la opción CivilCad/Puntos/terreno/importar...

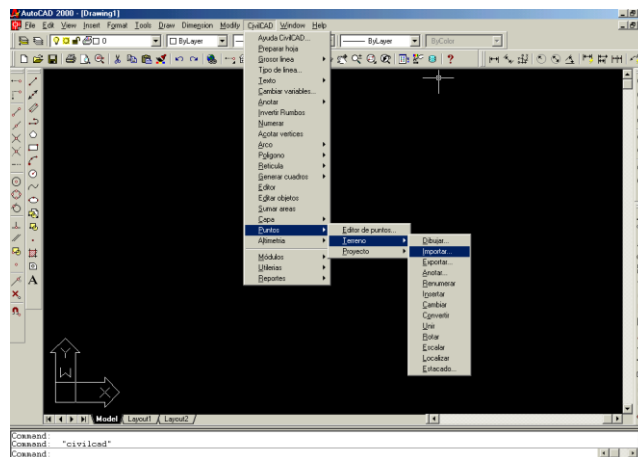


Figura No. 2.8. Ventana de CivilCAD para importar puntos.

2.- Al activar esta rutina, aparece una caja de diálogo.

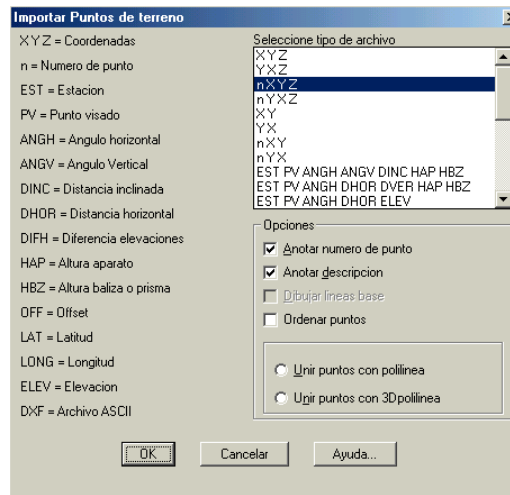


Figura No. 2.9. Ventana de CivilCAD para importar puntos.

Se deberá escoger la opción nXYZ, esto de acuerdo al archivo y su forma en Excel, es decir que dentro de Excel constará el orden como: numero de punto, datos en X, datos en Y y elevación Z

Para importar un archivo de puntos debe conocerse el orden en que aparecen los datos por línea. En caso de tener duda, se puede examinar el archivo con la opción "Editor de texto". También se puede generar un archivo en el editor con los datos de libreta de campo.

Una vez bajados los datos y grabados como archivo de Excel se procede a guardar dicho archivo dentro de la carpeta de CivilCad con el propósito de leer archivos para extraer la información necesaria y dibujarlos automáticamente en AutoCAD. Con la obtención de la nube de puntos procedemos a formar la polilínea para la correcta visualización de la vía existente con sus accesos, así como la delimitación de las construcciones y otras características importantes del terreno. Una vez editado y finalizado el gráfico de la nube de puntos, CivilCad los triangula y posteriormente dibuja las curvas de nivel. ANEXO B-II

2.3.4. Alternativas

Realizamos el chequeo de tres alternativas de rutas para el eje de la vía, tomando en consideración la economía sobre todo, escogimos la alternativa 2 que es prácticamente una rectificación del diseño geométrico existente. La alternativa uno no la escogimos debido a

la necesidad de la construcción de túneles por la existencia de grandes taludes y por atravesar una zona muy montañosa. La alternativa tres se descarta por la gran cantidad de relleno y corte que sería necesario. En la alternativa escogida podemos aprovechar el corte y relleno existente actualmente en la mayor medida posible. En los planos anexos podemos observar las alternativas planteadas. ANEXO B-III.

2.4. NORMAS Y ESPECIFICACIONES PLANIMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS.

Las Normas de Diseño son un conjunto de instrucciones, reglas, guías y recomendaciones con las que se fijan los límites y rangos a los valores y parámetros de diseño para posibilitar un trazado técnico – económico de una carretera. Para el diseño de nuestro proyecto nos hemos regido a las normas y especificaciones correspondientes emitidas por los debidos organismos de control técnico, es así que se utilizó las siguientes publicaciones:

- Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003.
- Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP 001-F 2002.
- Anotaciones y conocimientos adquiridos en la ESPE.

2.5. TRÁNSITO.

2.5.1. Estudio del tránsito actual y futuro.

Para realizar la rectificación y mejoramiento de la vía actual el primer paso es realizar un estudio de tránsito basado en datos reales a fin de identificar el nivel de servicio de la vía y por ende las características geométricas que deberá tener la misma.

2.5.1.1. Tránsito actual.

En general, el tránsito actual lo deberíamos obtener mediante el conteo directo de

vehículos en el sitio mismo del proyecto, en este caso lo realizamos de manera diferente para evitar errores en los resultados finales y evitar también errores en los estudios futuros. El motivo de no realizar el conteo directo se basa en la ausencia de estudiantes y personal administrativo al momento de estos estudios, debido a la coincidencia con el período de vacaciones así como también por estar en una temporada de baja cosecha de productos del IASA y por ende de un menor tránsito en la vía; siendo la comunidad estudiantil, administrativa y comerciante los principales usuarios de la vía resultaría irreal un estudio en días anormales a lo habitual.

De esta manera el estudio de tránsito actual y futuro se lo realizará en base a documentos existentes, encuestas a estudiantes, pobladores y personal administrativo, así como de observaciones anteriores realizadas en el sitio mismo de estudio.

En Febrero del año 2003 el Sr. Capt. De E. Luis Lasso y la Srta. Verónica Rea realizaron como tema de tesis los estudios y diseños para la ampliación de la calle Juan Salinas, tramo fábrica Enkador – IASA, es decir que dicho estudio terminó aproximadamente en el sitio donde inicia el presente proyecto, de esta manera nos permitimos recopilar información necesaria y aceptable con el fin de procesarla y efectivizarla para nuestro proyecto de la siguiente manera:

De los aforos realizados en los meses de septiembre y octubre del año 2003 (meses de mayor demanda de la vía por temporada de cosecha) tomamos el resumen en lo que a volúmenes de tránsito se refiere, se escogerá los aforos realizados desde las 6:00 hasta las 18:00 horas, no se toma en cuenta los de tránsito nocturno debido a que por seguridad el tránsito está restringido en avanzadas horas de la noche dentro de las instalaciones de el IASA, los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla No 2.2. Volúmenes de tránsito

	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
Livianos	1253	746	793	1200	1172	1078	1344

Buses	245	184	201	238	245	243	243
Camiones	98	29	20	105	77	81	50

FUENTE: PROYECTO DE TESIS LASSO Y REA

Los datos proporcionados por el documento en uso nos dicen que de 300 vehículos muestreados en encuestas de origen destino el 42.52% tenían como destino las instalaciones del IASA. Las encuestas se realizaron el día Jueves, donde se obtuvo un total de 1637 vehículos de los cuales 1344 eran livianos, es decir el 82.10 % mientras el 14.84 % corresponde a buses y el 3.05 % a camiones. Con estos datos podemos concluir que de 300 vehículos encuestados 128 tenían como destino el IASA y de estos 105 son vehículos livianos, 19 son buses y 4 son camiones, deduciendo que de 1637 vehículos totales contabilizados, aproximadamente 696 tenían como destino las instalaciones del IASA, y de estos 571 son vehículos livianos, 103 son buses y 21 son camiones.

Una vez obtenidos estos datos se procede a trabajar únicamente con los de vehículos ligeros y camiones, no se trabajará con datos obtenidos de buses debido a que la Cooperativa de Transporte Calsig que es la que llega hasta el IASA no entra en nuestra zona de estudio ya que la parada final de esta es aproximadamente 200 metros antes del punto inicial del proyecto, en lugar de estos se trabajará con datos reales obtenidos en encuestas a estudiantes, personal y observaciones realizadas en el sector. Diariamente se traslada el personal desde el sector administrativo hasta el sector de Pailones en dos buses que llegan en la mañana y la noche, no existe otro tipo de buses que entre al lugar. Las cosechas de los productos se los realizan en los meses de agosto, septiembre y octubre, y es en esta temporada en que el nivel de tránsito aumenta debido a la necesidad de comercialización de estos, la entrada de insumos a las instalaciones del IASA son permanentes y se las realiza aproximadamente dos o tres días a la semana. Vale la pena mencionar también que se puede observar el traslado de tractores agrícolas pertenecientes al IASA, los tractores son de 100 HP de potencia, doble tracción y de un peso aproximado de 5 Tn. Mediante entrevistas realizadas al Ing. Quimbiulco jefe de producción se pudo determinar los recorridos diarios de dichos tractores:

Tabla No 2.3. Recorrido diario de tractores

VEHÍCULO	POTENCIA	CIRCULACIÓN DIARIA	FUNCIÓN	ADICIONAL
Tractor agrícola	100 HP	2 veces/día	Labores de campo	-
Tractor agrícola	100 HP	5 veces/día	Transporte	Carretón 2 ejes

ELABORADO: GRUPO DE TESIS



Foto No 2.6. Tractor agrícola en el IASA.

Los datos finales obtenidos de tránsito se resumen en la siguiente tabla:

Tabla No 2.4. Datos finales de tránsito

TIPO DE VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHICULOS
Livianos	571
Buses	2
Camiones	21
Tractor agrícola 2 ejes	2
Tractor agrícola 4 ejes (incluido carretón)	5

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Realizamos el cálculo de la pendiente ponderada de acuerdo a la topografía de la vía actual obteniendo un valor igual al 4.4%, este parámetro nos sirve para determinar el factor de equivalencia de buses y camiones a vehículos livianos, usando las tablas correspondientes a carreteras de dos carriles.

Tabla No 2.5. Ponderación de pendientes

PONDERACIÓN DE PENDIENTES	
TRAMO	PENDIENTE %
0+000 0+580	2.4

0+580	0+960	6.7
0+960	1+120	6.9
1+120	1+320	0.5
1+320	1+500	1.1
1+500	1+740	1.7
1+740	1+820	3.7
1+820	2+080	3.8
2+080	2+240	5
2+240	2+460	7.3
2+460	2+600	6.4
2+600	2+920	2.8
2+920	3+160	2.1
3+160	3+440	7.5
3+440	3+700	5.4
3+700	4+040	3.5
4+040	4+400	7.2
4+400	4+580	5.5
4+580	4+840	6.5
Pendiente ponderada		4.4 %

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Definimos la vía actual con un nivel de servicio tipo B, es decir que los flujos vehiculares tienen un comportamiento estable y la velocidad desarrollada se encuentra limitada ocasionalmente por las condiciones del tránsito. Sin embargo, los conductores pueden aun elegir la velocidad y carril de circulaciones deseadas, ya que la reducción de velocidad no es irrazonable.

De acuerdo al nivel de servicio establecido y la pendiente ponderada podemos encontrar la equivalencia a vehículos livianos basándonos en las respectivas tablas.

Tabla No. 2.6. Factores de equivalencia de vehículos livianos

FACTORES DE EQUIVALENCIA A VEHÍCULOS LIVIANOS	
Buses	2
Camiones	8

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Al no existir la equivalencia en vehículos ligeros para tractores agrícolas tomamos para estos el valor correspondiente a camiones basándonos en su peso potencia.

Con los valores obtenidos se procede a realizar la equivalencia a vehículos ligeros:

Tabla No 2.7. Equivalencia de vehículos livianos

TIPO DE VEHÍCULO	DATOS OBTENIDOS	VEHÍCULOS LIVIANOS EQUIVALENTES
Livianos	571	571
Buses	2	4
Camiones	21	168
Tractores	7	56
TPDA (actual)		799

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

2.5.1.2. Tránsito promedio diario anual futuro.

El pronóstico de tránsito se basa en el tránsito actual adoptando un período de diseño de 20 años y tomando en consideración varios índices de crecimiento que tendrán gran importancia en los resultados finales del tránsito futuro generado.

Índice de demanda de combustible.- Basándonos en los datos de la demanda real de combustible 2000-2005 en la provincia de Pichincha proporcionados por el Ministerio de Obras Públicas procedemos a calcular el respectivo índice de crecimiento.

Tabla No. 2.8. DEMANDA REAL DE COMBUSTIBLE

PICHINCHA	2000	2001	2002	2003	2004
GASOLINA EXTRA	124.793.63 4	127.402.63 2	125.826.37 2	120.291.40 2	124.423.15 2
Año mayor/año menor		2	-1	-4	3
DIESEL 2	116.477.67 6	130.229.65 2	138.301.46 4	135.279.60 6	141.522.69 6
Año mayor/año menor		12	6	-2	5
GASOLINA SUPER	12.587.778	18.831.078	30.630.600	37.299.108	41.788.446
FUEL OIL	28.935.312	34.243.230	30.138.402	26.068.644	22.210.986
GAS LICUADO DE PETROLEO	81.370.380	85.301.202	86.070.390	91.466.298	104.376.34 2

FUENTE: MOP

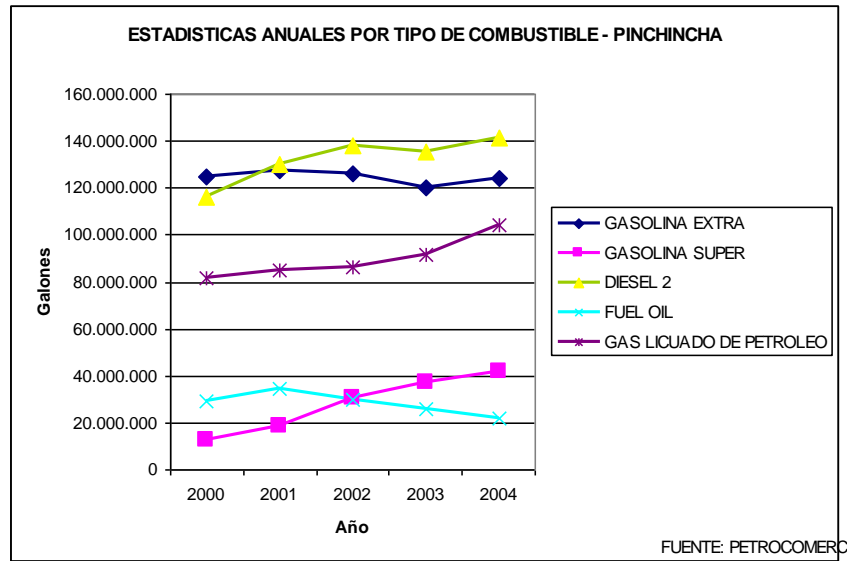


Figura No 2.10. Estadísticas anuales por tipo de combustible

Para la obtención de los índices tomamos los valores de gasolina extra y de diesel por ser mucho más consumido en la provincia de Pichincha.

El promedio de índice en gasolina extra es de -0.03 mientras que de diesel es de 5.11, en base a estos valores obtenemos un promedio total de 2.54.

Índice de crecimiento de tránsito.- En las normas de diseño geométrico elaborado por el MOP podemos encontrar los índices de crecimiento vehicular proyectados hasta el año 2010, con estos valores procedemos a calcular los índices que nos serán útiles:

Tabla No 2.9. Tasas de crecimiento de tránsito

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRAFICO		
Tipo de vehículo	Período	
	1990 – 2000	2000 – 2010
Livianos	5	4
Buses	4	3.5
Camiones	6	5

FUENTE: MOP

Con los datos que obtenemos de la tabla calculamos un índice promedio de las tasas de crecimiento de tránsito.

Índice de crecimiento de tránsito = 4.6

Índice de importación de vehículos.- Este índice lo obtenemos mediante datos proporcionados por el Banco Central del Ecuador.

Tabla No 2.10. Principales productos de importación desde EEUU. Valores en USD millones FOB.

	Subpartida Arancelaria	Producto	Ene-Ago 2004	Ene-Ago 2005	Participación Año 2005 (%)	Tasa de crecimiento (%)
1	230801	Aparatos eléctricos	246,139	376,095	32.5	52.8
2	230799	Otras manufacturas de metal	121,272	133,220	11.5	9.9
3	210399	Otros químicos y farmacéuticos	116,260	130,371	11.3	12.1
4	230702	Máquina industrial y sus partes	98,777	103,062	8.9	4.3
5	231401	Manuf. de cuero, plástico y caucho	68,079	75,141	6.5	10.4
6	231699	Otras mercancías	70,884	69,250	6.0	-2.3
7	230701	Vehículos y sus partes	31,453	32,543	2.8	3.5
8	230601	Derivados del petróleo	53,811	22,758	2.0	-36.5
9	231201	Manufacturas de papel y cartón	15,597	22,445	1.9	43.9
10	111199	Otros productos agrícolas	17,052	19,341	1.7	13.4
TOTAL			821,325	984,226	85,2	19,8

FUENTE: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

Índice de crecimiento estudiantil del IASA.- Es de gran importancia conocer el historial del IASA en cuanto a población estudiantil se refiere y de esta manera obtener un índice de crecimiento, este dato nos fue proporcionado por el personal administrativo:

Tabla No 2.11. Histórico de población estudiantil del IASA I.

HISTÓRICO DEL IASA I				
AÑO	Inscritos	Matriculados	Nº graduados	Promoción

Ago-98			59	1
Feb-99			51	2
Ago-99			39	3
Feb-00			39	4
Ago-00			36	5
Mar-01	64	572	20	6
Sep-01	325	648	35	7
Mar-02	101	633	23	8
Sep-02	231	644	51	9
Mar-03	89	614	33	10
Sep-03	176	630	63	11
Mar-04	61	582	45	12
Sep-04	129	597	24	13
Mar-05	29	603	42	14
Sep-05	100	599	30	15
Mar-05	39			
TOTAL GRADUADOS			590	

FUENTE: IASA

Para obtener el índice de crecimiento de población estudiantil nos basamos en el número de estudiantes matriculados por cada semestre.

Índices:

Período marzo 2001 – septiembre 2001 = 13.28

Periodo septiembre 2001 – marzo 2002 = -2.31

Período marzo 2002 – septiembre 2002 = 1.74

Período septiembre 2002 – marzo 2003 = -4.76

Período marzo 2003 – septiembre 2003 = 2.61

Período septiembre 2003 – marzo 2004 = -7.62

Período marzo 2004 – septiembre 2004 = 2.58

Período septiembre 2004 – marzo 2005 = 1

Período marzo 2005 – septiembre 2005 = -0.66

Índice Promedio = 0.66

En entrevistas realizadas al jefe de producción del IASA se supo mencionar que los principales productos de cultivo en la hacienda son cereales, trigo, cebada, avena y papas. Gran parte del terreno fértil está dedicado al cultivo de pastos. Los terrenos fértilmente aprovechables no son utilizados en su totalidad, es así que el mejoramiento de la vía incidirá mayormente en el desarrollo de nuevos cultivos, tendrá también incidencia en tiempos de recorrido y seguridad vial ya que adyacente a la vía esta todo aprovechado únicamente se varía en el tipo de cultivo de acuerdo a la planificación y temporada. Igualmente es de importancia el uso de la vía para el ingreso de materia prima requerida para las diferentes actividades agrícolas del instituto.

Una vez definidos los índices procedemos a asignar un peso de acuerdo a su importancia y obtener un último índice que será con el cual se trabaje en lo posterior.

TABLA No. 2.12. Cálculo del índice final

Elemento	Índice	Peso	Índice x Peso
Demanda de combustible	2.54	0.20	0.508
Crecimiento de tránsito	4.6	0.20	0.92
Importación de vehículos	3.5	0.20	0.70
Crecimiento población estudiantil	0.66	0.40	0.264
TOTAL		1.00	2.4

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Deducimos de esta manera un índice de crecimiento del 2.4%.

Para calcular el número de vehículos futuros que circularán por cada uno de los tramos en análisis hacemos uso de la siguiente fórmula:

$$V_f = V_a(l+R)^n$$

Donde:

V_f = Vehículos futuros.

V_a = Vehículos actuales.

I = índice de crecimiento del parque automotor.

n = Período de diseño. Para el proyecto se tomará 20 años.

Calculamos el tránsito futuro año a año sin tomar en cuenta la equivalencia de vehículos ligeros, con el fin de establecer una relación del crecimiento por tipo de vehículos.

TABLA No. 2.13. Tránsito futuro sin equivalencia de vehículos

TRAFICO FUTURO SIN EQUIVALENCIA DE VEHÍCULOS					
Año proyectado	TIPO DE VEHICULO				
	Livianos	Buses	Camiones	Tractores	Tractor + carretón
Actual	571	2	21	2	5
1	585	2	22	2	5
2	599	2	22	2	5
3	613	2	23	2	5
4	628	2	23	2	5
5	643	2	24	2	6
6	658	2	24	2	6
7	674	2	25	2	6
8	690	2	25	2	6
9	707	2	26	2	6
10	724	3	27	3	6
11	741	3	27	3	6
12	759	3	28	3	7
13	777	3	29	3	7
14	796	3	29	3	7
15	815	3	30	3	7
16	835	3	31	3	7
17	855	3	31	3	7
18	875	3	32	3	8
19	896	3	33	3	8
20	918	3	34	3	8
21	940	3	35	3	8

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Procedemos a calcular el tránsito futuro de vehículos equivalentes estimado para un año, tiempo en el cual se asume el inicio del proyecto.

$$V_f^l = 799 (1 + 2.4)^l$$

$$V_f^l = 818 \text{ veh\u00edculos.}$$

A partir del año estimado de iniciación del proyecto procedemos a calcular el tránsito futuro para 10 y 20 años de proyecto:

$$Vf^{10} = 818 (1 + 2.4)^{10}$$

$$Vf^{10} = 1037 \text{ veh\u00edculos}$$

$$Vf^{20} = 818 (1 + 2.4)^{20}$$

$$Vf^{20} = 1314 \text{ veh\u00edculos}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos comparamos en la tabla desarrollada por el MOP y obtenemos el tipo de v\u00eda:

Tabla No. 2.14. Clasificaci\u00f3n de carreteras en funci\u00f3n del tr\u00e1nsito proyectado

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tr\u00e1fico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	M\u00e1s de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100
<p>* El TPDA indicado es el volumen de tr\u00e1fico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 a\u00f1os. Cuando el pron\u00f3stico de tr\u00e1fico para el a\u00f1o 10 sobrepasa los 7.000 veh\u00edculos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinaci\u00f3n de la capacidad de una carretera, cuando se efect\u00faa el dise\u00f1o definitivo, debe usarse tr\u00e1fico en veh\u00edculos equivalentes.</p>	

FUENTE: MOP

Seg\u00fan la tabla proporcionada por el MOP, podemos observar que el tr\u00e1nsito proyectado a 20 a\u00f1os que es de 1314 est\u00e1 en los rangos de entre 1000 y 3000 veh\u00edculos por lo que se concluye que la v\u00eda en estudio es de clase II.

La Tabla siguiente muestra todos los parámetros y requisitos que deberemos cumplir de acuerdo al tipo de carretera que hemos obtenido, según ésta y aplicando las especificaciones técnicas del Ministerio de Obras Públicas concluimos que nuestra vía es de clase II absoluto ya que el TPDA proyectado está bajo el promedio de el límite superior y el límite inferior de el valor de TPDA para la clase II. De esta manera procedemos a reconocer los requisitos que pesarán sobre nuestra vía tomando en cuenta que es para un terreno montañoso.

Tabla No 2.15. Normas de diseño geométrico																											
Ministerio de Obras Públicas																											
NORMAS	CLASE I						CLASE II						CLASE III						CLASE IV								
	3000-8000 TPDA			1/			1000 - 3000 TPDA			1/			300 - 1000 TPDA			1/			100 - 300 TPDA			1/					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA					
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño - KPH	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	35	25
Radio mín curvas horiz (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	30	20
Distan. Visibl. parada (m)	190	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	60	110	710	55	70	35	25	70	35	25
Distancia visib p rebas (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	150	110
PERALTE	MÁXIMO 10%																		10% (V>50 K.P.H.) 8% (V<50K.P.H.)								
Coeficiente "K" para ⁽²⁾																											
Curvas vertic. convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	5	3
Grad. Long. ⁽³⁾ máx. (%)	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	6	12	8	6	12
Grad. Long. ⁽⁴⁾ mín. (%)	0,50%																										
Ancho de Pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,70			6								
Clase de Pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B., Capa Granular o Empedrado								
Ancho de espal ⁽⁵⁾ estab (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,6 (C.V. Tipo 6 y 7)								
Grad transv p pavimento %	2.0						2.0						2.0						2.5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E)								
Grad transv p espaldones %	2.0 ⁽⁶⁾ - 4.0						2.0 ⁽⁶⁾ - 4.0						2.0 ⁽⁶⁾ - 4.0						4 (C.V. Tipo 5 y 5E)								
Curva de Transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																										
Puentes	Carga diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																									
	Ancho calz.(m)	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																									
	Ancho hacer.(m)	0.50 m mínimo a cada lado																									
Mínimo derecho de vía - m	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																										
	LL : TERRENO PLANO						O : TERRENO ONDULADO						M : TERRENO MONTAÑOSO														
1/	El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tránsito diario proyectado a 15-20 años; cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7000 en 10 años debe investigarse a necesidad de construir una autopista. (Las normas para este serán parecidas a las de la clase I, con velocidad de diseño de 10 K. P. H. más para cada clase de terreno ver secciones transversales típicas par más detalles). Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.																										
2/	Longitud de las curvas verticales: $L = K A$; donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$; donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.																										
3/	En longitudes cortas menores a 500 m se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II, y III . Para caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 759 m.																										
4/	Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m a 6 m de altura, previo análisis y justificación.																										
5/	Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía, (Ver Secc. Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.																										
6/	Para espaldones pavimentados con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.																										
7/	En los casos en los que haya bastante tránsito de peatones, úsense dos acera completas de 1,20 m de ancho.																										

8/	Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
9/	Para los caminos clase IV y V se podrá utilizar $V_D = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).
NOTA: Las normas anotadas "recomendables", se emplearán cuando el T.P.D.A. es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar la carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.	

De acuerdo a la clase de vía obtenida se procede a ubicar las normas de diseño a utilizar según el Ministerio de Obras Públicas:

Tabla No. 2.16. Normas de diseño para la primera etapa del proyecto



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

NORMAS	CLASE II ABSOLUTA
Velocidad de diseño (K.P.H.)	50
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	75
Distancia de visibilidad para parada (m)	55
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	345
Peralte	Máximo = 10 %
Coeficiente K para curvas verticales convexas (m)	7
Coeficiente K para curvas verticales cóncavas (m)	10
Gradiente longitudinal máxima (%)	8

Gradiente longitudinal mínima (%)	0.5
Ancho de pavimento en metros (m)	6.70
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica
Ancho de espaldones estables (m)	1.5
Gradiente transversal para pavimento (%)	2
Gradiente transversal para espaldones (%)	2 - 4
Curva de transición	Úsense espirales cuando sea necesario

FUENTE: MOP

Al realizar una observación de campo detallada y mediante los conocimientos adquiridos respecto a la actividad en el lugar del proyecto, podemos afirmar que los resultados obtenidos, si bien no son erróneos, son de no aplicabilidad para el 100% de la vía.

Es de responsabilidad nuestra como diseñadores el tomar las medidas respectivas para economizar el proyecto en la mayor manera posible pero siempre respetando las normas y considerando los volúmenes futuros.

Por lo mencionado y para evitar un sobredimensionamiento de diseño y económico, nos vemos obligados a dividir el proyecto en dos etapas, la primera desde la abscisa del proyecto 0+000 km hasta la 1+100, es decir desde el sector administrativo hasta el sector de la ganadería, y la segunda desde ganadería hasta el fin del proyecto en el sector conocido como Pailones. Esta medida se debe a que la mayor parte de

circulación vehicular se da únicamente hasta ganadería y regresa al sector administrativo, es menor la circulación vehicular al sector de Pailones, este hecho es atribuible a que del total de los estudiantes del IASA únicamente los de ciertos niveles necesitan trasladarse al sector de piscicultura y de establos de ovinos.

Es así que realizamos la investigación de la movilización de los estudiantes matriculados de acuerdo a las materias tomadas y aplicamos el porcentaje de aquellos que se movilizan al sector de Pailones para obtener una estimación de los vehículos que circularán en la segunda etapa de la vía.

Tabla No 2.17. Destino de estudiantes en porcentaje según asignaciones

MATERIA	ESTUDIANTES MATRICULADOS	DESTINOS - SECTOR	PORCENTAJE DE SECTOR	
			GANAD	PAILONES
ABONOS ORGANICOS	63	Lombricultura	1,8%	
ACUICULTURA	50	Pailones		1,4%
ADMINISTRACION DE AGROEMPRESAS	46	Administración	1,3%	
AGROBIOTECNOLOGIA	42	Administración	1,2%	
AGROECOLOGIA Y RECURSOS NATURAL	35	Ganadería	1,0%	
AGROINDUSTRIA	35	Administración	1,0%	
ALGEBRA	51	Administración	1,5%	
APRECIACION DE LA ESCULTURA	31	ESPE Sangolqui	0,9%	
APRECIACION DE LA LITERATURA	5	ESPE Sangolqui	0,1%	
APRECIACION DE LA PINTURA	26	ESPE Sangolqui	0,7%	
APRECIACION DEL CINE Y TEATRO	19	ESPE Sangolqui	0,5%	
APRECIACION MUSICAL	12	ESPE Sangolqui	0,3%	
AVICULTURA	38	Administración	1,1%	
BIOLOGIA APLICADA	57	Administración	1,6%	
BIOLOGIA GENERAL	29	Administración	0,8%	
BIOLOGIA GENERAL (N)	38	Administración	1,1%	
BIOQUIMICA	64	Administración	1,8%	
BOTANICA	32	Pailones		0,9%
COMPUTACION	46	Administración	1,3%	
COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA	57	Administración	1,6%	
CONSTRUCCIONES AGROPECUARIAS	70	Administración	2,0%	
CONTABILIDAD	49	Administración	1,4%	
CONTABILIDAD DE COSTOS	34	Administración	1,0%	
CULTIVOS	40	Pailones		1,1%

DESARROLLO DE EMPRENDEDORES	49	Administración	1,4%	
DISEÑO EXPERIMENTAL	55	Administración	1,6%	
ECONOMIA AGRICOLA	36	Administración	1,0%	
EDUCACION FISICA	66	ESPE Sangolqui	1,9%	
ELEM. DE INVES. TEC. DE EST. Y COM.	22	Administración	0,6%	
ENTOMOLOGIA	53	Pailones		1,5%
ESTADISTICA	44	Administración	1,3%	
EXTENSION AGRICOLA	26	Pailones		0,7%
FERTILIZACION DE SUELOS	47	Pailones		1,3%
FISICA	28	Administración	0,8%	
FISICA (N)	40	Administración	1,1%	
FISIOLOGIA ANIMAL	66	Administración	1,9%	
FISIOLOGIA VEGETAL	49	Administración	1,4%	
FITOMEJORAMIENTO	57	Pailones		1,6%
FITOPATOLOGIA	54	Pailones		1,5%
FLORICULTURA	60	Administración- invern.	1,7%	
FRUTICULTURA	37	Administrac - invern.	1,1%	
GENETICA	58	Administración	1,6%	
GEOMETRIA ANALITICA	14	Administración	0,4%	
GESTION DE LA CALIDAD	40	Administración	1,1%	
GESTION EMPRESARIAL	4	Administración	0,1%	
HORTICULTURA	37	Pailones		1,1%
LIDERAZGO	31	Administración	0,9%	
M.I.C.	51	Administración	1,5%	
MALEZAS	52	Pailones		1,5%
MANEJO DE PERSONAL	7	Administración	0,2%	
MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO	46	Administración	1,3%	
MAQUINARIA AGRICOLA	55	Administración	1,6%	
MATEMATICA BASICA	31	Administración	0,9%	
MATEMATICAS I	56	Administración	1,6%	
MATEMATICAS II	49	Administración	1,4%	
MEJORAMIENTO ANIMAL	47	Administración	1,3%	
MERCADOTECNIA	32	Administración	0,9%	
MICROBIOLOGIA	64	Administración	1,8%	
MODULO I	39	Pailones		1,1%
MODULO II	23	Pailones		0,7%
MODULO III	26	Pailones, ganadería		0,7%
MODULO IV	18	Pailones		0,5%
MODULO V	15	Ganadería	0,4%	
MODULO VI	13	Pailones		0,4%
MODULO VII	26	Ganadería	0,7%	
NEMATOLOGIA	53	Administración	1,5%	
NUTRICION ANIMAL	37	Administración, ganad	1,1%	
PASTOS	40	Pailones		1,1%
POSTCOSECHA	56	Pailones		1,6%
PRODUCCION NO RUMIANTES	50	Pailones		1,4%
PRODUCCION	55	Ganadería	1,6%	

RUMIANTES				
PROYECTOS	55	Administración	1,6%	
PROYECTOS II	42	Administración	1,2%	
QUIMICA GENERAL	30	Administración	0,9%	
QUIMICA GENERAL (N)	51	Administración	1,5%	
QUIMICA ORGANICA	59	Administración	1,7%	
REALIDAD NACIONAL Y GEOPOLITICA	49	Administración, ESPE	1,4%	
REPRODUCCION ANIMAL	55	Pailones		1,6%
RIEGOS	47	Pailones		1,3%
SANIDAD ANIMAL	33	Administración	0,9%	
SILVICULTURA	41	Pailones		1,2%
SUELOS	55	Administración	1,6%	
TECNICAS DE ESTUDIO	24	Administración	0,7%	
TOXICOLOGIA	46	Administración	1,3%	
TRIGONOMETRIA	15	Administración	0,4%	
ZOOLOGIA	32	Pailones		0,9%
			74,8%	25,2%
TOTAL	3517	Administr - Pailones	100,0%	

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

De acuerdo a los porcentajes obtenidos y los vehículos proyectados para la vía procedemos a aplicar dichos porcentajes para la obtención del número de vehículos existentes en la segunda parte del proyecto de la siguiente manera:

El porcentaje total de estudiantes que deben trasladarse hasta el sector de Pailones o sectores por delante de ganadería es de 25.2, aplicando este porcentaje al número total de vehículos proyectados para un período de 20 años que es de 1314 obtenemos un total de 332 que en este caso sería el TPDA para la etapa II de diseño.

Comparamos este tránsito proyectado con la tabla N° 2.14. del MOP y observamos que el rango para la segunda etapa de la vía está entre 300 y 1000 vehículos, por lo que la carretera es de clase III.

Considerando que la vía es de clase III absoluto y en terreno montañoso, obtenemos las siguientes normas de diseño:

Tabla No. 2.18. Normas de diseño para la segunda etapa del proyecto



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

NORMAS	CLASE III ABSOLUTA
Velocidad de diseño (K.P.H.)	40
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	42
Distancia de visibilidad para parada (m)	60
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	270
Peralte	Máximo = 10 %
Coeficiente K para curvas verticales convexas (m)	4
Coeficiente K para curvas verticales cóncavas (m)	6
Gradiente longitudinal máxima (%)	9
Gradiente longitudinal mínima (%)	0.5
Ancho de pavimento en metros (m)	6.70
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica o D.T.S.B.
Ancho de espaldones estables (m)	0.5
Gradiente transversal para pavimento (%)	2
Gradiente transversal para espaldones (%)	2 - 4
Curva de transición	Úsense espirales cuando sea necesario

FUENTE: MOP

La siguiente tabla resume la vía su respectiva división en tramos.

Tabla No 2.19. Resumen de tramos de vía

TRAMO	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	% MOVILIZACIÓN	TPDA	CLASE DE VIA
I	0+000	1+100	74.8	1314	II absoluto
II	1+100	4+643.53	25.2	332	III absoluto

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

2.5.2. Velocidad de diseño.

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

Uno de los factores primordiales en el transporte es la velocidad ya que de ella depende el tiempo estimado para el transporte de personas o cosas de un sitio determinado a otro. La velocidad adoptada influye directamente en las características de la carretera y camino vecinal a proyectarse lo cual da la pauta del nivel de operabilidad que tendrán los vehículos que circulen por esos tramos, además es un parámetro utilizado para el cálculo de los demás elementos geométricos del diseño.

La velocidad de diseño está en función de:

- Las condiciones topográficas del terreno,
- De la importancia o jerarquización del camino
- De los volúmenes de tránsito
- Del uso de la tierra.

Primera etapa.- Basándonos en el TPDA para el año de diseño hemos adoptado de acuerdo a las normas del MOP una velocidad de diseño de 50 KPH basándonos en el tipo de la vía II absoluta, TPDA esperado entre 1000 y 3000 con relieve montañoso.

Tabla No. 2.20. Velocidad de diseño

VELOCIDADES DE DISEÑO (KPH)			
		RELIEVE MONTAÑOSO	
CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	RECOMENDADO	ABSOLUTO
II	1000-3000	70	50

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Segunda etapa.- Velocidad de diseño de 40 KPH basándonos en el tipo de la vía III absoluta, TPDA esperado entre 300 y 1000 con relieve montañosos.

Existirán también sectores en los cuales se deberá variar la velocidad de diseño lo cual se lo realizará con las señales preventivas en los sitios correspondientes.

Tabla No. 2.21. Velocidad de diseño

VELOCIDADES DE DISEÑO (KPH)			
		RELIEVE MONTAÑOSO	
CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	RECOMENDADO	ABSOLUTO
III	300-1000	60	40

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Al tratarse de la reconstrucción de un proyecto, hemos mantenido, en lo posible los parámetros de diseño originales, salvo en sitios puntuales donde se requiera mejorar el trazado para dar seguridad al conductor, sin que ello represente abandonar la ruta o el trazado del camino existente.

2.6. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

El alineamiento horizontal es una representación en planta del eje de la vía materializada por rectas que se conectan entre si por enlaces, estos pueden ser curvas circulares o espirales.

Existen ciertas normas generales que están reconocidas por la práctica y que son importantes para lograr una circulación cómoda y segura y las que hemos tomado en cuenta para los diseños del presente proyecto; entre dichas normas se puede enumerar las siguientes:

- 1.- La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener preferencia.
- 2.- Para facilitar la operación suave y segura de los vehículos, además de la provisión de un alineamiento estéticamente agradable y que esté de acuerdo con la configuración del terreno, es fundamental proyectar un alineamiento horizontal coordinado con el perfil vertical.
- 3.- La distancia de visibilidad de parada debe ser tomada en cuenta en todos los casos.
- 4.- El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser consistente con la topografía. Una línea que se adapte al terreno natural es preferible a otra con tangentes largas pero con repetidos cortes y terraplenes.
- 5.- Para una velocidad de diseño dada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso del radio mínimo permisible. El proyectista debe tender en general, a usar curvas suaves dejando el radio mínimo para las condiciones más críticas.
- 6.- Debe procurarse un alineamiento uniforme sin quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o el paso repentino de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas.
- 7.- En terraplenes altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura.

8.- En terreno abierto debe evitarse el uso de curvas compuestas; en terreno difícil puede ser necesario usarlas pero siempre y cuando la relación entre el radio mayor y el menor sea igual o menor a 1.5.

9.- Debe evitarse el uso de curvas inversas que presenten cambios de dirección rápidos, aunque en terreno difícil es preferible proyectar curvas inversas seguidas de radios suficientemente amplios para permitir una transición adecuada en vez de introducir una tangente intermedia entre curvas cerradas.

Todos los elementos geométricos han sido adoptados considerando la implementación a la vía proyectada de condiciones de seguridad y funcionamiento óptimos, teniendo siempre en cuenta la economía en la construcción de la misma.

2.6.1. Radio mínimo de curvatura.

El radio mínimo de las curvas horizontales es el valor límite para una velocidad de diseño dada y se lo determina en base al máximo peralte admisible y al coeficiente de fricción lateral, lo cual posibilita seguridad en el tránsito. El empleo de radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos.

Para carretera clase II absoluta el radio mínimo para curvas horizontales es de 75 m y para carreteras clase III absoluta el radio mínimo es 42 m, éstas en terreno montañoso. El radio mínimo (**R**) en condiciones de seguridad, puede calcularse según la siguiente fórmula:

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

Donde:

- R** = Radio mínimo de una curva horizontal, metros.
V = Velocidad de diseño, km/h.

- f** = Coeficiente de fricción lateral = 0.19-0.000626V
- e** = Peralte de la curva.

Tabla No. 2.22. Radio mínimo de curvatura

RADIO MÍNIMO DE CURVAS HORIZONTALES (KPH)			
		RELIEVE MONTAÑOSO	
CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	RECOMENDADO	ABSOLUTO
II	1000-3000	160	75
III	300-1000	110	42

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

La siguiente tabla nos muestra los resultados obtenidos para radios de curvatura.

Tabla No 2.23. Valores de radio de curvatura obtenidos.

CURVA N° 1		CURVA N° 2		CURVA N° 3	
alfa =	40,187222	alfa =	69,970277	alfa =	5,72194
radio mínimo =	90	radio mínimo =	98	radio mínimo =	220
T =	32,9239437	T =	68,5824633	T =	10,9944754
C / 2 =	30,9199477	C / 2 =	56,1896665	C / 2 =	10,9807717
E =	5,83311571	E =	21,6141892	E =	0,27455252
F =	5,47806893	F =	17,7085224	F =	0,27421032
L =	63,1259407	L =	119,678748	L =	21,9706724
CURVA N° 4		CURVA N° 5		CURVA N° 6	
alfa =	4,4361	alfa =	47,904	alfa =	68,7977
radio mínimo =	210	radio mínimo =	95	radio mínimo =	42
T =	8,13364139	T =	42,2013972	T =	28,756762
C / 2 =	8,12754745	C / 2 =	38,5672612	C / 2 =	23,7279186
E =	0,15745555	E =	8,95170959	E =	8,90138859
F =	0,15733758	F =	8,18084103	F =	7,34475682
L =	16,2591557	L =	79,4278399	L =	50,4313481

CURVA N° 7		CURVA N° 8		CURVA N° 9	
alfa =	88,89499	alfa =	30,3675	alfa =	14,2786
radio mínimo =	50	radio mínimo =	70	radio mínimo =	126
T =	49,0448775	T =	18,9972621	T =	15,7819032
C / 2 =	35,0127679	C / 2 =	18,3340832	C / 2 =	15,6595449
E =	20,0385609	E =	2,53203407	E =	0,98452059
F =	14,3053774	F =	2,44364283	F =	0,97688752
L =	77,5755132	L =	37,1009002	L =	31,4002814
CURVA N° 10		CURVA N° 11		CURVA N° 12	
alfa =	88,89499	alfa =	51,703611	alfa =	14,2786
radio mínimo =	42	radio mínimo =	72	radio mínimo =	42
T =	41,1976971	T =	34,8865094	T =	5,2606344
C / 2 =	29,410725	C / 2 =	31,3952377	C / 2 =	5,2198483
E =	16,8323912	E =	8,0066781	E =	0,32817353
F =	12,016517	F =	7,20540881	F =	0,32562917
L =	65,1634311	L =	64,9726738	L =	10,4667605
CURVA N° 13		CURVA N° 14		CURVA N° 15	
alfa =	41,3483	alfa =	15,58417	alfa =	20,1844
radio mínimo =	78	radio mínimo =	100	radio mínimo =	87
T =	29,433535	T =	13,6842228	T =	15,484841
C / 2 =	27,5381157	C / 2 =	13,5578706	C / 2 =	15,2452448
E =	5,36865706	E =	0,93194715	E =	1,36730335
F =	5,02293386	F =	0,92334209	F =	1,34614713
L =	56,2897901	L =	27,1995078	L =	30,6487287
CURVA N° 16		CURVA N° 17		CURVA N° 18	
alfa =	9,575	alfa =	34,427222	alfa =	14,901666
radio mínimo =	148	radio mínimo =	150	radio mínimo =	250
T =	12,3953916	T =	46,4718073	T =	32,6948991
C / 2 =	12,3521452	C / 2 =	44,3902462	C / 2 =	32,4188399
E =	0,51816634	E =	7,03384627	E =	2,12884887
F =	0,5163585	F =	6,71878684	F =	2,11087394
L =	24,7330608	L =	90,1302564	L =	65,0207839
CURVA N° 19		CURVA N° 20		CURVA N° 21	
alfa =	12,114444	alfa =	13,990833	alfa =	14,691666
radio mínimo =	150	radio mínimo =	130	radio mínimo =	80
T =	15,917113	T =	15,9514366	T =	10,3132882
C / 2 =	15,8282478	C / 2 =	15,8326925	C / 2 =	10,2286417
E =	0,84215089	E =	0,97499124	E =	0,66203514
F =	0,83744917	F =	0,9677333	F =	0,65660147
L =	31,7155402	L =	31,7441931	L =	20,5134355
CURVA N° 22		CURVA N° 23		CURVA N° 24	
alfa =	15,785277	alfa =	52,483611	alfa =	12,014444
radio mínimo =	80	radio mínimo =	55	radio mínimo =	210
T =	11,090441	T =	27,11322	T =	22,0986522
C / 2 =	10,9853825	C / 2 =	24,3188228	C / 2 =	21,9773021
E =	0,76507836	E =	6,31987196	E =	1,15953786
F =	0,75783086	F =	5,66852061	F =	1,1531705
L =	22,0404046	L =	50,3806498	L =	44,0352372
CURVA N° 25		CURVA N° 26		CURVA N° 27	
alfa =	29,693333	alfa =	7,1797222	alfa =	12,988333
radio mínimo =	150	radio mínimo =	100	radio mínimo =	228
T =	39,7624389	T =	6,27370116	T =	25,9538041

C / 2 =	38,4349703	C / 2 =	6,26139105	C / 2 =	25,7872683
E =	5,1807061	E =	0,19660337	E =	1,47243832
F =	5,00774828	F =	0,1962176	F =	1,46299023
L =	77,736964	L =	12,5309792	L =	51,6851319

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

2.6.2. Sobreancho.

Los vehículos al circular por una carretera ocupan mayor ancho en las curvas que en las tangentes. A velocidades ordinarias y bajas, las ruedas posteriores de un vehículo tienden a desplazarse al lado interno en relación a las delanteras, mientras que en altas velocidades las llantas posteriores tienden a desplazarse al lado externo, por lo cual se hace más difícil conducir un vehículo por el centro de un carril en curva que en recta. El espacio ocupado crece con la longitud del vehículo. Para compensar esta dificultad se ha adoptado para las curvas un ancho adicional llamado sobreancho, el mismo que no puede ser calculado con mucha exactitud. El sobreancho se utiliza en su totalidad en el borde interno de las curvas simples. El ensanchamiento debe repartirse gradualmente desde los accesos a la curva a fin de asegurar un alineamiento progresivo creciente del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de la curva.

$$s = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Siendo:

n = número de vías.

R = radio de curvatura.

L = distancia entre ejes.

Los resultados obtenidos lo podemos apreciar en la tabla 2.24.

2.6.3. Peralte.

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular tiende a desplazarse hacia fuera por efecto de la fuerza centrífuga. Esta fuerza se contrarresta por las fuerzas componentes del peso P del vehículo debido al peralte y además por la fuerza de fricción desarrollada entre las llantas y el tipo de calzada de la carretera.

En el diseño de curvas horizontales hemos establecido la relación entre la velocidad de diseño, el grado de curvatura y el peralte, factores que deben estar relacionados entre sí para un diseño equilibrado.

La fórmula que relaciona el peralte, la fuerza de fricción, la velocidad de diseño y el radio de curvatura es la siguiente:

$$\mathbf{e + f = V^2 / 127R}$$

en donde:

R = radio en metros

V = velocidad en km/hora

e = peralte de la curva expresado en metros por metro de ancho de calzada

f = coeficiente de fricción lateral

El coeficiente de fricción f para el cual es inminente el deslizamiento, depende de cierto número de factores, siendo los más importantes la velocidad del vehículo, el tipo y condición de la superficie de calzada y el tipo y condición de las llantas.

De acuerdo con las experiencias realizadas por AASHO, se ha encontrado que los coeficientes de fricción disminuyen con el incremento de la velocidad. Como resultado de varias pruebas realizadas se ha llegado a adoptar coeficientes que ofrecen un margen de seguridad y su variación obedece a una función lineal expresada por la siguiente ecuación:

$$f = 0.19 - 0.000626 V$$

Los resultados obtenidos para el peralte se los expresa en la siguiente tabla:

Tabla No 2.24. Valores obtenidos para elementos geométricos

VALORES DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS					
Curva nº	Velocidad	Radio	f	e	S
1	50	90	0,1587	0,06	0,94
2	50	98	0,1587	0,04	0,89
3	50	220	0,1587	0,02	0,60
4	50	210	0,1587	0,02	0,60
5	40	95	0,1650	0,02	0,80
6	38	42	0,1662	0,10	1,20
7	40	50	0,1650	0,09	1,20
8	40	70	0,1650	0,02	1,01
9	40	126	0,1650	0,02	0,65
10	38	42	0,1662	0,10	1,20
11	40	72	0,1650	0,02	0,99
12	38	42	0,1662	0,10	1,20
13	40	78	0,1650	0,02	0,93
14	40	100	0,1650	0,02	0,77
15	40	87	0,1650	0,02	0,86
16	40	148	0,1650	0,02	0,60

17	40	150	0,1650	0,02	0,60
18	40	250	0,1650	0,02	0,60
19	40	150	0,1650	0,02	0,60
20	40	130	0,1650	0,02	0,64
21	40	80	0,1650	0,02	0,91
22	40	80	0,1650	0,02	0,91
23	40	55	0,1650	0,06	1,20
24	40	210	0,1650	0,02	0,60
25	40	150	0,1650	0,02	0,60
26	40	100	0,1650	0,02	0,77
27	40	228	0,1650	0,02	0,60

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

2.6.4. Tangente intermedia mínima.

Cuando se dan condiciones críticas en el diseño geométrico, es necesario diseñar curvas consecutivas con una tangente mínima entre ellas. Aunque esta solución no es la óptima, permite adaptar el proyecto a las condiciones topográficas de la zona y al trazado de la vía existente. La solución del problema se concreta estableciendo un valor de tangente intermedia que como mínima permita el desarrollo del peralte de las dos curvas consecutivas.

Tabla No. 2.25. Tangentes intermedias mínimas

VELOCIDAD KPH	X (m.)		L (m.)	
	Mínimo	Ideal	Mínimo	Ideal
Hasta 59	10	10	22	37
60 – 79	10	13	26	46
80 - 100	16	16	26	55

Donde:

X = Longitud necesaria para la primera fase de giro (alabeo), de la cota exterior hasta llegar a la cota del eje.

L = Longitud necesaria para la segunda fase de giro, es decir, hasta llegar al peralte previsto en la curva.

Para el cálculo de la tangente intermedia mínima ubicada entre curvas circulares como es el caso de nuestra vía utilizamos la siguiente ecuación:

$$L_m = 4/3 * L + 2 * X$$

De esta manera y basándonos en la tabla No 2.25. obtenemos una $L_m = 49.33$ m

2.6.5. Bombeo.

Es la pendiente de la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante con el fin de evitar acumulación de agua sobre la calzada.

El bombeo depende del tipo de superficie de la carretera, en nuestro caso adoptamos un bombeo del 2% para las dos etapas del proyecto, considerando en principio que la primera etapa tendrá una carpeta asfáltica y la segunda un doble tratamiento superficial bituminoso.

2.6.6. Distancia de visibilidad.

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él se le llama distancia de visibilidad. La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos, la distancia que se requiere para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical y la distancia necesaria para el rebasamiento.

2.6.6.1. Distancia de visibilidad de parada.

La mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia (d_1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avisa un objeto en el camino hasta la distancia (d_2) de frenaje del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos. Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción, y al recorrido del vehículo durante el frenaje respectivamente, o sea:

$$d = d_1 + d_2$$

Para la determinación de la distancia de visibilidad de parada, el tiempo de percepción más el de reacción debe ser mayor que el promedio para todos los conductores bajo condiciones normales.

El tiempo de percepción es muy variable de acuerdo al conductor, equivale a 1,5 segundos para condiciones normales de carretera, de acuerdo a varias pruebas realizadas por la AASHTO. Por razones de seguridad, se debe adoptar un tiempo de reacción suficiente para la mayoría de los conductores y equivalente a un segundo. De aquí que el tiempo total de percepción más reacción hallado como adecuado, lo consideramos igual a 2,5 segundos para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad (para el 90% de los conductores según la AASHTO).

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula por la siguiente fórmula:

$$d_1 = 0,7V_c$$

En donde:

d_1 = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros.

V_c = velocidad de circulación del vehículo, expresa en Km./h.

Primer tramo: $d1 = 0.7*46 = 32.2$

Segundo tramo: $d1 = 0.7*37 = 25.9$

La distancia de frenaje se calcula, utilizando la fórmula de la carga dinámica y tomando en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada, es decir que:

$$d2 = \frac{Vc^2}{254f}$$

Donde f es el coeficiente de fricción y responde a la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}}$$

V_c expresado en KPH

Los resultados que obtenemos para nuestro proyecto son:

Primer tramo: $f = 0.36$

$$d2 = 22.8$$

segundo tramo: $f = 0.39$

$$d2 = 13.8$$

Los resultados finales de la distancia de visibilidad de parada son: para el primer tramo de 55 m y para el segundo de 39.7 m. En todo caso nos acogeremos a lo estipulado en las normas del MOP.

2.6.6.2. Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de

seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles se debe tomar en cuenta que el vehículo rebasado circula con velocidad uniforme, cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra, el vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 Kilómetros por hora, mayor a la del vehículo pesado, cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

La distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son:

d_1 = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción / reacción y durante la aceleración al iniciar hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

d_2 = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d_3 = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

d_4 = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.

Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a :

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

La distancia d_4 que debe existir entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto al final de la maniobra variable y, de acuerdo con las pruebas y observaciones realizadas por ASSHO varía entre 30 y 91 metros.

De los respectivos cálculos se deduce la siguiente fórmula en función de la velocidad de rebasamiento que es mayor que la de diseño.

$$d_r = 9.54 V_r - 218$$

Generalmente: $d_r = 4.5V_p$

De acuerdo a esta ecuación tenemos que para la primera etapa del proyecto $d_r = 225$ m y para la segunda etapa $d_r = 180$ m.

Las normas del MOP recomiendan valores diferentes a los obtenidos, nosotros trabajaremos en base a estas normas por tener mayor carácter de seguridad.

2.7 ALINEAMIENTO VERTICAL.

La alineación vertical de una carretera es tan importante como la horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso hemos sacrificado el perfil vertical para obtener alineaciones horizontales de óptimas condiciones.

2.7.1. Gradientes

Las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y, en lo posible, deben tener valores bajos, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tránsito y de la naturaleza de la topografía, en la tabla siguiente se indican las gradientes medias que pueden adoptarse:

Tabla No. 2.26. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas
(porcentaje)

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9

FUENTE MOP

De esta manera tenemos que para la primera etapa del proyecto la gradiente longitudinal máxima es del 8% y para la segunda etapa es del 9%.

Las gradientes y longitudes máximas pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del: 8 – 10 %, la longitud máxima será de 1.000 metros.

10- 12 %, la longitud máxima será de 500 metros.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 % en terrenos ondulados y montañosos a fin de reducir los costos de construcción (para vías clase I, II y III)

2.7.2. Curvas verticales.

2.7.2.1. Curvas verticales convexas.

La longitud mínima de las curvas verticales determinamos sobre la base de los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1.10 metros y una altura del objeto que se divide sobre la carretera igual a 0.15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = \frac{AS^2}{426}$$

En donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algebraica de pendientes (%).

S = distancia de visibilidad para parada (m).

La longitud de la curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = KA$$

K = $S^2/426$

A = diferencia algebraica de gradientes.

Primer tramo

$$K = 55^2/426 = 7.1$$

Segundo tramo

$$K = 60^2/426 = 8.4$$

2.7.2.2. Curvas verticales cóncavas

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

$$L = \frac{AS^2}{122 + 3.5S}$$

$$L = KA$$

Entonces:

$$K = \frac{S^2}{122 + 3.5S}$$

Primer tramo:

$$K = \frac{55^2}{122 + 3.5 * 55} = 9.62$$

Segundo tramo:

$$K = \frac{60^2}{122 + 3.5 * 60} = 10.84$$

Las longitudes de las curvas cóncavas y convexas deben cumplir con el siguiente criterio de drenaje:

$$L \leq 43A$$

Las longitudes de las curvas verticales cóncavas además del criterio de drenaje deben cumplir con el criterio de comodidad y apariencia.

Criterio de comodidad.

$$L_v \geq V^2/A$$

En donde V = velocidad en KPH

Criterio de apariencia.

$$L_v \geq 30A$$

Realizamos las comprobaciones de las curvas verticales. ANEXO B-IV

Las curvas que no cumplieron el criterio de apariencia son aceptadas debido a que prevalece el criterio de seguridad sobre cualquier otro.

Los resultados obtenidos de las curvas verticales los mostramos en el ANEXO B-V.

2.8. COMBINACIÓN DE LAS ALINEACIONES VERTICALES Y HORIZONTALES.

Hemos intentado evitar una alineación horizontal constituida por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes planas.

No hemos insertado curvas horizontales agudas en la cima de curvas verticales convexas pronunciadas, para esto hemos intentado lograr que la curva horizontal sea más larga que las curvas verticales. De igual manera hemos evitado curvas horizontales agudas en las inmediaciones del punto más bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas.

En los planos anexos podemos encontrar el diseño completo en lo que a alineamiento horizontal y vertical se refiere, así como también el gráfico de curvas de masas.
ANEXO B-VI

2.9. DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.

La sección transversal típica para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tránsito y de las características topográficas del terreno, en consecuencia depende de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera.

El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho de:

Pavimento

Espaldones

Taludes interiores

Cunetas

El ancho del pavimento lo determinamos en función de:

1. la composición del tránsito (dimensiones del vehículo de diseño) y
2. las características del terreno.

Espaldones

Hemos considerado las principales funciones de los espaldones como las siguientes:

1. Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos.
2. Dar una sensación de amplitud para el conductor.
3. Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales
4. Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
5. Proporciona un soporte lateral del pavimento.
6. Provee espacio para señalización horizontal y vertical.

Taludes

Su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general, además hemos previsto la menor pendiente económicamente permisible pero siempre dentro de lo estipulado por las normas del MOP.

En el anexo B-VII encontramos los perfiles del proyecto y del terreno en estaciones separadas 20 metros unas de otras así como en puntos importantes.

CAPÍTULO III ESTUDIO DE LAS FUENTES DE MATERIALES

3.1. OBJETIVOS Y CARACTERÍSTICAS.

3.1.1. Objetivos.

Determinar las fuentes de material que se encuentren cercanas al sector del proyecto.

Conocer mediante parámetros técnicos la fuente que pueda proveer de los materiales idóneos que se requieren para el diseño de las capas que estructurarán la vía.

Conocer la capacidad y calidad de la fuente de materiales seleccionada para el proyecto.

3.1.2. Características del proyecto.

La vía de 4640 m de extensión está dividida en dos tramos, el primero desde el sector del bar hasta ganadería correspondiente a una clase II, y el segundo tramo desde ganadería hasta Pailones y con clase III de acuerdo a las especificaciones del MOP.

A lo largo de los 4.64 km del proyecto se encuentran varios sitios en los que se presentan pendientes longitudinales altas y que generan en los vehículos pesados un sobre esfuerzo del motor. Se conoce acerca de la vía existente del proyecto que el 95% es de circulación de vehículos livianos y 5 % de vehículos pesados (camiones, buses, tractores), lo que de igual manera genera velocidades máximas actuales de 50 Km/h en tramos abiertos y de 35 Km/h en el sector administrativo y Pailones.

Las características en general del diseño tanto vertical como horizontal las podemos encontrar en el capítulo II.

3.2. FUENTES DE MATERIALES.

Es necesario mencionar que existen depósitos de arena en la hacienda El Prado que al ser sometidos a ensayos de laboratorio se determinó que tienen excelentes características para ser usados en la fabricación de alivianamientos y en enlucidos, pero no para los requerimientos en la estructuración de la vía.

Al ser el IASA I una Institución que se dedica a fomentar la investigación del agro, mantiene la convicción de proteger el medio ambiente evitando la deforestación y erosión de los suelos, por tal motivo así se encuentren depósitos de arena que satisfagan los requerimientos, se convertirían en un problema de índole ambiental la explotación de los mismos y estarían totalmente opuestos a los principios que rigen al IASA I. Por este motivo no se considerará como una fuente explotable este sector, por su ubicación dentro de las instalaciones del IASA ocasionaría un impacto ambiental y ornamental alto.

Para el efecto de definir las fuentes de materiales que puedan satisfacer las necesidades constructivas de la obra tanto para la estructura del pavimento como para las obras de arte complementarias, se realizó la investigación de diferentes sitios de posible accesibilidad donde se realiza la explotación de materiales pétreos. Por lo que se mencionan las siguientes fuentes que se encuentran en el cantón Quito y el cantón Rumiñahui, estas son:

- Mitad del Mundo

- Nayón

- Pifo

- Pintag

- Cutuglagua

3.2.1. Zonificación de fuentes de materiales pétreos*.

Zona I.

Corresponde al sector de la Mitad del Mundo las poblaciones de Pomasqui, San Antonio y Pululahua. La mayor demanda de árido requerido para la construcción es explotado en esta zona, teniendo valores superiores a los 2`000.000 m³ por año. Es una zona muy árida e inestable, que ha sido destruida por gran parte de concesionarios formales e informales. Abastece de material a gran parte de la ciudad de Quito.

Zona II.

Ubicada en la parte oriental de Quito, abastece al valle de Cumbayá y Los Chillos. Existen en esta zona dos canteras en explotación, las mismas que proveen de agregado principalmente a empresas que se dedican a la elaboración de hormigón premezclado.

Zona III.

Esta ubicada en la parte sur oriental de Quito, sus depósitos son producto del flujo de lava del Antisana, abastece al valle de Los Chillos y parte del sur de la Capital. Se presenta una falta de control técnico de explotación, siendo necesario la realización de monitoreos y un control preventivo sobre niveles y frentes de explotación.

Zona IV.

Se encuentra ubicada en la parte sur de Quito, provee de un importante volumen de material pétreo, especialmente para la fabricación de bloques. Se ubica en Lloa, y Cutugalgua lugar del cual se extrae únicamente bloques ornamentales. Zona que requiere de un mayor control y de explotación técnica para evitar problemas a corto plazo¹.

* FUENTE: Francisco Viteri, Universidad Central del Ecuador.

1FUENTE: VITERI, Francisco: Estudio de la Universidad Central del Ecuador y Distrito Metropolitano de Quito, 2000

Zona V.

Es producto de los aluviales de los ríos Pita, San Pedro y Guayllabamba, mantienen una fuente significativa de recursos pétreos que abastecen a gran parte de los valles de Los Chillos, Cumbayá y Tumbaco.

En la siguiente tabla se representa la explotación minera por zonas.

Tabla 3.1. Porcentaje de explotación minera por zonas.

Zonas	Minas	Explotación de Material
		(%)
I	Mitad del Mundo San Antonio	27
II	Nayón Bajo	35
III	Pifo	14
IV	Pintag	14
V	Cutuglagua	10

FUENTE: VITERI, FRANCISCO; UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

3.2.2. Selección de la fuente mediante parámetros.

En el campo fueron inspeccionados previamente los sitios para definir la fuente de material que cumpla con los requerimientos del proyecto, mediante el análisis de parámetros como: distancia de la mina al sector del proyecto, tiempos de recorrido, costo del material por m³.

Tabla 3.2. Parámetros de análisis de las zonas mineras.

Zona	Mina	Distancia	Tiempo de Recorrido
		(km)	(minutos)
I	Mitad del Mundo San Antonio	63	120
II	Nayón Bajo	42	70
III	Pifo	34	60
IV	Pintag	25	45
V	Cutuglagua	46	90

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

Mediante el análisis de estos parámetros determinamos que las minas de Pintag es la fuente más aceptable que puede proveer de materiales al proyecto.

Posteriormente, se llevaron a cabo los trabajos de toma de muestras para el análisis y calificación de los materiales.

3.2.3. Ubicación de la fuente seleccionada.

De acuerdo a los parámetros mencionados anteriormente determinamos que la fuente de material que cumple con las necesidades del proyecto, son las minas del sector de Pintag al Nororiente de Sangolquí, pertenecientes al cantón Quito, provincia de Pichincha. Estas minas se encuentran localizadas a 25 km de la hacienda El Prado, con tiempos de recorrido de 45 minutos para el traslado del material al sector del proyecto. En este sitio se encuentran varias empresas dedicadas a la explotación de material pétreo y son:

- Mina “EL VOLCÁN”
- Mina “LA ESPERANZA”
- Mina de la Constructora “BONILLA”
- Mina de la Empresa “TRANSMACOSA” Cia. Ltda.



Figura No.3.1: Ubicación del proyecto y de las minas de Pintag.

3.2.4. Capacidad de la fuente.

Las minas de Pintag son depósitos como producto de la actividad del Volcán Antisana. El mayor depósito se encuentra concentrado a 5 km de la población de Pintag con una extensión de 320 hectáreas o su equivalente a 3`200.000 m² y con una capacidad aproximada de la fuente de 80`000.000 de m³, volumen que satisface en forma total los requerimientos del proyecto.



Foto No.3.1: Vista del volumen de las minas de Pintag.

3.2.5. Características del material.

Para conocer las características técnicas del material de las minas de Pintag, se realizó un ensayo conocido con el nombre de Abrasión que es la acción de conocer la resistencia del material al efecto de raer o desgastarlo por fricción.

3.2.5.1. Ensayo de abrasión.

Para la ejecución del ensayo de abrasión se pesa una muestra de 5000 gr. de material, el que posteriormente es introducido en la máquina de los ángeles conjuntamente con 12 bolas de acero, el recipiente que es de forma cilíndrica da 500 revoluciones debido a la potencia de un motor de 1 HP de marca SOILTEST, con auto apagado. Luego de haber dado las 500 revoluciones se extrae el material para ser pesado, el material retenido en

el tamiz N° 12 corresponde al material no desgastado por la fricción ejercida por las 12 bolas de acero, el material que pasa el tamiz N° 12 se le conoce como material por desgaste, una vez que se tiene el peso del retenido y del pasante se efectúa una relación de porcentajes a partir del 100% del peso total de la muestra.

Los resultados obtenidos en el ensayo indican que el material tiene un porcentaje de abrasión de 27 %, considerándolo un material de buenas condiciones para la utilización en base y subbase de acuerdo a las especificaciones del MOP que admiten hasta un 40%.



Foto No.3.2. Material Ensayado en el Laboratorio de la ESPE.

3.2.5.2. Conclusión.

Por lo tanto mantenemos el criterio que la mejor opción como fuente de material para el proyecto son las minas de Pintag y específicamente la mina “EL VOLCÁN”, de donde tomamos las muestras.

Tabla 3.3. Porcentaje de abrasión del material según zona minera.

Minas	Abrasión %
Pintag	27
Nayon	37

Pifo	29
Mitad Mundo	28
Cutuglagua	32

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.



Foto No.3.3. Clasificación en planta del material de Pintag.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SECCIONES TÍPICAS

4.1. OBJETIVO.

El objetivo principal de este estudio, es el de obtener el diseño del pavimento o de la capa de rodadura que este acorde a las necesidades de la nueva vía, el mismo que debe cumplir de acuerdo a lo establecido en las normas señaladas en el manual de diseño MOP – 001- F2002.

4.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.

La vía del proyecto actualmente cuenta con características de clase cinco y de acuerdo a nuestro planteamiento de mejoramiento deberá ser de clase tres con una sección transversal de con una sección transversal variable en su ancho, las condiciones geométricas en planta y perfil longitudinal concuerdan con la designación mencionada.

4.3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.

De acuerdo a lo analizado para el presente proyecto se establecieron los siguientes objetivos:

Conocer las condiciones físicas y propiedades del subsuelo en los sitios establecidos para los pozos o calicatas de donde se toman las muestras, que se someterán a ensayos para su clasificación.

Establecer una estructura de pavimento para las condiciones geométricas que se proyecta, para el tráfico previsto en el período de diseño, condiciones medio ambientales y económicamente viables.

4.4. TRABAJOS REALIZADOS.

4.4.1. Trabajos de campo.

Como el objeto del estudio es el mejoramiento de las características de la vía entre estas las estructurales de la actual carretera, realizamos el muestreo de los materiales existentes en los depósitos de suelo a lo largo de toda la vía.

4.4.1.1. Ubicación de los pozos o calicatas en la vía existente.

El trabajo consistió en la ejecución de pozos o calicatas a cielo abierto a distancias aproximadas de 500 m; una vez que se pasó con la excavación el espesor del material de mejoramiento y se está a nivel de subrasante, se excavó a 0.50 m y tomamos muestras del material de aproximadamente 3 Kg, posteriormente a 1.50 m tomamos una muestra de 50 Kg para la caracterización del suelo y su respectiva clasificación.

Tabla 4.1. Datos referentes a los pozos o calicatas a lo largo del proyecto.

Abscisa (Km)	Pozo No.	Excavación (m)	Peso de muestra (Kg)	Tipo de muestra	Perforación respecto al eje de la vía
0+500	1	0,50	3	Inalterada	Derecha
		1,50	50	alterada	
1+000	2	0,50	3	inalterada	Izquierda
		1,50	50	alterada	
1+500	3	0,50	3	inalterada	Izquierda
		1,50	50	alterada	
2+000	4	0,50	3	inalterada	Izquierda
		1,50	50	alterada	
2+500	5	0,50	3	inalterada	Derecha
		1,50	50	alterada	
3+000	6	0,50	3	inalterada	Derecha
		1,50	50	alterada	
3+500	7	0,50	3	inalterada	Izquierda
		1,50	50	alterada	
4+000	8	0,50	3	inalterada	Derecha
		1,50	50	alterada	
4+500	9	0,50	3	inalterada	Derecha
		1,50	50	alterada	
5+000	10	0,50	3	inalterada	Izquierda
		1,50	50	alterada	

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.



Foto No.4.1: Excavación de calicata en la abscisa 1+500.



Foto No.4.2: Muestra inalterada a 0.50 m en la abscisa 4+500.

4.4.1.2. Ensayo CBR “in situ”.

Definición.

El ensayo de CBR o también conocido como el índice de California, se lo define como la resistencia que presenta un suelo a un esfuerzo cortante por el efecto de punzonamiento que se presenta al ejercer una carga constante sobre el mismo.

Procedimiento.

Realizamos el ensayo mediante el uso de un equipo de CBR de campo, que consiste en un pistón circular de 3 plg² que esta conectado a un anillo, en el se encuentra circunscrito un deformímetro, este proporciona valores que multiplicados con el valor de la constante del anillo de 0.0167, obtenemos la carga ejercida por el pistón en (KN). En la base se encuentra un segundo deformímetro que marca los valores de penetración del pistón en pulgadas. El valor de CBR es el que se obtiene cuando el pistón a penetrado 0.1 plg. Como se puede observar en la fotografía, utilizamos un contrapeso que en este caso es una volqueta de doble eje, de Marca: MACK que cargada de material pétreo pesa 24 Toneladas, siendo el peso suficiente para la ejecución del ensayo. Anexo D-I



Foto No.4.3: Ensayo de CBR “in situ” abscisa 4+000.



Foto No.4.4: Vista del vehículo que sirve de contra peso para CBR “in situ”.

4.4.2. Trabajos de laboratorio.

Con las muestras obtenidas en los 10 pozos o calicatas realizadas cada 500 m a lo largo de la vía, se realizaron los siguientes ensayos:

- Contenido de humedad natural
- Densidad de campo
- Granulometría
- Límites de Consistencia
- Compactación
- Clasificación SUCS y ASSHTO del material analizado

Los resultados de los ensayos de laboratorio se encuentran en el Anexo D-II, con base a los cuales se realiza una descripción de los suelos de subrasante y del material de mejoramiento colocado.

NOTA: El ensayo de CBR que realizamos normalmente en el laboratorio no se lo efectuó en todas las muestras, por motivo que en el análisis de los resultados de los ensayos de densidad de campo y contenido de humedad, los valores de contenido de humedad natural son mayores a los valores del contenido de humedad óptimo. Sin embargo realizamos CBR de laboratorio en las muestras de las abscisas entre

(0+500 – 2+000).

$$W_{\text{natural}} > W_{\text{óptimo}}$$

Por lo tanto aplicamos un ensayo de CBR “in situ” o conocido como CBR de campo en las muestras de las abscisas entre (2+500 – 5+000).

4.4.2.1. Ensayos de Laboratorio.

4.4.2.1.1. Contenido de Humedad.

Definición.

El contenido de humedad es la relación existente entre la cantidad de agua en peso de un volumen de muestra y el peso de la misma muestra seca.

$$\%h = \frac{Pa}{Ps} * 100$$

Pa = Peso del agua

Ps = Peso de la muestra seca

Procedimiento.

De las muestras de suelo tomadas a diferentes profundidades pesamos con su humedad original, para luego mediante un horno a 110 °C secar las muestras y por diferencia obtener un porcentaje de humedad. Este ensayo se lo realizó con varias muestras de cada pozo para luego tener un promedio de cada porcentaje de humedad.



Foto No.4.5: Hornos de marca SOILTEST.

4.4.2.1.2. Granulometría.

Definición.

Es el ensayo que nos permite la identificación de los suelos, mediante la determinación del porcentaje de las partículas de distintos tamaños que presenta el material.

Procedimiento.

Para este ensayo pesamos un aproximado de 340 kg de las muestras a profundidades de 0.50 m y 1.50 m de cada calicata o trinchera. Posteriormente a estas muestras se las somete a un secado natural al sol o en otros casos mediante el uso de estufas, una vez secas las muestras se debe pasarlas por los tamices $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N° 4, N°10, N°40, N°200, siendo los primeros cuatro pertenecientes a la serie de material grueso y los tres restantes de la serie de material fino. Con esto se obtuvieron porcentajes de retenidos y pasantes para su posterior clasificación según el sistema unificado (SUCS) y la clasificación ASSHTO (American Association of State Highways and Transportation

Officials), obteniendo las descripciones que se presentan en la tabla de resultados.



Foto No.4.6: Vista de las muestras tamizadas en el laboratorio.

4.4.2.1.3. Densidad de Campo.

Definición.

Se conoce como densidad de campo a la relación que existe entre el peso de suelo para el volumen del mismo. En este ensayo se relaciona la densidad seca y la densidad húmeda de la muestra, obteniendo como resultado el grado de compactación.

Densidad Húmeda (*)

γ_h = Densidad Húmeda

Pt = Peso del suelo

Vt = Volumen de la muestra

$$\gamma_h = \frac{P_t}{V_t}$$

Densidad Seca (*)

$$\gamma_d = \left[\frac{\gamma_h}{1 + \frac{W\%}{100}} \right]$$

 γ_d = Densidad Seca

W% = Contenido de Humedad

Grado de Compactación (*)²

Gr = Grado de Compactación

 γ_d max = Densidad seca máxima

$$Gr = \left(\frac{\gamma_d}{\gamma_d \text{ max}} \right) \times 100$$

NOTA: La γ_d max se obtiene de la curva de Densidad & Contenido de Humedad, del Ensayo de Compactación (Proctor Modificado).

Procedimiento.

En la ejecución de este ensayo moldeamos la muestra inalterada, con el fin de obtener la forma de un cubo de 7x7x7 cm., este proceso se realiza para cada muestra de los 10 pozos. Se pesan las muestras y posteriormente se recubre cada cubo con parafina con el objeto de evitar que ingrese el agua y así obtener un volumen sumergido, luego suspendemos con una cuerda fina la muestra en agua y se sujeta en una balanza electrónica, con los datos que se obtienen se calculamos la densidad mediante la relación peso sobre volumen. Conociendo que la densidad de la parafina es de 0.87 g/cm³.

FUENTE: ING. MILTON TORRES ESPINOZA, Escuela Politécnica del Ejercito, Quito

FUENTE: CAMINOS, ESCARIO Y NÚÑEZ, Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, canales y puertos, Madrid 1955



Foto No.4.7: Colocación de parafina en una muestra.



Foto No.4.8: Vista de las muestras parafinadas de cada abscisa.

4.4.2.1.4. Límite Líquido.

Definición.

Es la cantidad de agua necesaria que el suelo debe contener, para que se presente la conversión de un estado semilíquido a un estado plástico.

Procedimiento.

En este ensayo se usamos el material pasante del tamiz No 40 y se coloca en una cápsula, luego se mezcla con cierta cantidad de agua hasta conseguir una pasta viscosa. Se procede a colocar dicha mezcla viscosa en la cuchara metálica del aparato de casagrande y realizamos un surco con el uso de un cincel. Mediante un mecanismo de palanca se deja caer por repetidas ocasiones la cuchara metálica, hasta que el surco se cierre en una extensión de 1 cm. Se debe realizar este procedimiento por lo menos dos veces para tener datos que nos permitan generar una recta en un diagrama. El límite líquido se lo obtiene gráficamente, marcando a los 25 golpes en el eje de las abscisas y el respectivo contenido de humedad en el eje de las ordenadas.



Foto No.4.9: Aparato de casagrande usado para determinar el límite líquido.

4.4.2.1.5. Límite Plástico.

Definición.

Se conoce como límite plástico al contenido de humedad que requiere el suelo para que exista la transición de estado plástico al estado semisólido.

Procedimiento.

Se toma una muestra del mismo material que pasa el tamiz No 40 y se coloca en un recipiente para mezclarlo con agua contenida en una pipeta, se mezcla y moldea en la palma de la mano hasta conseguir un cilindro de espesor de 5 mm y de 10 cm aproximadamente de largo, se moldea hasta que exista presencia de fractura. Cuando ya se consigue la muestra de las medidas antes mencionadas, la pesamos y colocamos en el horno a 110 °C, para encontrar la cantidad de agua a la que se moldeo.



Foto No.4.10: Muestras para determinar el límite plástico.

4.4.2.1.6. Proctor Modificado.

Definición.

Este ensayo se define como la cantidad de agua que el suelo requiere, para que las partículas se lubriquen en el apisonado o compactado y el aire de los poros se ha sustituido por el agua, hasta un cierto momento cercano a la saturación, debido a que sería perjudicial para la consolidación de las partículas.

Procedimiento.

Colocamos en una bandeja 3 Kg de la muestra de suelo de cada abscisa, y realizamos un cálculo respecto al peso para obtener la cantidad de agua que colocaremos progresivamente. La cantidad de agua que se mezcla con la muestra es el 4 % de su peso. Luego que el suelo esta mezclado con el agua, colocamos en el cilindro de ensayo por capas. Existen cilindros pequeños de 935.07 cm³, este valor varía con cada cilindro no son todos uniformes y el cilindro grande de 2089.03 cm³ que de igual manera corresponde a un cilindro numerado. Por lo tanto se hace necesario que en cada ensayo se tomen las dimensiones de cada cilindro para obtener su volumen. En los cilindros pequeños compactamos el suelo en 5 capas y en los cilindros grandes lo hacemos en 3 capas, de igual manera los martillos van de acuerdo con el tamaño del cilindro 3578 g y 6080.50 g respectivamente. De igual manera la altura de caída del martillo influye siendo para los cilindros pequeños de 12.10 plg y los cilindros grandes de 18 plg. Al finalizar cada compactación del total de capas, retiramos el anillo, enrasamos la muestra y pesamos. Tomamos muestras en cápsulas de cada muestra compactada, para obtener el contenido de humedad y conjuntamente con la densidad seca graficamos la curva para obtener la densidad seca máxima y el contenido de humedad optimo.

4.4.2.1.7. Cálculo del CBR de laboratorio.

Tomamos una muestra de 5 Kg y colocamos una cantidad de agua relativa al peso de la muestra. Colocamos la muestra en cilindros metálicos en 3 capas y golpeamos con un martillo con forma de pistón por un número de 56, 25, 10 golpes en cada cilindro. Cuando compactamos las muestras las sumergimos en agua por un tiempo de 72 horas, al finalizar el tiempo de sumersión las ensayamos sometiéndolas a carga constante en períodos de tiempo y marcando la deformación del extensómetro de carátula para registrar el desplazamiento vertical del pistón.

4.4.2.2. Determinación del CBR de diseño.

Para la determinación del CBR que servirá en el diseño del pavimento, utilizamos los datos de ensayos tanto in situ como los de laboratorio. Los datos son agrupados en dos tablas con un orden de menor a mayor, para luego relacionarlo inversamente con el porcentaje de probabilidades de que se presente cada valor. De las columnas de CBR y % que tienen las tablas graficamos la curva y tomamos el valor que se encuentra al 90% de probabilidad y este será el valor de CBR que se requiere para el diseño. A continuación se encuentran las tablas y gráficas del tramo I y tramo II respectivamente:

Ensayo	CBR	No.	%
1	7,6	2	100
2	15	1	50

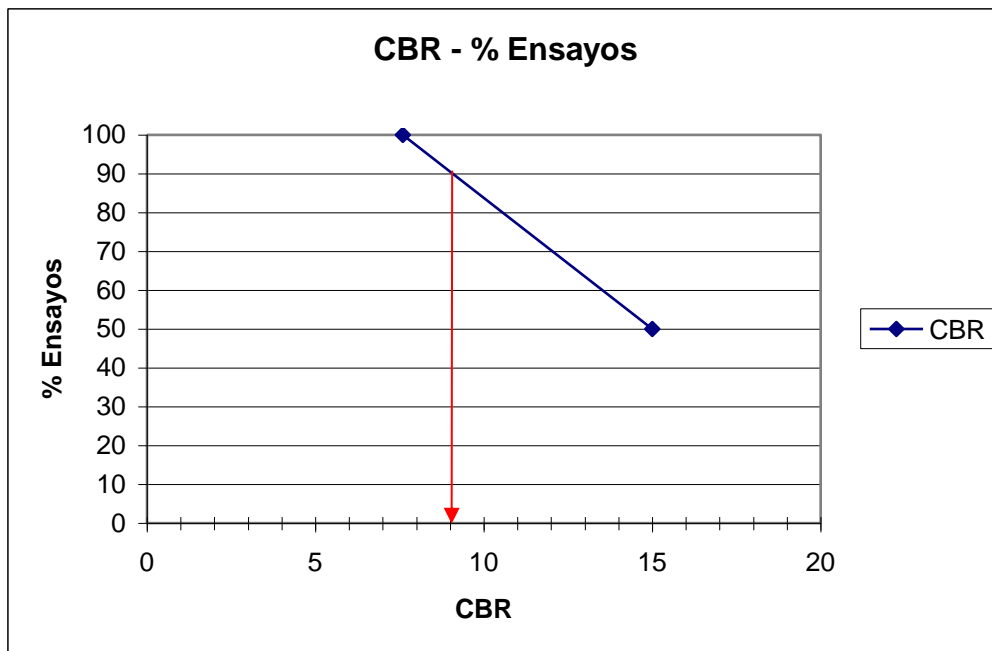


Figura 4.1. Valor de CBR para diseño tramo I.

Ensayo	CBR	No.	%
1	3	8	100
2	3	7	100
3	3	6	100
4	5	5	80
5	5	4	80
6	5	3	80
7	10	2	60
8	15	1	40

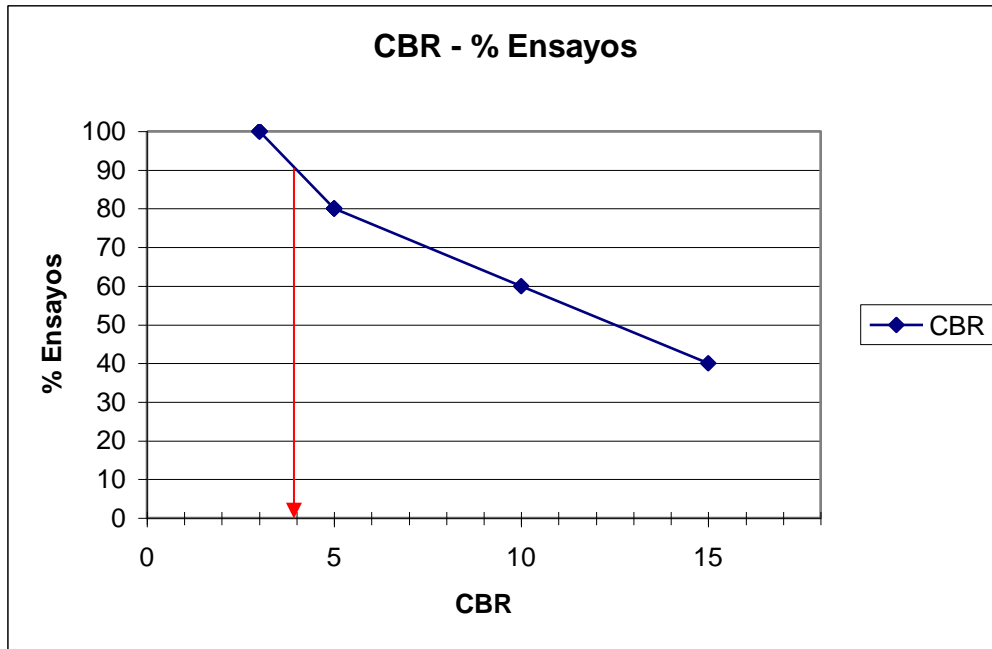


Figura 4.2. Valor de CBR para diseño tramo II.

Como resultado del análisis de las gráficas obtenemos que el valor de CBR de diseño para el tramo I y II son de 9,1 % y 4 % respectivamente.

4.5. DESCRIPCIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE.

4.5.1. Descripción de campo manual – visual de los suelos.

En el campo desarrollamos una descripción de los suelos sin utilizar instrumental de laboratorio, esta descripción la realizamos en base al material que predomina por pozo o calicata, dicho análisis nos permite la distinción entre los diversos tipos de suelos que se encuentran en la subrasante de la vía en estudio. A continuación tenemos el detalle en la siguiente tabla:

Tabla 4.2. Clasificación manual – visual de los suelos de los pozos o calicatas.

Abscisa	DESCRIPCIÓN						Clase
	Tacto		Visual		Corte		
	Aspero	Blando	Grueso	Fino	Rugosa	Lisa	
0+500		X		x	X		LIMO
1+000		X		x	X		LIMO
1+500	x		X		X		ARENA
2+000		X		x		x	ARCILLA
2+500		X		x	X		LIMO
3+000		X		x		x	ARCILLA
3+500		X		x	X		LIMO
4+000		X		x		x	ARCILLA

4+500		X		x		x	ARCILLA
5+000		X		x	X		LIMO

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

4.5.2. Descripción en el Laboratorio – Clasificación SUCS.

En el laboratorio realizamos una descripción y clasificación de los suelos en base a los resultados obtenidos de los ensayos que efectuamos a las muestras de los 10 pozos o calicatas. A continuación se presenta una tabla de la clasificación:

Tabla 4.3. Clasificación y descripción de las muestras según método SUCS.

Abscisa	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Descripción
0+500	0,50	SW	arenas bien graduadas
	1,50	SW	arenas bien graduadas
1+000	0,50	SW-SM	arenas bien graduadas limosas
	1,50	SW	arenas bien graduadas
1+500	0,50	SP-SM	arenas mal graduadas limosas
	1,50	SM	arenas limosas
2+000	0,50	SW-SM	arenas bien graduadas limosas
	1,50	SP-SM	arenas mal graduadas limosas
2+500	0,50	SW-SM	arenas bien graduadas limosas
	1,50	SP-SM	arenas mal graduadas limosas
3+000	0,50	SP-SM	arenas mal graduadas limosas
	1,50	SP-SC	arenas mal graduadas arcillosas
3+500	0,50	SP-SC	arenas mal graduadas arcillosas
	1,50	SW-SM	arenas bien graduadas limosas
4+000	0,50	SM	arenas limosas
	1,50	SP-SM	arenas mal graduadas limosas
4+500	0,50	SP-SM	arenas mal graduadas limosas
	1,50	SW	arenas bien graduadas
5+000	0,50	SW-SM	arenas bien graduadas limosas
	1,50	SW-SC	arenas bien graduadas arcillosas

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

4.5.3. Descripción en el Laboratorio – Clasificación ASSHTO.

La siguiente clasificación y descripción la realizamos en base a los resultados que nos proporcione el ensayo granulométrico desarrollado a las muestras, en especial el tamizado del No 10, No 40 y No 200. Adicionalmente usamos la información sobre los valores de los límites líquido y plástico del material que pasa el tamiz No 40.

Tabla 4.4. Clasificación y descripción de los suelos por método AASHTO.

Abscisa	Clasificación AASHTO	Tipos de materiales	Para material de subrasante
0+500	A-1-a	piedra, grava y arena	Excelente
	A-1-a	piedra, grava y arena	Excelente
1+000	A-1-a	piedra, grava y arena	Excelente
	A-1-a	piedra, grava y arena	Excelente
1+500	A-3	arena fina	Excelente a bueno
	A-3	arena fina	Excelente a bueno
2+000	A-2-5	Grava y arena	Bueno
	A-1-b	piedra, grava y arena	Excelente
2+500	A-1-a	piedra, grava y arena	Excelente
	A-1-b	piedra, grava y arena	Excelente
3+000	A-1-b	piedra, grava y arena	Excelente
	A-2-4	Grava y arena	Bueno
3+500	A-2-4	Grava y arena	Bueno
	A-2-4	Grava y arena	Bueno
4+000	A-2-5	Grava y arena	Bueno
	A-2-4	Grava y arena	Bueno
4+500	A-2-4	Grava y arena	Bueno
	A-2-4	Grava y arena	Bueno
5+000	A-1-b	piedra, grava y arena	Excelente
	A-2-4	Grava y arena	Bueno

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

4.5.3.1. Índice de Grupo.

* El índice de grupo es un valor entero que tiene una variación de 0 a 20 y esta definido como la relación inversa de la capacidad que el suelo de fundación de un pavimento soporta. Cuando el índice es de valor extremo $I_g = 0$, se dice que es un buen cimiento y cuando el $I_g = 20$, se trata de un cimiento malo Se lo determina por dos métodos:

- Método de aplicación de la fórmula
- Método Gráfico (usando ábacos)

Para nuestro análisis usamos la aplicación de la siguiente fórmula:

* FUENTE: Ingeniería de Suelos, Ing. Milton Torres Espinoza, ESPE.

$$I_g = 0,2(a) + 0,005(ac) + 0,01(bd)$$

La fórmula tiene coeficientes que trabajan con los valores en porcentaje del material fino que pasa por el tamiz No 200. Anexo D-II.

4.6. DESCRIPCIÓN DE LA CAPA DE RODADURA EXISTENTE.

Para la descripción de la capa de rodadura a lo largo de la vía existente, hemos dividido en tres tramos. Se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.5. Parámetros de los suelos de la capa de rodadura de la vía.

Abscisa (km)	Tramos	W Natural (%)	W optimo (%)	LL 25 golpes (%)	IP (%)	CBR (%)
0+500	Primero	46,18 a 71,63	12,73 a 21,10	NP	NP	7,6 a 15
1+000						
1+500	Segundo	27,65 a 105,35	12,60 a 21,80	34,00 a 48,30	4,25 a 10,12	4,5 a 15
2+000						
2+500						
3+000						
3+500	Tercer	37,70 a 45,41	6,14 a 18,59	35,50 a 41,40	3,84 a 13,00	4,5 a 9,8
4+000						
4+500						
5+000						

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

4.7. ESPESORES DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO.

Dentro del análisis que realizamos a la vía existente, debemos mencionar los lugares o abscisas en las que encontramos material de mejoramiento a nivel de rasante.

Tabla 4.6. Espesores de mejoramiento a lo largo de la vía actual.

ABSCISA	ESPESOR
(km)	(m)
0+500	0.12
1+000	0.12
1+500	NE
2+000	NE
2+500	NE
3+000	NE
3+500	NE
4+000	NE
4+500	NE
5+000	NE

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

NOTA: Como se indica en la anterior tabla existe material de mejoramiento aproximadamente a lo largo de 1 Km, esto se debe a que en este tramo se encuentran las construcciones adyacentes al sector administrativo, por lo tanto es el tramo que presenta mayor circulación y se ha enfatizado en brindar una temporal solución a la capa de rodadura que anteriormente se encontraba a nivel de rasante. El código NE que se presenta en la tabla, significa que no existe ningún material de mejoramiento y por lo tanto se reafirma la precaria condición vial que existe para acceder al sector de Pailones.

4.8. DISEÑO DEL PAVIMENTO.

Definición de Pavimento.

Se define como la estructura en capas que descansa sobre el terreno de cimentación que soporta la carga de vehículos.

La calidad de este importante elemento de la vía brinda seguridad,

comodidad al usuario y permite que los vehículos tengan un menor desgaste.

Tipos de Pavimentos.

Existen tres tipos de pavimentos que son usados en los proyectos viales, así tenemos:

- Pavimentos rígidos
- Pavimentos flexibles

4.8.1. Selección de las Alternativas para pavimentos.

En base a la información de la clase de vía que requiere el proyecto, realizamos el análisis de cada uno de los tipos de pavimentos:

Los pavimentos rígidos son utilizados para vías de clase I o clase II, que tienen una proyección elevada de su volumen de tránsito, además se considera de un costo elevado en su construcción y bajo costo en su mantenimiento.

Los pavimentos flexibles son utilizados en vías de clase III, clase IV e incluso en clase V. Son pavimentos que requieren de un mantenimiento periódico para evitar el deterioro por fatiga y envejecimiento el costo inicial de su construcción es bajo, pero el de mantenimiento si es elevado. En los pavimentos flexibles no solo constan los de materiales asfálticos, sino también los de hormigón o piedra, conocidos como pavimentos articulados. Estos son de un costo inferior en su construcción y no se requiere de la presencia de maquinaria sofisticada para su colocación.

Por lo tanto en base a los características expuestas de cada tipo de pavimentos, recomendamos para nuestro proyecto realizar el diseño de un pavimento flexible, por lo que haremos el análisis de cálculo para carpeta asfáltica y para pavimento articulado (adoquines).

Estructura de los Pavimentos.

Los Pavimentos se encuentran formados por capas, básicamente se presenta por lo general la siguiente estructuración:

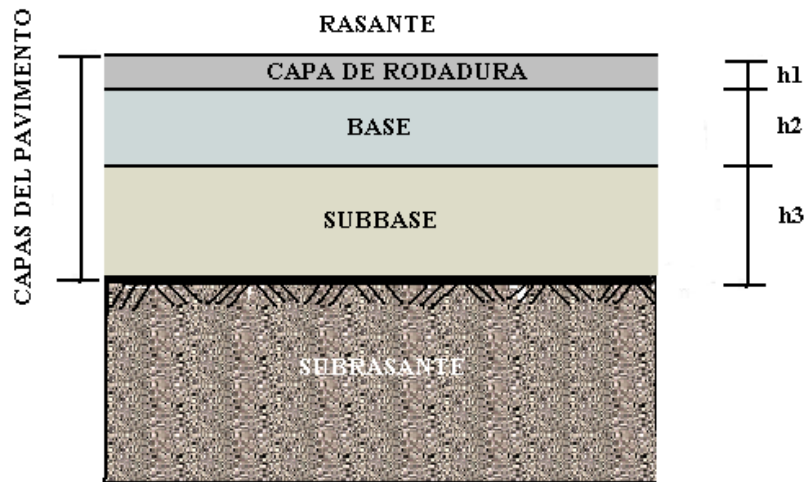
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Figura 4.3. Esquema de la estructura del pavimento flexible.

De donde:

Capa de rodadura:

Es una importante capa que protege a la base del desgaste por el efecto del tráfico aumentando la capacidad de soportar mayores cargas e impermeabilizando la superficie de posibles filtraciones de agua.

Base:

Esta cumple la función de absorber y transmitir a las subsiguientes capas de manera uniforme, los esfuerzos que se generan por la aplicación de las cargas de vehículos en tránsito sobre la rasante de la capa de rodadura.

Sub-base:

Esta capa esta destinada a soportar, transmitir y distribuir uniformemente las cargas a la subrasante, se utiliza como capa de drenaje y controlador de ascensión capilar.

4.8.2. Método de Diseño AASHTO 1993.

En las técnicas o métodos utilizados en el diseño de pavimentos en Latinoamérica podemos mencionar al más usado que es el método AASHTO edición 1993, de la Asociación Americana de Autoridades Estatales de carreteras y Transporte.

En el método AASHTO la fórmula que utilizamos para el diseño es la siguiente:

$$\text{Log}_{10}W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right]}{\frac{0.40 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}Mr - 8.07$$

4.8.2.1. Información de Diseño.

4.8.2.1.1. Período de Diseño.

Considerando que el período de diseño es el tiempo total para el cual nosotros diseñamos el pavimento, en función de la proyección del tránsito según el tipo de carretera, el período aplicable a nuestro proyecto será de 20 años.

Tabla 4.7. Determinación del período de diseño para vías.

TIPO DE CARRETERA	PERÍODO DE DISEÑO (años)
Autopistas y Carreteras Interprovinciales	20-40
Arterias Urbanas	15-30
Arterias Rurales	
Vías Colectoras Urbanas	10-20
Vías Colectoras Rurales	

FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, AASHTO 1993.

4.8.2.1.2. Equivalencia de ejes de 8.2 T.

Calculamos el número acumulado de ejes equivalentes de 8,2 T a lo largo del período de diseño seleccionado anteriormente. Como concluimos en un análisis previo, realizaremos el diseño de pavimentos para 2 tramos, por lo que se hace necesario, obtener el TPDA de cada tramo a continuación detallado.

4.8.2.1.2.1. Tramo I (0+000 a 1+100).

Calculamos el factor de crecimiento mediante el uso de una fórmula, utilizando como datos el período de diseño (n) y el factor de crecimiento anual del tránsito (g), este último lo determinamos en el análisis del capítulo II.

$$Factor = \left[\left(1 + \left(\frac{g}{100} \right) \right)^n - 1 \right] / \left(\frac{g}{100} \right)$$

Siendo:

$$n = 20 \text{ años}$$

$$g = 4,6\%$$

$$Factor = 31,70$$

Para obtener el valor de ejes equivalentes de 8,2 T necesitamos del valor de TPDA del análisis de tránsito que realizamos en el capítulo II, siendo este valor el previsto para el primer año de servicio de la vía.

Tabla 4.8. Análisis del TPDA para tramo I.

CLASE DE VEHICULOS	T.P.D.A
LIVIANOS	585
BUSES	2
CAMION DE 2 EJES	22
CAMION DE 3 EJES	2
CAMION 2 EJES + SEMIR 2 EJES	5
TOTAL:	616

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

En función del número de carriles en cada dirección, previsto en el diseño geométrico según la clase de vía, asumimos un porcentaje de vehículos pesados circulando por el carril de diseño. Consideramos la distribución direccional del tránsito como de 50/50.

Tabla 4.9. Porcentaje de vehículos pesados por carril.

No. DE CARRILES	% VEHICULOS PESADOS POR CARRIL
1	100
2	80 – 100
3	50 – 80
4 o más	50 – 75

FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, AASHTO 1993.

El cálculo del tránsito de diseño lo realizamos con el uso de la siguiente fórmula, a cada clase de vehículos del TPDA o también denominado tránsito diario.

$$\text{Tránsito de Diseño} = \text{tránsito diario} * \text{factor de crecimiento} * (\text{distribución direccional})/100 * (\text{pesados en carril de diseño})/100 * 365$$

Tabla 4.10. Cálculo del tránsito de diseño.

CLASE DE VEHICULOS	TRÁNSITO DIARIO	TRÁNSITO DE DISEÑO
LIVIANOS	585	3.384.588
BUSES	2	11.571
CAMION DE 2 EJES	22	127.284
CAMION DE 3 EJES	2	11.571
CAMION 2 EJES + SEMIR 2 EJES	5	28.928
TOTAL:	616	

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

Tabla 4.11. Factores de equivalencia de ejes de acuerdo con la clase de vehículo.

CLASES DE VEHICULOS	FACTOR EQUIV. EJES
LIVIANOS	0,0489
BUSES	1,5085
CAMION DE 2 EJES	4,1348
CAMION DE 3 EJES	3,0840
CAMION 2 EJES + SEMIR 2 EJES	1,3870

FUENTE: MANUAL DE PAVIMENTOS MOP- ECUADOR.

Tabla 4.12. Número de vehículos de ejes equivalentes a 8.2 T para el tramo I.

CLASE DE VEHICULOS	NO. DE EJES EQUIV. 8,2 T
LIVIANOS	165.506
BUSES	17.455
CAMION DE 2 EJES	526.292
CAMION DE 3 EJES	35.686
CAMION 2 EJES + SEMIR 2 EJES	40.123
TOTAL:	785.063

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

4.8.2.1.2.2. Tramo II (1+100 a 4+640).

Tabla 4.13. Análisis del TPDA para tramo II.

CLASE DE VEHICULOS	T.P.D.A
LIVIANOS	148
BUSES	2
CAMION DE 2 EJES	22
CAMION DE 3 EJES	2
CAMION 2 EJES + SEMIR 2 EJES	5
TOTAL:	179

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

Tabla 4.14. Cálculo del tránsito de diseño para tramo II.

CLASE DE VEHICULOS	TRÁNSITO DIARIO	TRÁNSITO DE DISEÑO
LIVIANOS	148	856.272
BUSES	2	11.571
CAMION DE 2 EJES	22	127.284
CAMION DE 3 EJES	2	11.571
CAMION 2 EJES + SEMIR 2 EJES	5	28.928
TOTAL:	179	

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

Tabla 4.15. Número de vehículos de ejes equivalentes a 8.2 T para el tramo II.

CLASE DE VEHICULOS	NO. DE EJES EQUIV. 8,2 T
LIVIANOS	41.872
BUSES	17.455
CAMION DE 2 EJES	526.292
CAMION DE 3 EJES	35.686
CAMION 2 EJES + SEMIR 2 EJES	40.123
TOTAL:	661.428

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

Luego que realizamos el análisis sobre el tránsito y su No de ejes Equivalentes a 8,2 T, para los tramos en que hemos dividido a la vía del proyecto, es importante mencionar que basados en las normas de la AASHTO, sobre alternativas de capas por seguridad & costos, recomendamos que el TRAMO I se ha un pavimento con Carpeta Asfáltica y el TRAMO II con Doble Tratamiento Superficial Bituminoso.

4.8.2.1.3. Confiabilidad (%).

La confiabilidad es el nivel de seguridad que requiere la sección de la vía para el período de diseño. Los valores de confiabilidad los determinamos por los niveles de tránsito, en función del tipo de carretera y su sector. Para nuestro diseño utilizaremos un valor del 85 %.

Tabla 4.16. Factor de confiabilidad por sectores.

TIPO DE VIA POR SU FUNCION	% DE CONFIABILIDAD POR SECTORES	
	URBANO	RURAL
Vías interestat. y Autopistas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Vías Colectoras	80 - 95	75 - 95
Vías Locales	50 - 80	50 - 80

FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, AASHTO 1993.

4.8.2.1.4. Desviación estándar normal.

Se le conoce como el coeficiente de STUDENT o STANDARD NORMAL DEVIATE (Z_r). Este valor se adopta en base a la relación que existe con el valor de confiabilidad en el siguiente cuadro:

Tabla 4.17. Coeficiente estándar normal de desviación (Z_r).

% DE CONFIABILIDAD	DESVIACIÓN NORMAL ESTÁNDAR
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
95	-1,645
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,09

FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, AASHTO 1993.

4.8.2.1.5. Combinación del error.

En el manual de diseño de la AASHTO 1993 se le conoce a este término como OVERALL STANDARD DEVIATION (S_o).

La combinación del error se lo determina por la predicción del tránsito y el comportamiento previsto del pavimento. En pavimentos flexibles el valor de error esta entre 0,40 a 0,50. Por lo tanto asumimos un valor $S_o = 0,45$

4.8.2.1.6. Perdida del índice de serviciabilidad (ΔPSI).

El índice de serviciabilidad de un pavimento, es la capacidad que tiene este para servir al tipo y volumen de tránsito para el cuál diseñamos nuestro proyecto.

Para el PSI inicial = 4,5 en pavimentos nuevos

Para PSI final = 2,0 para vías de menor tránsito.

$$\Delta PSI = 2,5$$

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

4.8.2.1.7. Determinación del número estructural (SN).

Para el diseño por el Método AASHTO 1993 en pavimentos flexibles, es necesario que determinemos el número estructural, el mismo que esta basado en un nomograma representativo de la información de ecuaciones empíricas realizadas en la prueba vial AASHTO. Ver Anexo D-III

4.8.2.1.8. Determinación del módulo de resiliencia (Mr).

La subrasante es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento y la característica especial que define la propiedad de los materiales que componen la subrasante, se conoce como módulo de resiliencia (Mr).

En el método de la AASHTO 1993, el módulo de resiliencia reemplaza al CBR como variable para caracterizar a la subrasante, sub-base y base. Este módulo es considerado como una medida de la propiedad elástica de los suelos, de tal manera que algunos investigadores en pavimentos le llaman módulo elástico. Para la subrasante el módulo de resiliencia (kg/cm²) se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Mr = CBR * 100$$

NOTA: Los módulos elásticos de la base y sub-base, los calculamos mediante la fórmula de Mr de subrasante, asumiendo que los valores de CBR para la base es de 80% y para la sub-base de 30%, según se recomienda en el AASHTO 1993. De igual manera en la carpeta asfáltica asumimos un valor de 30000 (kg/cm²) o 400.000 psi, psi =lb/plg².

4.8.2.1.9. Coeficientes elásticos de capas.

Los coeficientes elásticos de capas son los valores que determinan el espesor que deben tener las capas que estructuran el pavimento en base a las características del material que las componen. Para el diseño del TRAMO I que es de carpeta asfáltica obtenemos los valores de las siguientes tablas:

Tabla 4.18. Coeficiente de capa de carpeta asfáltica

MODULOS ELASTICOS		VALORES DE a1
psi	Mpa	
125.000	875	0,220
150.000	1.050	0,250
175.000	1.225	0,280
200.000	1.400	0,295
225.000	1.575	0,320
250.000	1.750	0,330
275.000	1.925	0,350
300.000	2.100	0,360
325.000	2.275	1,360
350.000	2.450	2,360
375.000	2.625	3,360
400.000	2.800	4,360
425.000	2.975	5,360
450.000	3.150	6,360

FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, AASHTO 1993.

Tabla 4.19. Coeficiente de capas granulares en función de CBR.

BASE DE AGREGADOS		SUB-BASE GRANULAR	
CBR (%)	a2	CBR (%)	A3
20	0,070	10	0,080
25	0,085	15	0,090
30	0,095	20	0,093

35	0,100	25	0,102
40	0,105	30	0,108
45	0,112	35	0,115
50	0,115	40	0,120
55	0,120	50	0,125
60	0,125	60	0,128
70	0,130	70	0,130
80	0,133	80	0,135
90	0,137	90	0,138
100	0,140	100	0,140

FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, AASHTO 1993.

Para el diseño del TRAMO II, aplicaremos un Doble Tratamiento Superficial Bituminoso, por lo que el valor de coeficiente de capa la obtenemos de la siguiente tabla:

Tabla 4.20. Coeficientes de capas para tratamiento superficial bituminoso.

TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO	
(a)	
Clases de Materiales	Coeficiente (cm)
Triple Riego	0,4
Doble Riego	0,25
Simple Riego	0,15

FUENTE: CAMINOS DEL ECUADOR, ANTONIO SALGADO N.

4.8.2.1.10. Factores de drenaje (mi).

Estos factores los obtuvimos de un análisis de la calidad de drenaje que necesita la vía para evacuar el agua en función de parámetros de tiempo. Estos valores los determinamos de las siguientes tablas:

Tabla 4.21. Tiempo de drenaje del pavimento.

Calidad del drenaje	Tiempo recomendado de evacuación del agua
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Malo	1 Mes

Muy malo	No drena
----------	----------

FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, AASHTO 1993.

Tabla 4.22. Determinación de tiempo sobre niveles de humedad en (%).

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,2
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,0
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,8
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,6
Muy Pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,4

FUENTE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, AASHTO 1993.

Seleccionamos la calidad de drenaje como BUENO, debido a la clase de carretera y al tránsito que soportara en su vida útil. El porcentaje de tiempo para nuestro proyecto es de 1,10, manteniéndonos dentro de la escala de (0,4 – 1,4) determinado por la AASHTO para pavimentos flexibles, con un nivel de húmeda entre (5-25%), debido a la intensidad de las precipitaciones que se presentan en varios meses al año en la zona del proyecto. Anexo D-IV

4.8.2.1.11. Determinación de espesores (Di).

Para la determinación de los espesores de capa, necesitamos que cumpla con la igualdad de la ecuación de comprobación, la misma que se encuentra en la descripción del método en el apéndice 4.8.5.

Una vez que hemos determinado que el SN general de la estructura del pavimento cumple, ingresamos ese valor a la siguiente fórmula que lo relaciona con los espesores de capa:

$$SN = (a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3) / 2,54$$

4.8.2.2. Diseño.

4.8.2.2.1. Diseño tramo I con Carpeta Asfáltica.

Realizamos el diseño usando los datos analizados en el apéndice 4.8.5.1 y los procesamos mediante una hoja de cálculo diseñada en Excel, de esta manera encontraremos los valores de los espesores de las capas que constituyen la estructura del pavimento. Anexo D-V

4.8.2.2.2. Diseño tramo II con Doble Tratamiento Superficial Bituminoso.

De la misma forma que diseñamos para el tramo I, lo hacemos para el tramo II con la diferencia que disponemos de un número estructural diferente y un valor de vehículos equivalentes a 8,2 T menor que el primero. Los resultados de los cálculos los encontramos en el Anexo D-V

4.8.2.2.3. Comprobación de los SN mediante software.

La obtención del valor de SN general lo determinamos mediante el uso del Nomograma de Diseño de Pavimentos Flexibles de la AASHTO 1993, sin embargo por la importancia del proyecto, realizamos una comprobación mediante el uso de un software desarrollado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela de Manizales - Colombia investigador de la temática vial en países de la Región Andina.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % Zr=-1.037 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.5 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 13000 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 **W18 = 785063** **Número Estructural SN = 2,51**
 Calcular W18

Calcular Salir

Figura 4.3. Ventana de programa de comprobación tramo I.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % Zr=-1.037 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.5 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 5676 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 **W18 = 661428** **Número Estructural SN = 3,25**
 Calcular W18

Calcular Salir

Figura 4.4. Ventana de programa de comprobación tramo II.

4.8.2.2.4. Pavimento articulado.

Para el cálculo del pavimento articulado no existe un método establecido, por lo que se realiza un cálculo empírico.

- Para conocer si se requiere de una capa de mejoramiento se utiliza los valores de CBR de diseño.

Tramo I CBR = 9.1 % ya existe mejoramiento de 120 mm.

Tramo II CBR = 4 % requiere de mejoramiento

La capa de mejoramiento será de clase II, igual a la recomendada en la sub-base para pavimentos flexibles con carpeta asfáltica, con un espesor de capa de 200 mm.

- La cantidad de adoquín que necesitamos esta dada en base a la relación de área adoquinar, si se conoce que en $1 \text{ m}^2 = 20$ adoquines.

Por lo tanto: $a = 7,60\text{m}$ $L = 4.640 \text{ m}$ $\text{área} = 35.264 \text{ m}^2$

de adoquines = 705.280 unidades

- Los adoquines serán de hormigón empleando áridos cuyo tamaño máximo no exceda de 12 mm. (1/2"). El espesor mínimo del adoquín será de 80 mm para áreas que soportan tránsito vehicular, según la norma 813-4. del manual de especificaciones del MOP.
- Recomendamos que la capa de asiento para los adoquines tenga un espesor de 50 mm, de arena fina que pase en su totalidad el tamiz N° 10. El material no contendrá más del 5 % de tamaños menores al del tamiz N° 200, de acuerdo a la especificación 803-3 del manual de especificaciones del MOP.
- El sellado se recomienda que se ha realizado con una lechada de arena fina, cemento en igual proporción y suficiente agua para que tenga una consistencia líquida a fin de que se introduzca en los intersticios entre adoquines.

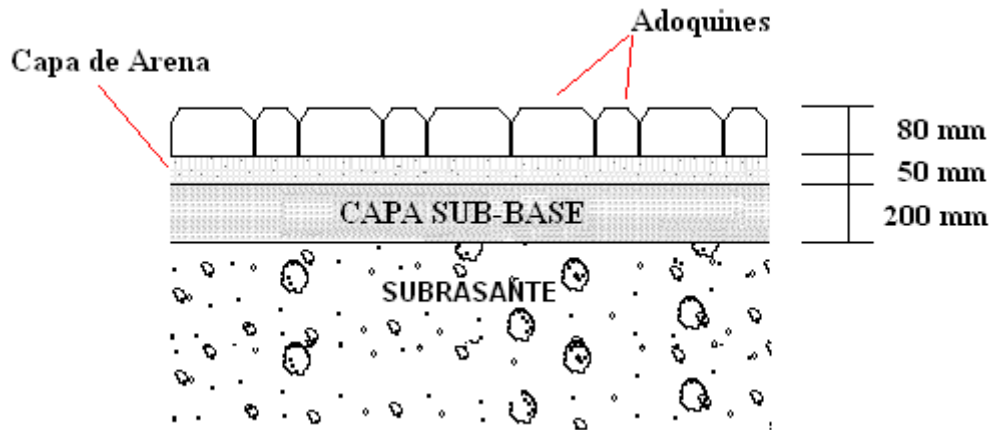


Figura 4.5. Esquema de la estructura del pavimento articulado.

4.9. Análisis económico de los pavimentos.

Determinamos el tipo de pavimento que es conveniente para este proyecto, realizando un análisis económico sobre precios unitarios, establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 4.23. Análisis económico de alternativas de pavimento.

Alternativas	Tramos	Tipo de pavimento	Espesor (cm)	Unidad	Costo Unit. \$/m3	Costo Unit. \$/m2	Costo Total x tramo	Costo Total \$
Opción I	I	Carpeta asfáltica	6,00	m3	85,50	5,13	8,33	12,74
		Base	10,00	m3	12,00	1,20		
		Sub-base	20,00	m3	10,00	2,00		
	II	Doble Trata. Sup.	2,00	m3	60,25	1,21	4,41	
		Base	10,00	m3	12,00	1,20		
		Sub-base	20,00	m3	10,00	2,00		
Opción II	I - II	Adoquin	8,00	u	0,35	7,00	9,55	9,55
		Arena	5,00	m3	11,00	0,55		
		Sub-base	20,00	m3	10,00	2,00		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS.

Como podemos observar el costo del pavimento articulado es más económico, aunque ésta superficie de rodadura causa que los vehículos tengan un mayor desgaste de los neumáticos, produciendo un valor adicional en el costo de operación a los usuarios. Adicionalmente mencionamos que los adoquines sufren de grietas con el tiempo, producto de la fatiga por la circulación vehicular, lo que afecta a la estabilidad del

pavimento debido a la filtración de agua y el apareamiento de materia vegetal. Por otra parte el pavimento flexible con carpeta asfáltica, requiere de un mantenimiento periódico de su capa de rodadura y establece un costo adicional al de construcción inicial. Este pavimento brinda comodidad, seguridad, eficiencia y bajo desgaste en los vehículos de los usuarios. Por lo antes mencionado recomendamos que el tramo I presente una estructura de pavimento flexible con carpeta asfáltica y el tramo II con doble tratamiento superficial bituminoso.

4.10. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los análisis realizados en este capítulo y cumpliendo con las especificaciones que los organismos nacionales e internacionales recomiendan en el diseño de pavimentos, concluiremos indicando que para el tramo I el pavimento flexible será de carpeta asfáltica, siendo este estructurado por capas que poseen los espesores que se indican a continuación:

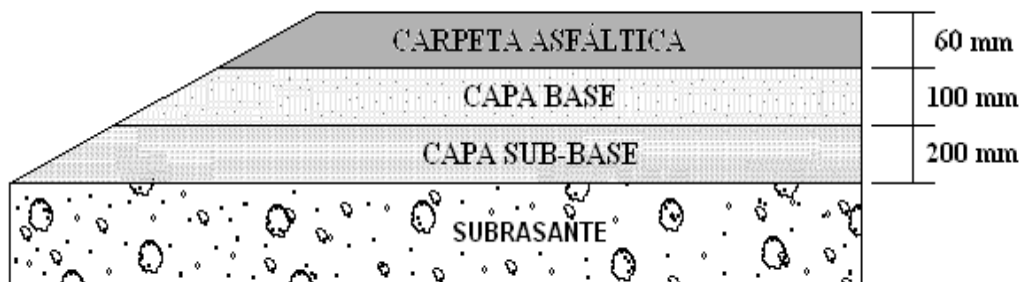


Figura 4.6. Esquema de la estructura final del pavimento tramo I.

De la misma forma el diseño del pavimento para el tramo II se encuentra estructurado con espesores que cumplen con las especificaciones así tenemos:

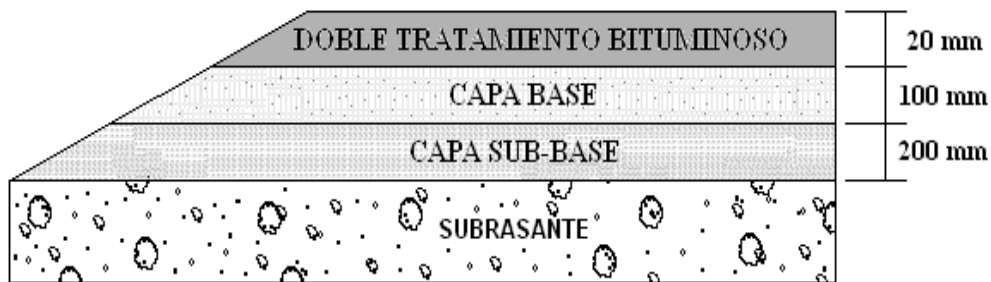


Figura 4.7. Esquema de la estructura final del pavimento tramo II.

4.11. RECOMENDACIONES.

Material granular recomendado.

Riego de imprimación en Capa de Rodadura.

Para la utilización del material que formara la capa de rodadura, recomendamos que se ha asfaltos diluidos de consistencia suave o fluida, que exceda el límite permitido en el ensayo normal de penetración que es de 300, según la norma INEN 917. El asfalto deberá ser de clasificación RC-70 max de curado rápido para evitar la acción del agua en el momento de la colocación. Estas recomendaciones las realizamos tomando en cuenta la importancia del proyecto y de acuerdo a las especificaciones del MOP-001-F-2002 de la sección 800, apéndice 810-3.

Base granular.

Recomendamos que el tipo de material que conformara la capa base cumpla con las siguientes observaciones:

El material empleado será de clase I graduado uniformemente de grueso a fino y cumplirá la granulometría de la tabla 404-4.1 del Anexo D-VI

El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados gruesos deberá ser menor del 40%, según normas INEN 860, con 500 vueltas de la maquina de Los Angeles. La perdida de peso no será mayor al 12% en el ensayo de durabilidad.

El agregado que pase el tamiz No 40 deberá tener un LL < 25 y un IP < 6, según normas INEN 691 y 692.

Sub-base granular.

Para la sub-base recomendamos usar material de clase II, formada por agregados gruesos, obtenidos mediante trituración o cribado de gravas o yacimientos cuyas partículas estén fragmentadas naturalmente, mezclados con arena natural o material finamente triturado para alcanzar la granulometría especificada en la tabla 403-1.1 del Anexo D-VI

Además el material deberá cumplir con el apéndice 816-2 de las Especificaciones del MOP, que indican que el material grueso no tendrá un porcentaje mayor a 50, su LL < 25 y un valor de IP < 6 según la AASHTO T-89 y T-90.

Material para Doble Tratamiento Superficial Bituminoso.

Los agregados que se utilizan para formar una capa de rodadura compuesta de dos capas de agregado embebidos de material bituminoso, deberán ser de piedra triturada, grava triturada o piedra natural, se compondrá de fragmentos angulosos y ásperos. Estarán libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas, no tendrán un desgaste mayor de 35 % y el material que pase el tamiz N° 40 deberá tener un IP < 4. Los agregados serán de características tales que más de un 95% de este material bituminoso permanezca impregnando las partículas. Los agregados para tratamiento superficial bituminoso deberán tener la granulometría que se establece en la tabla 405-3.1 del Anexo D-VI

CAPÍTULO V ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE

5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El objetivo principal consiste en adoptar un esquema racional de captación, conducción y evacuación de la escorrentía superficial generada por la lluvia, en los límites de la calzada, así como también el paso de las corrientes naturales de agua existentes a lo largo del proyecto, a fin de preservar la obra básica de la vía.

5.2 ESTACIONES DE OBSERVACIONES HIDROMÉTRICAS

No existen estaciones de observación hidrométrica debido a que los afluentes existentes no son de gran caudal y el río Pita que es el río de importancia más cercano no influye directamente en nuestro proyecto.

5.3 ESTACIONES DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

Dentro de la zona misma de la vía en estudio existe una estación agrometeorológica perteneciente al IASA pero los datos de esta no han sido utilizados debido a que no tiene un historial adecuado, además que no son enviados y procesados al INHAMI. Anexo E-I

Para el estudio necesario nos basamos en los datos proporcionados por el INAMHI en la estación de La Tola tomando en consideración su cercanía al sitio del proyecto, su similitud en altitud y su historial de datos.

La estación La Tola esta ubicada en las coordenadas $00^{\circ}13'46''S$ en latitud y $78^{\circ}22'00''W$ en longitud con una altitud de 2480 msnm.

5.4 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

Intensidades de lluvia máximas

La intensidad de lluvia que genera crecidas máximas se obtiene por fórmulas desarrolladas por el INAMHI mediante la determinación de las curvas IDF

(Intensidad-Duración-Frecuencia) que introduce la lluvia máxima en 24 horas en mm./h. como parámetro con un período de retorno definido. El Estudio de lluvias intensas del INAMHI de Mayo de 1999 ha zonificado al país en 32 zonas, cada una con dos fórmulas en las que la duración de la lluvia es variable entre 5 y 1440 minutos. Para efecto de nuestro diseño y en base a la información proporcionada por el Ing. Marcelo Arce Carriel Director de la Estación Agrometeorológica del IASA, el tiempo de duración de las precipitaciones esta entre 5 min < 36 min.

El área de influencia de la vía en estudio se ubica en la Zona 13 de la Zonificación de intensidades de lluvia propuesta por el INAMHI y que son una actualización de normas de diseño de obras de drenaje del MOP.

De acuerdo a la zonificación mencionada y del mapa de isolíneas del INAMHI utilizamos la siguiente ecuación de intensidad:

$$I = 76.96 * Id_{TR} * t^{-0.2953}$$

La obtención de la velocidad permisible la realizamos de acuerdo a la tabla del Anexo E-II, siendo la velocidad permisible de 0.75 m/s debido a que el tipo de suelo corresponde a arena fina no coloidal.

El valor del I_{dtr} máximo es de 3,00 para la estación de la Tola y la obtenemos del análisis del período de diseño de las obras de drenaje, establecidas de acuerdo a la importancia de la vía. Anexo E-III.

Con el fin de disponer de un valor de duración de intensidad de lluvia que permita calcular el caudal máximo, se adoptó un valor igual al tiempo de concentración.

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

5.5 DETERMINACION DE CAUDALES MÁXIMOS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE MENOR

De acuerdo con las propuestas presentadas en los diferentes tratados de hidrología y con las recomendaciones dadas por las Normas de Diseño de Obras de Drenaje, para el presente estudio y en razón de tener áreas de aporte catalogadas como "pequeñas" se utilizó el método racional para el cálculo del caudal máximo de diseño. El método se basa en las siguientes consideraciones: si una lluvia de intensidad uniforme (I) precipita sobre la totalidad de una cuenca y dura el tiempo necesario para que todas sus partes contribuyan al derrame en el punto de descarga, el caudal resultante será directamente proporcional a la intensidad de precipitación menos las pérdidas por infiltración y evaporación estimadas a través del coeficiente de escurrimiento (C).

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

- Q - caudal calculado en m³/s
- C - coeficiente de escorrentía
- I - intensidad de precipitación en mm./h
- A - área de la cuenca en Km.²

Determinación del coeficiente de escorrentía c.

Para el cálculo del Coeficiente de Escorrentía C , se acudió a los criterios emitidos por el manual de riego y drenaje del Ing. Milton Silva, estableciéndose un valor de $C = 0,35$ para una pendiente suave 5 % para todos los casos en base a la tabla del Anexo E-IV.

Parámetros físicos.

El área de aporte para las diferentes alcantarillas fue delimitada en las cartas topográficas del IGM a escala 1:25.000 cuando se dispuso de ellas, caso contrario se utilizaron las

cartas a escala 1:50.000. La misma información cartográfica se utilizó para la determinación de la longitud y pendiente de los cauces principales.

5.6 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DRENAJE PROPUESTO.

Luego de la evaluación correspondiente a cada una de las estructuras de drenaje existentes y de los análisis hidrológicos de la zona de influencia procedemos a la determinación y definición del nuevo sistema definitivo que se adoptará al proyecto vial, considerando todos los parámetros establecidos en las NORMAS DE DRENAJE DEL MOP.

Debido a la adopción de la nueva sección típica transversal de la calzada y nuevo diseño geométrico, las longitudes de las alcantarillas existentes serán modificadas, prolongando tanto a la entrada como a la salida de las mismas según sea el caso, por el mismo motivo, la mayor parte de las alcantarillas existentes quedarán inutilizadas ya que estarán fuera del diseño nuevo de la vía.

La siguiente tabla muestra la ubicación de las alcantarillas y por ende los diferentes tramos de cunetas laterales a lo largo del proyecto.

Tabla 5.1 : Ubicación de las alcantarillas por tramo.

TRAMO	ABSCISA	
	INICIAL	FINAL
I	0+000	0+209.305
II	0+209.305	0+521.414
III	0+521.414	0+831.478
IV	0+831.478	1+281.926
V	1+281.926	1+464.249
VI	1+464.249	1+673.180
VII	1+673.180	2+130.440
VIII	2+130.440	2+354.311
IX	2+354.311	2+598.139
X	2+598.139	2+853.118
XI	2+853.118	3+099.879
XII	3+099.879	3+345.975
XIII	3+345.975	3+594.83
XIV	3+594.83	3+708.541

XV	3+708.541	3+830.204
XVI	3+830.204	4+060.87
XVII	4+060.87	4+222.342
XVIII	4+222.342	4+445.675
XIX	4+445.675	4+643.53

FUENTE: GRUPO DE TESIS.

Adicionalmente, en algunos casos donde la pendiente del cauce natural en las salidas de las alcantarillas sean demasiado fuertes, recomendamos la construcción de rápidas en cuyas soleras se colocarán dientes con el fin de modificar la rugosidad del fondo del canal, conseguir que la velocidad del flujo de agua disminuya y así evitar socavamientos y desmoronamientos de las estructuras de salida de las alcantarillas.

5.7 ALCANTARILLAS

5.7.1 Sección y tipo de alcantarillas.

En base a la importancia del proyecto realizamos un estudio de dos alternativas de alcantarillas de diferente sección y material:

- Alcantarillas Rectangulares de Hormigón – Alternativa I.
- Alcantarillas Circulares de metal corrugado – Alternativa II.

El estudio de cada una de las alternativas nos permite seleccionar la más conveniente en base a un análisis de ventajas y desventajas que poseen cada una de ellas.

5.7.2 Carga permisible a la entrada (HEP).

La carga de agua a la entrada de la alcantarilla (HE) consideraremos como la profundidad de agua medida hasta la rasante de la alcantarilla. Tomando el menor valor de los siguientes criterios definiremos nuestra carga permisible (HEP):

- Un borde libre mínimo de 0.40 m hasta el nivel de la subrasante.
- Evitar en lo posible inundaciones aguas arriba de las alcantarillas.
- La carga en la entrada no debe ser mayor de 1.2 veces la altura de la sección.

5.7.3 Velocidades permisibles a la salida de las alcantarillas para evitar la erosión del terreno.

Al depender de la constitución del terreno la velocidad permisible se a tomado de acuerdo al Anexo E-II, cuyo valor es de 0.75 por tratarse de un tipo de arena fina. Se recomienda el control de la velocidad del agua mediante obras diseñadas para el efecto en los sitios aquellos en los cuales la alcantarilla esta fuera del cause natural y además la pendiente del terreno favorece a dicho incremento de velocidad.

5.7.4 Velocidades máximas y mínimas.

Velocidad máxima.

Para la alternativa I que es de hormigón se tomara un valor de velocidad máxima de 7 m/s, debido a que asumimos que la corriente no arrastra materiales abrasivos como arenas gruesas, grava, piedra. En el caso de la alternativa II que se trata de alcantarillas metálicas se tomara un valor de 6 m/s de velocidad máxima, asumiendo igual consideración que no existe arrastre de material.

Velocidad mínima.

Debemos evitar la deposición de los acarreo dentro de las alcantarillas, es así que la velocidad mínima será de 1 m/s, se deberá evitar también la reducción de la velocidad natural del cauce al entrar a la alcantarilla.

5.7.5 Hidráulica de las alcantarillas.

Para efectos del diseño se considera que la alcantarilla trabaja como un canal abierto por que el desfogue no será a flujo lleno y la presión es nula. En el caso de las alcantarillas circulares consideramos que el flujo será de régimen supercrítico, en donde el número de Froude es mayor que la unidad.

5.7.6. Diseño de alcantarillas rectangulares.

En el diseño de las alcantarillas rectangulares se requiere de datos como:

El caudal de aportación que se requiere es el de descarga de las cunetas laterales, cunetas de coronación, sub-drenes y el caudal de descarga de quebradas, no en todos los casos existe la aportación de todos estos caudales, lo que servirá para indicar que la alcantarilla tipo será la que tenga el mayor caudal de aportación.

Para el cálculo se utilizara fórmulas como:

$$dc = \left(0,468 * \sqrt[3]{\left(\frac{Q^2}{B^2}\right)} \right)$$

$$Jc = \left(\frac{(9,8 * n^2 * (b + 2 * dc)^{1,33})}{(2 * (b * dc)^{0,33})} \right)$$

$$A = b * dc$$

$$P = (b + 2 * dc)$$

$$he = \left(CE * \left(\frac{V^2}{2 * g} \right) \right)$$

$$hv = \left(\frac{V^2}{2 * g} \right)$$

$$HE = (he + hv + dc)$$

Los resultados del diseño de las alcantarillas rectangulares se encuentran en el Anexo E-V.

5.7.7. Diseño de alcantarillas circulares.

En el diseño de las alcantarillas circulares utilizamos de igual forma que en el anterior análisis los caudales de aportación que será (Q') o caudal de diseño. Este valor servirá para relacionarlo con el valor de (Q_{lleno}), que lo calculamos con la ecuación de continuidad $Q = A \cdot V$, en donde el área es producto de un diámetro impuesto y la velocidad se calcula con la fórmula:

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

La relación de Q'/Q_{lleno} sirve para ingresar en la tabla de Thormann-Franke que relaciona los caudales, velocidades y alturas de llenado a secciones llena y parcial. En esta relación encontramos los valores de la relación d/D , siendo (d) el calado con el que circulara el flujo de agua en el interior de la alcantarilla y (D) el diámetro impuesto. Existe en la misma tabla otra relación V'/V , siendo (V') la velocidad en la que va a funcionar la alcantarilla y (V) la velocidad a flujo lleno. Los resultados de los cálculos de diseño se encuentran en el Anexo E-VI.

5.7.8. Análisis de alternativas.

Tabla 5.2 : Ventajas y desventajas de las alcantarillas analizadas.

Alcantarillas rectangulares	Alcantarillas circulares.
<ul style="list-style-type: none"> • Se necesita de un mayor tiempo de construcción. • Costo de materiales elevado. • Requiere de un mayor número de trabajadores. • Volumen de materiales alto. • Cercanía de material pétreo en las minas de Pintag. • Requiere de concreteras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo tiempo de construcción. • Menor costo de material. • Bajo número de personal calificado. • Bajo volumen de materiales (alcantarillas prefabricadas). • Mayor costo de traslado y colocación. • Requiere de equipo básico.

FUENTE: GRUPO DE TESIS.

Utilizaremos alcantarillas circulares metálicas, cuyo diámetro mínimo y comercial es de 1.50 metros, las cualidades de este tipo de alcantarillas es el de presentar características

óptimas de construcción, operabilidad y mantenimiento, además son económicas lo cual conviene en gran medida a nuestro proyecto.

5.8 CUNETAS LATERALES.

La carretera dispondrá de cunetas longitudinales tanto de corte en los taludes como de relleno en los terraplenes, cuyas dimensiones serán propias para cada una. Estas cunetas serán revestidas de hormigón simple, las mismas que servirán para captar los flujos de agua generados de las precipitaciones de lluvia que se escurren a través de los taludes de corte y de la media calzada, conducir y evacuar en los puntos de descarga ubicados en las entradas y salidas de las alcantarillas mas cercanas.

Para el cálculo de las cunetas laterales asumimos que el calado y la velocidad del flujo se mantienen uniformes a lo largo de las cunetas, es decir nos basamos en el principio con flujo uniforme.

Para el cálculo de la velocidad utilizamos la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

donde:

V = velocidad en m/s

J = pendiente de la cuneta en porcentaje

R = radio hidráulico en metros

n = Coeficiente de Manning

Para la obtención del valor del radio hidráulico utilizamos la ecuación $R = \frac{A}{P}$ donde A es la sección mojada de la cuneta en metros cuadrados y P corresponde al perímetro mojado y viene dado en metros.

Seguidamente, mediante la fórmula de continuidad y con el uso de los valores obtenidos para la sección A encontramos el caudal:

$$Q = V \times A$$

La pendiente de la cuneta la hemos tomado igual a la pendiente del camino ya que esta va de manera paralela a la calzada.

En la aplicación de estas ecuaciones hemos encontrado varios resultados en cuanto a las secciones de cunetas laterales se refiere los cuales encontramos en el Anexo E-VII. Para el diseño definitivo tomaremos las secciones de la cuneta cuyo caudal de diseño sea mayor y la convertiremos en una cuneta tipo para todo el proyecto, esto, en razón de facilitar el aspecto constructivo.

5.9. CUNETAS DE CORONACIÓN.

Son estructuras de drenaje que sirven para captar los escurrimientos de agua provenientes de las altas cumbres y evitar que éstas atraviesen los taludes de corte con la consiguiente socavación agrietamientos y futuros derrumbes que afectan a la calzada.

Cabe señalar que en los sitios críticos donde se producen deslizamientos de masas de suelo saturado será necesario la colocación de éstos elementos y recomendamos acompañarlos con la construcción de muros de hormigón ciclópeo ubicados en los pies de los taludes de corte, como sostenimiento del empuje del mismo.

El diseño hidráulico de las cunetas de coronación se muestra en el Anexo E-VIII.

5.10. SUBDRENES.

Descripción.

Los sub-drenes son mecanismos que se utilizan cuando existe agua sub- superficial a niveles que puedan afectar la estabilidad del camino y pongan en riesgo la obra básica vial.

El sub-dren tiene tres componentes:

- Zanja
- Filtro
- Colector

Zanja:

Posee una profundidad variable de acuerdo a la presencia del nivel freático existente, determinado en los resultados de los estudios de suelos. De tal forma que en nuestro diseño tendrá una profundidad de 1,60 m, cumpliendo con lo recomendable en las normas del MOP que la profundidad mínima deba ser de 1 m. El ancho será de 0,70 m siendo el mínimo de 0,60 m y su pendiente longitudinal será del 15%.

Filtro:

Esta constituido dentro del dren por material granular filtrante, colocado por de bajo, alrededor y sobre los tubos de drenaje, este material deberá ser roca o piedra triturada y arena dura, limpia y durable, libre de materias orgánicas, terrones de arcilla u otras sustancias inconvenientes. El material que constituirá el filtro será de clase II y deberá tener un equivalente de arena no mayor de 75 de acuerdo a la norma AASHTO T- 147 del MOP- 001- F-2002, para la clase de vía de nuestro proyecto.

Tabla 5.3: Porcentaje de material que pasa para la clase II.

Tamiz	Dimensión	% Material
1"	25,4 mm	100
3/4"	19,0 mm	90-100
3/8"	9,5 mm	40-100

No. 4	4,75 mm	25-40
No. 8	2,36 mm	18-33
No. 30	0,60 mm	5~15
No. 50	0,30 mm	0-7
No. 200	0,075 mm	0-3

FUENTE: MOP- 001-F-2002; tabla 822.4.2.

Colector:

Es un tubo de cemento que tiene un diámetro de 20 cm, y se encuentra perforado a 30° con la horizontal, cumple la función de recoger el agua del filtro y la saca hacia fuera, se lo proyecta hidráulicamente a gravedad y se descarga antes del ingreso de la alcantarilla. Como el suelo no es impermeable se recomienda que el tubo se asiente sobre una capa de hormigón pobre de 1 plg de espesor.

Tabla 5.4: Resistencia del colector a carga.

Diámetro de tubo (cm)	Carga de rotura (kgf/m)
< 35	1,000
35 a 70	1,400
> 70	2,000

FUENTE: MOP- 001-F-2002; tabla 822.3.1.

NOTA: En la sección tipo del MOP la ubicación del sub-dren se encuentra bajo la cuneta lateral, ver diseño Anexo E-IX

5.11. CANTIDADES DE OBRA.

Para el cálculo de cantidades de obra se ha considerado los siguientes aspectos:

La vía estará provista de cunetas laterales revestidas de hormigón $e = 0,05$ m, según el diseño que se indica en la sección típica adoptada, de igual manera las cunetas de coronación serán revestidas $e = 0,05$ m y el volumen total de hormigón para cunetas es $V_{total} = 527,75$ m³.

Las alcantarillas serán de metal corrugado de 1,50 m de diámetro, con ensamblaje mediante pernos tipo MP-100; $e = 3,5$ mm, siendo la longitud total de alcantarillas $L = 380$ m, la mayor parte de las alcantarillas existentes en la

actual vía quedarán en desuso debido a que están fuera de la alineación del diseño geométrico mejorado.

Para subdrenes se recomienda tubería de hormigón de $D = 20$ cm y $L = 1$ m, siendo necesario $L = 2131$ m.

El volumen de excavación tanto de cunetas de coronación, como de subdrenes será

$V = 3103,29$ m³. El volumen de excavación para alcantarillas será $V = 1566,36$ m³.

En el capítulo correspondiente a presupuesto podemos encontrar de manera más detallada las cantidades de obra y sus respectivos costos de construcción.

CAPÍTULO VI ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

6.1. SEGURIDAD VIAL

6.1.1. Importancia.

Uno de los objetivos principales de la construcción de carreteras es el de permitir al usuario una circulación segura, confortable y libre de accidentes, de allí la importancia de establecer los medios adecuados para definir las causas de éstos y determinar sus soluciones.

6.1.2. Accidentes.

Según encuestas realizadas a estudiantes del IASA se a podido conocer que son frecuentes los accidentes de tránsito que se producen en la vía en estudio, en especial en el tramo entre la ganadería y la plaza de toros, es decir aproximadamente entre el abscisado 0+360 y el 1+100 donde la vía presenta una recta en la cual los vehículos imprimen grandes velocidades. De igual manera se ha manifestado que en curvas cerradas y de difícil visibilidad

también se ha producido accidentes pero principalmente por impericia de los conductores. Los accidentes de tránsito se deben generalmente a tres factores: humano, del vehículo e influencia de las carreteras, los cuales deben tener una coordinación entre sí a fin de tener una conducción segura.

6.1.3. Factor Humano.

De acuerdo a lo manifestado en entrevistas a usuarios de la vía se puede concluir que los accidentes por efecto del alcohol son mínimos debido a los acertados controles de las autoridades militares y al respeto de los reglamentos de los estudiantes y usuarios en general.

6.1.4. Influencia del Vehículo.

Los accidentes causados por influencia de los vehículos se producen generalmente por la falta de mantenimiento de los mismos. Estas averías pueden ser por pinchazos, reventones, frenos deficientes, rotura de direcciones, neumáticos en mal estado, etc. Los aspectos que se recomienda deberán tomarse en cuenta entre la interrelación conductor - vehículo será: visibilidad desde el puesto del conductor (especialmente hacia atrás), el alumbrado de cruce, el sistema de frenado en grandes camiones, etc., pero lo que se prestará mayor atención será la "seguridad pasiva", que significa que, si se presenta un accidente por falla humana, los ocupantes del vehículo reciban los menores daños posibles.

6.1.5. Influencia de las carreteras.

Las condiciones que tienen las carreteras son los factores fundamentales para la disminución de los accidentes, por lo que tomamos en cuenta los siguientes elementos en el diseño de la vía:

6.1.5.1. Control de accesos, intersecciones y enlaces.

Las vías que tienen una buena señalización en sus accesos a otras vías, tienen menor índice de accidentes, en nuestro caso es muy escasa la existencia de intersecciones pero se deberá tomar muy en cuenta la señalización en puntos de importancia como lo son la salida y entrada de vehículos, al igual en sectores donde se produce el tránsito de animales y sectores donde circula la población estudiantil y administrativa del IASA.

6.1.5.2. Intensidad de tránsito.

Cuando estas intensidades en las vías se acercan a la capacidad de las mismas, aumentan los accidentes, por lo que se debe aumentar las medidas de seguridad especialmente en días de mayor afluencia de vehículos como son los días de salida de productos, matriculas e inscripciones de estudiantes, días festivos de la institución, etc.

6.1.5.3. Velocidad.

Se debe distinguir dos aspectos en la influencia de la velocidad del tránsito sobre la seguridad: por una parte la velocidad media de circulación y por otra la diferencia de velocidades entre los distintos vehículos. Al aumentar la velocidad media de circulación aumenta la gravedad de los accidentes, pero en cambio no varía la frecuencia de los mismos.

6.1.5.4. Sección Transversal.

En las carreteras de un solo carril (menor de 3 m) los accidentes son más frecuentes, mientras en anchos mayores no influyen mucho sobre éstos, como es el caso de nuestro proyecto.

6.1.5.5. Trazado horizontal y vertical.

Cuando se ubican en el trazado curvas horizontales y verticales que bordean los límites de las normas, se tiene más posibilidad de que se produzcan accidentes, por lo que en el diseño se ha procurado la comodidad necesaria para la obtención de una vía segura.

6.1.5.6. Estado del pavimento.

El mal estado del pavimento puede dar lugar a accidentes, a dificultar la conducción, llegando incluso a causar averías en los vehículos, sin embargo en los tramos en mal estado, los conductores suelen reducir la velocidad prestando mayor atención, siendo positivo desde el punto de vista de la seguridad más no del tiempo de viaje. Se deberá tener en cuenta el diseño de pavimento propuesto y el respectivo mantenimiento que se le dará a la vía por parte de las autoridades del IASA.

6.2 MEDIDAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD.

Las medidas para mejorar la seguridad en las carreteras pueden agruparse según el factor influyente en el accidente sobre el que inciden. De esta manera se tendrán medidas respecto al hombre, vehículo y carretera.

6.2.1. Respecto al Hombre

Este debe ser educado, mentalizado para evitar accidentes y que reaccione adecuadamente ante ellos. En este sentido la educación vial deberá buscar un perfeccionamiento en la técnica de conducción, un mejor conocimiento de las limitaciones del vehículo, en cada circunstancia, un mayor conocimiento de las propias limitaciones humanas, una mejor enseñanza de las leyes que rigen la circulación de aspectos específicos (prudencia, respeto, etc.) y será necesario crear una mayor preocupación por la seguridad vial mediante campañas que pueden ser dirigidas por el IASA que es el responsable y dueño de la vía.

6.2.2. Respecto al vehículo

Se deben exigir unas características mínimas de seguridad en su fabricación y unas condiciones mínimas en su estado de conservación. En general, las actuaciones se concretan en mejoras de la seguridad pasiva de los vehículos (cabina reforzada y con zona de deformación progresiva, cinturones de seguridad acolchamiento interno, supresión de bordes cortantes, cristales segurizados, etc.) y en el desarrollo de campañas de revisión vehicular fomentando una mayor atención al mantenimiento y conservación del mismo. Recomendamos el control en el ingreso vehicular de este tipo de seguridades por parte de personal del IASA una vez este en operación la vía

6.2.3. Respecto a la carretera.

Los estudios de accidentes deben ser la base para deducir los puntos en que actuar. En este sentido hay que tener en cuenta que los tramos que a los conductores les parecen peligrosos pueden no ser los que más accidentes registren ya que precisamente por ellos adoptan más precauciones. El estudio de los accidentes en un tramo debe ayudar a determinar si la frecuencia de ellos es mayor de lo normal y si éstos pueden corregirse mediante actuaciones en la carretera. Estas actuaciones o medidas de seguridad referentes a la carretera pueden agruparse en:

6.2.3.1. Medidas Preventivas.

Intentan disminuir la probabilidad de que se produzca un accidente. Estas pueden ser: adopción de normas de proyecto y ordenación del territorio que disminuyan los puntos potenciales de conflicto; actuaciones sobre el trazado, buscando la coherencia entre los elementos que lo integran; actuaciones sobre el pavimento, construyendo capas antideslizantes y seguras; actuaciones sobre la señalización y balizamiento, iluminación restricciones a la circulación etc.

6.2.3.2. Medidas Paliativas, que intentan reducir la gravedad del accidente una vez producido.

Conviene indicar los siguientes: eliminación de obstáculos laterales evitables y proyecto adecuado de los inevitables, utilización de barreras de seguridad; zonas laterales de contención de vehículos que salgan fuera de la calzada evitando colisiones o vuelcos, auxilio rápido y eficaz al accidentado, como puestos de socorro, auxilio en la carretera, etc.

Estas medidas deberán ser tomadas en cuenta por parte de las autoridades del IASA e implementar aquellas que sean necesarias para la seguridad en el funcionamiento de la vía.

6.3. SEÑALIZACIÓN VIAL

En la presente tesis detallamos los diseños ejecutados de señalización horizontal y vertical; las recomendaciones de su ubicación, tamaño y forma como se indica en los planos adjuntados.

6.3.1. Señalización Vertical

Está constituida por todas aquellas señales en placas, postes, pórticos o estructuras usadas para este fin. Esta se divide en tres grupos:

6.3.1.1 Señales Preventivas

Las señales de prevención o preventivas tienen por objeto advertir al usuario de la carretera la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta. Deberán ser con la forma de un rombo cuadrado con esquinas redondeadas de 71 x 71 cm de lado. Tendrán un fondo amarillo, figuras y bordes negros. Los postes serán pintados con color gris mate.

6.3.1.2 Señales Restrictivas

Tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía, las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso. Estas serán de forma cuadrada con las esquinas redondeadas, con fondo blanco, figuras negras y orla con borde rojo, con excepción de la señal "PARE" que es octogonal con fondo rojo con letras y orla blancas y la de "CEDA EL PASO" que será triangular, fondo blanco, de borde rojo y letras negras. Los postes serán pintados de color rojo gris mate. Las dimensiones de los tableros será de 71 x 71 cm, las dimensiones del tablero para la señal de Pare será de 25 cm por lado, mientras que para de ceda el paso será un triángulo equilátero de 85 cm por lado. Estas señales serán colocadas en el punto mismo donde existe la restricción.

6.3.1.3 Señales Informativas

Las señales de información o informativas tienen por objeto guiar al usuario de la vía, dándole la información necesaria, en lo que se refiere a la identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés especial, intersecciones y cruzamientos, distancias recorridas o por recorrer, prestación de servicios personales o automotores, etc.

En nuestro proyecto incluiremos señales de información general, indicaremos la localización de sitios que se encuentran a lo largo de la ruta al igual que las direcciones a tomar como se puede observar en la figura No 6.1.

En los planos de señalización se indican las señales utilizadas.

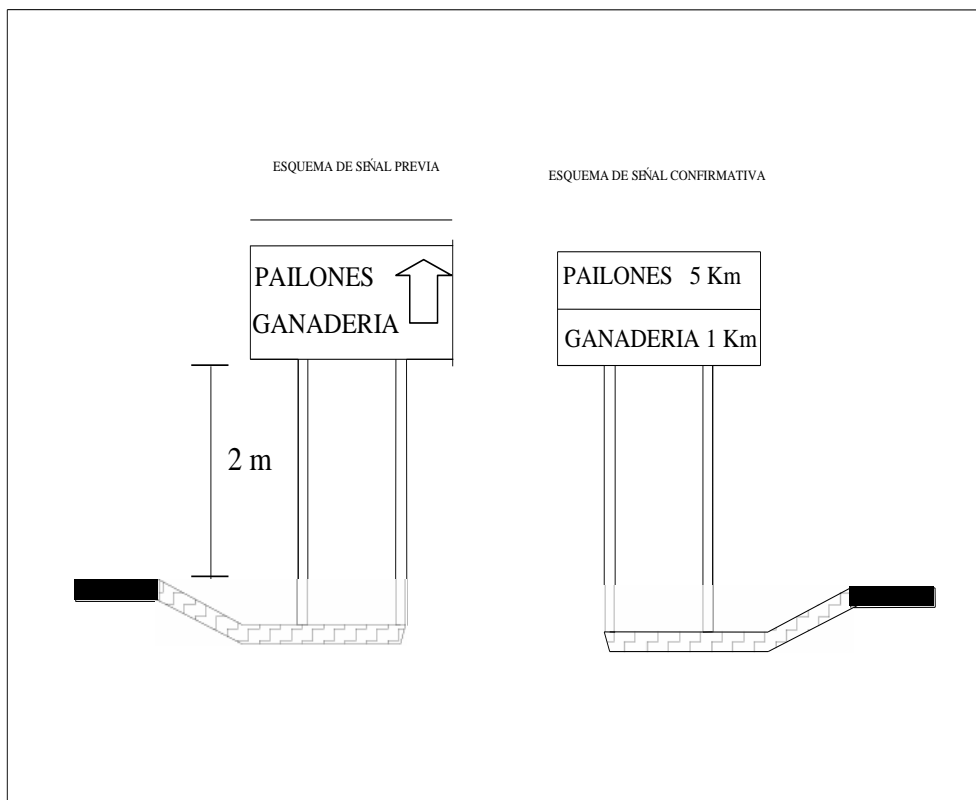


Figura No 6.1. Señales de información

6.3.1.4. Ubicación de señales verticales

Todas las señales se colocarán al lado derecho de la vía, considerando el sentido de circulación del tránsito, en forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo de 90° para que su visibilidad sea óptima al usuario.

6.3.1.5. Ubicación local de las señales:

Las señales se colocarán lateralmente.

En nuestro proyecto que es considerado de carácter rural la altura de la señal medida desde su extremo inferior, hasta la cota del borde del pavimento, no será menor de 1.50 m. La distancia de la señal medida desde su extremo interior, hasta el borde del pavimento, estará comprendida entre 1.80 m y 3.60 m.

6.3.1.6 Ubicación de las señales a lo largo de la vía

Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que traten de prevenir según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla No 6.1. Ubicación de las señales preventivas a lo largo de la vía.

Velocidad de Diseño	Distancia
De 40 a 60 KPH	50- 90 m
De 60 a 80 KPH	90- 120 m
De 80 a 100 KPH	120 -150 m
Más de 100 KPH	No menos de 200 m

FUENTE: APUNTES EN CLASE

En nuestro proyecto donde tenemos una velocidad de diseño de 40 y 50 KPH la distancia será de 50 a 90 m antes del riesgo que traten de prevenir.

Las señales reglamentarias se colocarán en el sitio mismo donde se presente el riesgo, o se deban cumplir con la reglamentación estipulada en la señal teniendo buen cuidado de

estudiar bien su ubicación con el propósito de que el conductor pueda entender claramente el significado y reaccionar favorablemente al mandato.

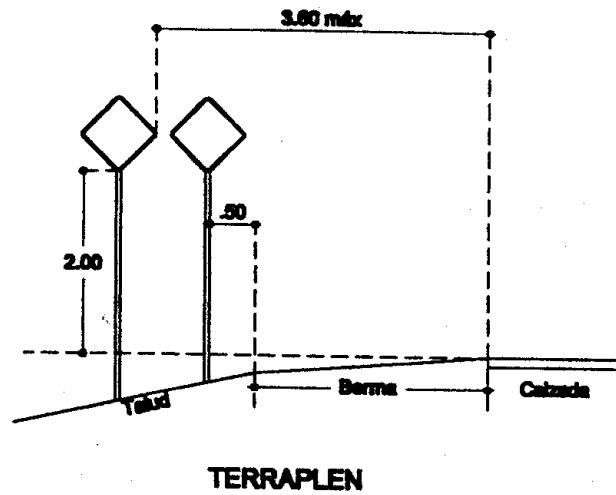


Figura No 6.2. Ubicación de las señales verticales (terraplen)

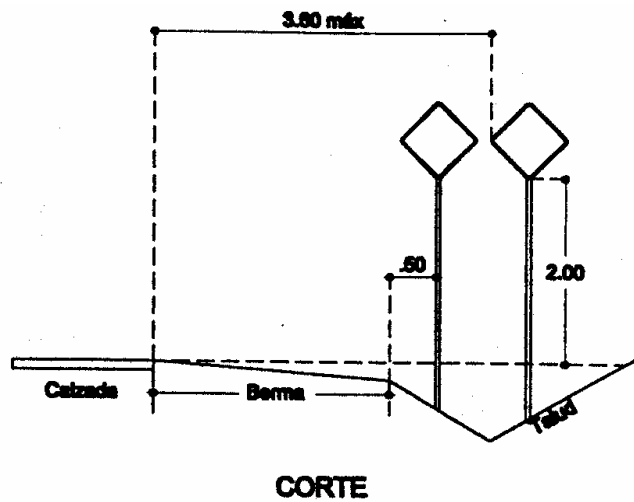


Figura No 6.2. Ubicación de las señales verticales (corte)

6.3.2. Señalización Horizontal

La señalización horizontal está constituida por marcas viales y delineadoras que tienen como función complementar las reglamentaciones o informaciones de otros dispositivos de tránsito, o transmitir mensajes sin distraer la atención del conductor.

Las marcas viales deben hacerse mediante el uso de pinturas, sin embargo puede ser utilizado otro tipo de material, siempre que cumpla con las especificaciones de color y visibilidad en todo tiempo.

Pueden utilizarse unidades individuales que sobresalgan menos de 2.5 cm de la superficie del pavimento. Las marcas deben ser blancas o amarillas.

6.3.2.1. Marcas longitudinales centrales

Utilizamos una marca segmentada para la línea central de color amarillo de 0.12 m de ancho. Se pintará segmento de 2.50 m con espacios de 4.50 m sin pintar.

Las líneas blancas sólidas se usarán en zonas donde el conductor tenga prohibición de rebasar (tangentes cortas y en curvas).

6.3.2.2 Marcas longitudinales de espaldón

Se pintará una línea continua de color blanco de 0.10 m de espesor en el sitio de separación de la calzada y el espaldón, en el fin de restringir el uso del espaldón solo a vehículos que se estacionen en caso de emergencia.

6.3.3 Señales en etapa de construcción

La función de la señalización en esta etapa es la de guiar al tránsito a través de la carretera en construcción, donde se va a interrumpir el flujo continuo, el cual debe ser orientado para la prevención de riesgos, tanto de los usuarios como del personal que trabaja en la vía. Estas señales son temporales y su instalación se realizará previamente al inicio de la construcción, permanecerá el tiempo que duren los trabajos y serán quitados cuando la vía esté completamente habilitada al tránsito. Las señales deben ser reflectivas o estar convenientemente iluminadas para garantizar su visibilidad en las horas de oscuridad. Estas señales son parte del estudio de impacto ambiental y serán:

Preventivas

Reglamentarias

Informativas

Varias

6.3.3.1 Señales preventivas

Se pueden utilizar las señales indicadas inicialmente de un tamaño mayor (0.90 m por lado), pero el fondo será de color anaranjado. Las principales señales serán: VIA EN CONSTRUCCIÓN y VIA CERRADA

6.3.3.2 Señales Reglamentarias

Se pueden utilizar las señales preventivas convencionales, pero con un aumento de su tamaño (0.90 m de diámetro) y se colocarán en el mismo sitio donde deba cumplirse la orden respectiva. Las señales reglamentarias especiales serán: VIA CERRADA, DESVIO

6.3.3.3 Señales informativas

Se utilizarán las mismas señales convencionales pero con el fondo de color anaranjado.

CAPITULO VII ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

7.1. INTRODUCCION

El Estudio de Impacto Ambiental tiene como objetivo caracterizar el escenario actual de los recursos físico, biótico, socioeconómico y culturales del área de influencia directa e indirecta de la vía del IASA I, tramo sector Administrativo – Pailones, además también de proponer medidas de mitigación de impactos que generen los efectos negativos de la construcción futura del proyecto tanto en operación como en mantenimiento.

Dado que es una vía en uso identificamos, caracterizamos y evaluamos la presencia de pasivos ambientales a lo largo del eje vial, los mismo que constituyen impactos

bidireccionales, es decir de la operación y mantenimiento de la carretera sobre terceros y de terceros sobre la vía.

Incluimos además la evaluación de los impactos ambientales directos e indirectos que potencialmente se puedan presentar por las actividades de construcción del pavimento y por las acciones de operación y mantenimiento; y la definición del Plan de Manejo Ambiental, el mismo que diseña las acciones necesarias para prevenir, controlar, mitigar o rehabilitar los impactos identificados; cuya instrumentación permita mantener el equilibrio ambiental, dentro del marco y regulación de las normas ambientales del Ecuador.

A continuación esquematizamos las normas, leyes y reglamentos vigentes en el país, tanto en el ámbito vial como ambiental, que obliga a las personas naturales, jurídicas, de derecho público y privado, a proteger el medio ambiente en la ejecución de obras en el sector vial.

Tabla No 7.1. Normas viales - ambientales a cumplir

AMBITO	CUERPO LEGAL	DESCRIPCION/OBJETIVO
SECTOR VIAL	Ley de Caminos L1351. RO 285: 7 julio de 1964	Asigna el control del MOP, sobre todas las obras y proyectos viales en el país
	Ley de Tránsito y Transporte Terrestre LS/N RO 1002: 2 agosto de 1996	Norma la organización, planificación, reglamentación y el control de tránsito y el transporte terrestre
SECTOR AMBIENTAL	Constitución Política de la República del Ecuador R.O.1:11 agosto 98	Señala la obligatoriedad del Estado a proteger el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado

	<p>Ley de Gestión Ambiental RO No. 245: 30 de julio de 1999</p>	<p>Establece principios y directrices de política ambiental. Determina obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental</p>
	<p>Ley Forestal y de Conservación de Areas Naturales y Vida Silvestre RO No. 64: 24 de agosto de 1981, Reforma: RO No. 495:7 de agosto 1990. Reforma: Ley 91 RO No. 495: 7 agosto de 1990</p>	<p>Regula y arbitra las actividades forestales; y establece criterios en relación a las características ecológicas, su alta biodiversidad y su conservación y manejo.</p>
	<p>Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental RO No. 974: 31 de mayo de 1972. DS No. 374:21 de mayo de 1975</p>	<p>La ley consta de los reglamentos relativos a la contaminación de los recursos agua, aire y suelo</p>
	<p>Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Tomos 1 y 2 Decreto No. 3516 en el RO de 31 de marzo del 2003</p>	<p>Define las Políticas Básicas Ambientales en el Ecuador: autoridad ambiental, gestión ambiental, régimen forestal, biodiversidad, recursos costeros y la calidad ambiental Su objetivo es la prevención y control de la contaminación de las aguas (Art.7)</p>
		<p>Reglamento sobre Normas de la Calidad del Aire y sus Métodos de Medición RO No. 726: 17 de julio de 1991 Su objetivo es prevenir la contaminación de la atmósfera por fuentes fijas y móviles</p>

		<p>Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Ruidos RO No. 560: 12 de noviembre de 1990Su objetivo es prevenir y controlar los niveles de ruidos generados por diversas fuentes</p> <p>Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo RO No. 989: 30 de julio de 1992Determina las medidas de control sobre las actividades que constituyen fuente de deterioro y contaminación del suelo</p> <p>Reglamento sobre la Contaminación de Desechos Sólidos RO No. 991: 3 de agosto de 1992Norma la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos</p>
	<p>Reglamento de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre RO No. 118: 18 de enero de 1997</p> <p>Ley de Aguas (DS No. 369: 18 de marzo de 1972- RO No. 69:30 de mayo de 1972)</p> <p>Ley de Minería (RO No. 695: 31 de mayo de 1991</p>	<p>Incluye normas sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Control de la contaminación ambiental y ruido . Emisión de gases de combustión en vehículos. . Prevención y Control de ruido <p>Contiene normas específicas relativas a la contaminación y a la supervisión del recurso agua</p> <p>Establece normas en relación a la explotación de minas y canteras para obtener los materiales de construcción en obras públicas (Título X. Capítulo II. Arts. 147 y 148)</p>

<p>El Código de la Salud RO No. 158: 8 de febrero/1971. Decreto Supremo No. 188</p>	<p>Arts. 8, 9 y 12 hacen relación al saneamiento ambiental y las atribuciones del Ministerio de Salud</p>
<p>El Código de Trabajo RO No. 650: 16 de agosto de 1978</p>	<p>Contiene normas para la prevención de los riesgos, de las medidas de seguridad e higiene industrial y salud ocupacional</p>
<p>Reglamento de señales, luces y signos convencionales de tránsito (Ley de Tránsito y Transporte Terrestre) Acuerdo Ministerial 118 RO 362: 28 octubre de 1964</p>	<p>Guía, dirige, previene, regula y controla la circulación de vehículos, el uso de señales, luces y signos convencionales de tránsito, como mecanismos de seguridad vial</p>
<p>Ley de Conservación de Patrimonio Histórico y Cultural RO 865: 2 julio 1979</p>	<p>Regula la protección de sitios históricos, arqueológicos y culturales, a ser afectados por los proyectos viales</p>
<p>Ley de Régimen Provincial L 093. CL. RO. No. 112: 10 de febrero de 1969</p>	<p>Tendiente a atender y vigilar el estado sanitario de la provincia. Propender a su mejoramiento en acción conjunta con los organismos estatales, Concejos Municipales y Juntas Parroquiales</p>
<p>Ley de Régimen Municipal RO No. 331:15 de octubre de 1971.</p>	<p>Dicta regulaciones sobre: . Control y preservación del medio ambiente en el tema sanitario: higiene y asistencia social . Gestión y control de la contaminación, la conservación y preservación del medio ambiente en la jurisdicción cantonal</p>

	<p>Ley Orgánica de Juntas Parroquiales L.2000-29. RO No. 193: 27 de octubre del 2000</p>	<p>Sus objetivos contemplan:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Coordinar con los Consejos Provinciales, Concejos Municipales, entidades estatales y ONG's, todo lo relacionado con el medio ambiente, los recursos naturales, el desarrollo turístico y la cultura popular de la parroquia y los problemas sociales de sus habitantes . Evaluar la ejecución de los planes, proyectos y acciones que se emprendan en la circunscripción parroquial
--	---	---

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.2. AREAS DE INFLUENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO

El Área de Influencia Directa, toma en cuenta con mayor relevancia los factores del ambiente social que se encuentran a corta distancia del eje de la vía o directamente relacionados con ella; está definida por la franja de 400 m de ancho es decir 200 m a cada lado y a lo largo del eje vial.

El área de influencia indirecta considera factores de índole social, de aprovechamiento de los recursos naturales renovables, accesibilidad y uso del suelo, asentamientos humanos directamente relacionados con el eje vial, cuencas hidrográficas de segundo y tercer orden que se ubican en forma paralela o transversal a la vía.

7.3. LINEA BASE AMBIENTAL.

7.3.1. Aspectos físicos.

Meseta alta que desciende hacia ambos valles laterales con fuerte pendiente. En el límite oriental se encuentra el acueducto de Molinuco, hasta la margen izquierda del río Pita, son características sus varias pendientes escarpadas. Se presenta acuíferos colgados o con profundidad de 8 a 10 metros. Existen fuentes de abastecimiento de agua como el

de Santa Rosa y Empresa Eléctrica Quito, acequia de Monyenopombe y acueducto de Molinuco fuentes de abastecimiento de agua del I.A.S.A.

La Hacienda el Prado, lugar de funcionamiento del I.A.S.A., está ubicada al sur oeste de la hoya de Quito sobre una zona confinada entre los volcanes Pasochoa y Sincholagua; pertenece geopolíticamente a la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia de Sangolquí. Respecto a las coordenadas, está situada entre las latitudes 0°22'14" S y 0°26'18" S y entre las longitudes 78°25'02" O y 78°23'57" O. Piso altitudinal: Montano bajo, Región latitudinal: Templada, Zona de vida: Bosque húmedo, Provincia de humedad: Húmedo, Clasificación bioclimática: Húmedo temperado. En el año 2005 se tiene los siguientes registros: La temperatura más alta registrada es de 21.9° en el mes de agosto y la temperatura mínima registrada es en el mes de noviembre de 6.7°, la humedad relativa media es de 64.12 %, los valores de precipitación anual es de 1149.48 mm el valor de heliofanía anual es de 56.7 y evaporación anual de 25.78, a continuación se indica los valores obtenidos en las mediciones del año 2005 en la estación metereológica del I.A.S.A.

Tabla No 7.2. Registros de la estación metereológica del IASA

2005							
MES	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÍNIMA	TEMPERATURA PROMEDIA	% HUMEDAD RELATIVA	PRECIPITACIÓN mm	HELIOFANIA	EVAPORACIÓN
ENERO	21,3	8,1	14,7	66,4	109,1	5,7	1,7
FEBRERO	20,9	9,1	15	64,5	142,7	4,6	1,9
MARZO	19,2	9,3	14,3	67,2	114,6	3,1	1
ABRIL	19,9	9	14,4	68	140,5	4,1	0,18
MAYO	20,3	7,5	13,9	65,4	56,8	4	0,6
JUNIO	20,8	7,1	13,9	65,3	45,4	3,9	2,5
JULIO	21,6	7	14,3	56,7	30,5	5,8	4,2
AGOSTO	21,9	7,6	14,8	55,9	26,2	6,8	4,3
SEPTIEMBRE	21,3	7,2	14,3	60,3	41,28	6,9	6
OCTUBRE	21,2	6,9	13,6	67,9	83,3	3,5	1,7
NOVIEMBRE	20,5	6,7	13,6	66,4	112	4,2	1,5
DICIEMBRE	20,2	7	13,1	65,5	247,1	4,1	0,2
					TOTAL=1149,48		

FUENTE: ESTACIÓN METEREOLÓGICA IASA

La hacienda limita al norte con la localidad de San Fernando y con la planta eléctrica Santa Rosa, al Sur con el sector El Artezón, al este con el río Pita y poblados San Vicente, San Lorenzo y Loreto y al Oeste con la quebrada El Cabre que aproximadamente en la parte media de su extensión da inicio al curso del río Pinllacoto.

El área de la hacienda tiene un total de 544.88 hectáreas, las cuales han sido divididas en 81.38 ha en su parte baja y 463.5 ha en la parte alta. El área de estudio posee una altitud mínima de 2665 m.s.n.m; una altitud máxima de 3076 m.s.n.m. una altitud promedio de 2870.5 m.s.n.m.

La hacienda consta de una vía de acceso de tercer orden, e internamente posee dos caminos principales; el primero que se caracteriza por ser empedrado, el mismo que comunica norte a sur en el sector este de la hacienda al I.A.S.A. con Loreto y al lote San Roberto y el segundo que es lastrado comunicando de sur a norte en el sector oeste al lote San Roberto con el I.A.S.A. así como también caminos transitables en la época de verano que comunican a los demás lotes de la hacienda.

Los ríos más próximos a la vía que es objeto de estudio, es el río Pinllacoto el cual nace dentro de los terrenos del IASA en la quebrada del Cabre producto de la alimentación de varios flujos de agua pequeños, y el río Pita, más grande pero relativamente alejado de la zona de estudio y sin mayor influencia en esta.

Respecto a la calidad del agua de los recursos hídricos más importantes del área de estudio establecimos que los ríos antes mencionados, es decir el río Pita y el río Pinllocoto no presentan un alto grado de contaminación, no presentan trazas de grasas, aceites o materiales flotantes en la superficie, es así que las instalaciones del IASA en lo que a la cría de truchas se refiere son alimentadas de agua proveniente de las partes altas del río Pita y no es requerido ningún tipo de tratamiento de limpieza de aguas para su correcto uso. El río Pinllocoto nace en la quebrada el Cabre producto de pequeños afluentes y aportaciones menores todas de aguas no contaminadas, en su curso por terrenos del IASA en los sectores de ganadería y porcinos recibe esporádicamente los residuos de la limpieza de dichas instalaciones en lo que a desechos orgánicos de animales se refiere. Vale la pena mencionar que el río Pinllocoto aguas abajo al entrar sus cauces a las poblaciones es contaminado en gran medida, situación semejante sucede con el río Pita.

7.3.2. Aspectos bióticos.

De acuerdo a estudios realizados por el departamento científico del IASA se determinó que la Hacienda el Prado presenta el mayor número de especies en flora y fauna comparado con sitios aledaños.

En cuanto a flora, se encuentra principalmente compuesta de vegetación arbórea, observada en cursos de ríos, quebradas; también como árboles solitarios en pastizales; en general los taludes tienen la presencia de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, como un medio de protección a deslizamientos de tierra con excepción de aquellos taludes de pendiente muy pronunciada, existen sectores donde se puede observar bosques primarios.

Es de especial importancia resaltar que existen especies de flora y fauna en la hacienda que están consideradas en peligro de extinción o son nativas del sitio, a continuación se presenta un cuadro detallado.

Tabla No 7.3. Especies de flora y fauna en peligro de extinción o nativas del sitio.

Flora		Fauna	
Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Especie arbórea Cedro andino Puma Maque	Cederlo Orloto Oreopanax sp	Tórtola	Cenoida sp
		Mirlo	Turdus Fuscoter
Especie arbustiva Pusupato Cedrillo Perdillo	Tourioforto Fuliginosa		
	Phylontus sp		
	Phylantus Ostifulius		

FUENTE: DEPARTAMENTO CIENTÍFICO IASA

7.3.2.1. Flora

Entre las especies más observadas en la Hacienda el Prado está el Eucalipto cuya presencia hace que la vegetación circundante muera en un corto o mediano plazo debido a la absorción de todos los micro y macro nutrientes del suelo dejándolo estéril. Existe también Chucuris, Chilcas, Quicuyo y sobre todo plantas de cultivo para usos comerciales como avena, cebada, papas y pastos de tipo rg grass y holco.



Foto No 7.1. Bosque y sembríos existentes dentro de la hacienda El Prado.

La vegetación se presenta en tres estratos: La *Herbácea*, con las especies nilvaya, chusqueo sp, la arbustiva, con las especies Mora (*Rubus* sp), Ginois (*Asterocis*), Taxo

(Parfolore nixt), la Arborea, con las especies Rosocea (Hesperomeles heteroplylle), Vallea estipuloris, Budleje sp, Oreanopona

7.3.2.2. Fauna

En la hacienda El Prado los principales tipos de animales que se puede observar son aquellos destinados a la crianza para comercio o prácticas estudiantiles como son el ganado vacuno, ovinos, porcinos, caballos y llamas. Existe además en el sector de Pailones las piscinas para la crianza de truchas.



Foto No 7.2. Animales de crianza en el IASA (llamas, vacas, caballos, truchas, ovejas).

Se pudo observar también la presencia de murciélagos, zorros, ratones de monte, chucuris, lobos y pequeñas culebras.

En cuanto a la avifauna se presenta un cuadro detallando sus especies:

Tabla No 7.4. Avifauna del sector.

<i>Nombre Científico</i>		<i>Nombre Común</i>	<i>Nombre Común</i>
<i>Género</i>	<i>Especie</i>	<i>español</i>	<i>inglés</i>
Zontrichia	Capensio	Chingolo	Rufous-collared
Turdus	Fuscatus	Mirlo grande	sparrow
Lesbia	Victoriae	Colocintillo colinegro	Great thrush
Patagona	Gigis	Colibrí gigante	Black tailed
Chlorostilbon	Melanorhynchus	Esmeralda occidental	Western Emerald
Eloenis	Obliquus	Elenic cretíblanca	White crested
Onychorhynchus	erythropygius	Alinorronja	Red eared
		Lomorojes	Basil Tyrold

FUENTE: DEPARTAMENTO CIENTÍFICO IASA

7.3.3. Aspectos socioeconómicos.

La zona en estudio está ubicada en el cantón Rumiñahui en la región suroriental de la Provincia de Pichincha. A lo largo de la carretera no existen poblaciones aledañas, las poblaciones más cercanas son San Fernando en el límite norte del IASA y Loreto (67 familias) en el límite este, pero ninguna de estas poblaciones tiene mayor incidencia en la vía en estudio debido a que dicha vía está dentro del IASA y es de propiedad particular, existe un camino de acceso hacia la población de Loreto pero este se encuentra cerrado la mayor parte del tiempo impidiendo la entrada de Loreto al IASA y viceversa. Mayormente en días laborables una pequeña parte de la población de Loreto se desplaza por dicha vía a pie hacia la parada de los buses de la cooperativa Calsig en un costado del sector administrativo del IASA para dirigirse a sus sitios de trabajo y estudio. De esta manera se excluye la presencia de pobladores que se podrían beneficiar de la construcción de la vía, esta serviría únicamente para uso interno del IASA, en el transporte de empleados, estudiantes, maquinaria, productos, animales, etc.



Foto No 7.3. Población de San Fernando



Foto No 7.4. Vivienda tipo en la población de Loreto

7.3.4. Recursos arqueológicos e históricos.

Aproximadamente a 10 km de Sangolquí se encuentra la población de Pintag, zona declarada como arqueológica donde existe un museo y biblioteca, esta población es el sitio más cercano donde se puede apreciar vestigios arqueológicos, el sitio en estudio, es decir la Hacienda El Prado no ha sido motivo de investigaciones o hallazgos de tipo arqueológico aunque entre los pobladores cercanos a la Hacienda corre muchas supersticiones y leyendas de tipo popular que se han venido contando desde muchos años atrás.

7.4. IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

La Evaluación de Impactos Ambientales parte de los resultados y conocimiento de la situación actual de las condiciones biofísicas y socioeconómicas del área de estudio ya descritas y evaluada en la línea base ambiental así como en la identificación de pasivos ambientales.

De igual modo considera como críticos el grado de intervención de las áreas de influencia directa e indirecta, así como las características de la vía existente y las modificaciones de diseños.

La siguiente tabla describe los valores de la intensidad de los impactos ambientales:

Tabla No 7.5. Valores de intensidad de los impactos ambientales

GRADO DE INTENSIDAD	SIMBOLOGÍA
Impacto ambiental de alta intensidad irreversible	AI
Impacto ambiental de alta intensidad reversible	AR
Impacto ambiental parcialmente reversible	AIP
Impacto ambiental de mediana intensidad	M
Impacto ambiental de mediana intensidad que exige inversiones considerables en relación al período de diseño	MC
Impacto ambiental de baja intensidad	B

FUENTE: PROYECTO DE TESIS LASSO - REA

En la generación de la vía existen actividades que son consideradas agentes generadoras de impactos. Estas actividades han sido divididas en aquellas que se las realizarán en la fase de construcción y aquellas que se realizarán en la fase de operación y mantenimiento.

Las actividades durante la fase de construcción de la vía son:

Instalación y operación de campamentos, bodegas y talleres

Son instalaciones que permiten acondicionar las facilidades de infraestructura tanto para el personal del proyecto cuanto de logística y abastecimiento de materiales y demás insumos para el desarrollo de la obra. Son generalmente instalaciones temporales que se construyen preferentemente cerca de los frentes de obra para optimizar recorridos y tiempo de viaje de los servicios auxiliares de la obra.

Desbroce, desbosque y limpieza de la vegetación

Actividades que se ejecutarán principalmente para posibilitar la Rectificación de la vía y conformar el ancho de la calzada, espaldones y cunetas conforme lo establece el diseño de la vía y presentados en la sección típica de la calzada.

Para este propósito será necesaria la eliminación de toda la vegetación existente en la franja inmediata, áreas en las cuales deberá limpiarse de árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales, etc. En caso de ser necesario se removerán cercados y mejoras prediales como accesos, corrales u otros que existan en estas áreas.

Movimiento de tierras y reconfiguración de la obra básica

Actividad que consiste en la excavación y remoción del material necesario para la conformación de la obra básica.; así como en el transporte, desecho, colocación, manipuleo, humedecimiento y compactación del material necesario a remover en zonas de corte y colocar los excedentes en zonas de relleno.

Se incluye el movimiento de tierra necesario para la construcción de cunetas laterales, taludes, terraplenes, escalones para terraplenado a media ladera, zonas de empalmes y accesos, la remoción y reemplazo de material inadecuado para la construcción del camino, la excavación y acarreo de material designado para uso como suelo seleccionado, la remoción de desprendimientos, desplazamiento y desecho de todo material excedente.

Transporte de equipo y materiales (hormigones, préstamo y excedentes)

La construcción del proyecto requiere de la utilización de equipo y maquinaria adecuada, entre ellos se encuentran volquetes, tractores, retroexcavadoras, excavadoras, trailer, planta de hormigón y asfalto, mixer, concreteiras, máquinas de asfalto, rodillos y vehículos en general para la movilización del personal y transporte de herramientas pequeñas y demás implementos de obra.

La constante circulación de vehículos incrementará temporalmente el tránsito diario, lo que supone un aumento de los niveles de contaminación del aire por polvo, gases y ruido; y otros como riesgos de accidentes o pérdida de la seguridad vial.

Explotación de minas y canteras

La explotación de canteras exige la presencia de maquinaria y equipo, compuestos principalmente por retroexcavadoras, trituradoras, cargadoras y volquetes, eventualmente explosivos, lo que supone el desarrollo de actividades intensivas en el uso del capital de trabajo y mano de obra.

Conformación, hidratación y compactación de la base y subbase

Es una actividad intensiva en el uso de mano de obra, maquinaria (volquetes, tractores, rodillos y camiones rociadores de agua) y agregados pétreos que permitan el tendido y compactación de la base y subbase.

Imprimación, tendido y compactación de la carpeta asfáltica

Procedimiento de trabajo que exige gran movimiento de personal, equipo, maquinaria (tanques calentadores de asfalto, compactador-rodillo), herramientas de mano, elementos de seguridad) y materiales (asfalto para imprimación y mezcla asfáltica al sitio de obra).

En esta actividad se efectúan riegos de adherencia para el tratamiento superficial bituminoso de la calzada y la colocación de la capa de rodadura según las especificaciones de diseño del pavimento. Se procede también al acabado del sistema de drenaje, cunetas, drenes, alcantarillas, etc.

Señalización vial (vertical y horizontal)

Es la colocación de dispositivos reglamentarios que permitan proporcionar seguridad durante la construcción de la vía y de facilitar la circulación vehicular y mejorar la educación de los usuarios de la vía durante la operación. Estos dispositivos de seguridad incluyen la colocación de pórticos, señales verticales, horizontales, preventivas e informativas y de educación ambiental.

Actividades a ejecutarse durante la fase de operación y mantenimiento vial

Operación / explotación de la vía

En esta fase el proyecto contempla la vigilancia y control de tránsito, así como del cuidado de la señalización vertical, horizontal, turística y ambiental que será colocada a lo largo de ella.

Mantenimiento de la vía

Durante la vida útil de la vía, el proyecto prevé efectuar actividades como: mantenimientos asfálticos mayores y menores, sellados de fisuras superficiales, etc., así como otras actividades de mantenimiento emergente, como remoción y disposición de materiales provenientes de derrumbes y accidentes de tránsito; de mantenimiento rutinario como limpieza de cunetas; remoción y disposición de basuras y escombros; manejo de la vegetación dentro del derecho de vía; y, limpieza, remoción y disposición de materiales acumulados bajo los puentes. De igual manera se considera un mantenimiento periódico el mismo que incluye la remoción y ubicación de materiales de desecho, limpieza posterior de los sitios de operación y de las obras en general.

Los impactos ambientales se evaluaron considerando las principales actividades a ser ejecutadas por el proyecto en las fases de construcción, operación y mantenimiento, el esquema de obras y actividades para el proyecto, se describen a continuación:

a) Fase de construcción.- Las siguientes obras y actividades se definen para esta fase del proyecto:

1. Obras temporales: campamento y patio de maquinaria

Tabla No 7.6. Obras y actividades temporales

OBRAS/ACTIVIDADES	<i>DESCRIPCION</i>	<i>DIMENSIONAMIENTO</i>
CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINARIA		
Desbroce (roza a mano) y Limpieza de superficies	Remoción de la vegetación y material sólido que se hallen en el sitio que será destinado a estas instalaciones.	<u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Tractor . Herramienta manual . Equipo manual.
Compactación y nivelación de las superficies	Alisamiento de las superficie para la implantación de las infraestructura temporal	<u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Maquinaria mayor a 320 HP: . Motoniveladora
Adecuación y/o construcción de instalaciones	Dormitorios Cocina-comedor Baños y SSHH Bodegas Fosa de desechos Fosa séptica	Capacidad: 20-30 personas <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Herramienta manual . Equipo manual
Retiro y abandono	Desmantelamiento de la infraestructura temporal	Campamento <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Herramienta manual . Equipo manual
Transporte de materiales	Movilización de equipos, materiales e insumos necesarios para la construcción y operación del campamento y anexas	Trayecto: sitios de abastecimiento - campamento <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Camiones . Camionetas . Volquetes

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

2. Obras y actividades para la construcción de la vía

Tabla No 7.7. Obras y actividades para la construcción de la vía

OBRAS/ACTIVIDADES	DESCRIPCION	DIMENSIONAMIENTO
--------------------------	--------------------	-------------------------

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS		
Desbroce (roza a mano) y limpieza de derrumbes	Remoción de la vegetación y material sólido (derrumbes) que se hallan sobre su derecho de vía lateral en el tramo del proyecto	Longitud: 4.64 km. <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Herramienta manual . Equipo manual . Tractor
Corte de suelo sin clasificar	Remoción de suelo y subsuelo	<u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Maquinaria mayor a 320 HP: . Retroexcavadora . Herramienta manual
Corte en roca	Remoción de rocas	<u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Maquinaria mayor a 320 HP: . Retroexcavadora . Herramienta manual
Relleno	Colocación y distribución del material de relleno	<u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Maquinaria mayor a 320 HP: . Retroexcavadora . Herramienta manual . Volquetes
Desalojo de excedentes de excavaciones	El volumen de material removido y que no sea utilizado en rellenos, será depositado en bote lateral, sobre el derecho de vía	Volumen de excedentes no reutilizados <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Herramienta manual Volquetes
Conformación, hidratación y compactación de base y sub base	Tendido de material y su correcta colocación en capas debidamente compactadas.	Longitud 4.64 Km. <u>EQUIPO Y MAQUINARIA</u> Herramienta manual Retroexcavadora Motoniveladora Compactadora Tanquero Volquetes

2. HORMIGONES Y PAVIMENTOS

Transporte de insumos	Movilización de equipos, materiales e insumos necesarios para la actividad	Trayecto: sitios de abastecimiento-frente de obra <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> .Volquetes .Herramienta manual
Cunetas vía:, canales de cajas de alcantarilla	Hormigonado, encofrado y acero de refuerzo: Terminado y curado de la estructura de hormigón . Construcción de encofrados (madera o metal) . Colocación de acero corrugado y liso ó mallas en las secciones de hormigones . Preparación de mezcla (cemento portland, agregado fino, agregado grueso y aditivos) . Vaciado del hormigón . Fraguado (aplicación de agua) . Desmontaje de encofrados	Cunetas a los dos lados: 4.64 Km <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Mixer . Hormigonera-vibrador . Cortadora-dobladora . Mezcladora . Carretillas . Herramienta manual
- Imprimación y tendido de la carpeta asfáltica	Procedimiento de trabajo que exige gran movimiento de personal, equipo, maquinaria En esta actividad se efectúan riegos de adherencia para el tratamiento superficial bituminoso de la calzada y la colocación de la capa de rodadura según las especificaciones de diseño del pavimento. Se procede también al acabado del sistema de drenaje (mayor y menor), cunetas, contracunetas, drenes, subdrenes, etc.	Longitud 4.64 Km <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Tanques calentadores de asfalto,compactador-rodillo, herramientas de mano,
3. EXCAVACIONES		
Cunetas vía y alcantarillas	Excavaciones a cielo abierto para la construcción del sistema de drenaje: cunetas y alcantarillas, para la conducción de las aguas de esorrentía	<u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Maquinaria mayor a 320 HP: . Retroexcavadora . Herramienta manual
Desalojo de excedentes de excavaciones	El volumen de material removido no reutilizado en rellenos, será depositado en el sitio destinado para el efecto	<u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Herramienta manual Volquetes

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

3. Actividades en las fuentes de materiales

Tabla No 7.8. Actividades en las fuentes de materiales

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONAMIENTO
-------------	-------------	------------------

Extracción y carga de material pétreo y de préstamo	Clasificación y carga del material pétreo	Fuentes de materiales: minas y canteras <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Pala mecánica . Herramienta manual
Transporte de material Pétreo y estériles	Transporte del material pétreo (piedra, arena, grava, ripio, etc), necesario para la construcción de la obra. Incluye préstamo importado.	Trayecto: fuentes de materiales -- frente de obra <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> Volquetas Herramienta manual
Descarga y almacenamiento de material pétreo	Descarga del material pétreo en el sitio de obra y acopio cerca del frente de obra	Sitio de obra <u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Herramienta manual

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

b) Fase de operación y mantenimiento

Tabla No 7.9. Actividades en la fase de operación y mantenimiento

ACTIVIDADES	DESCRIPCION	DIMENSIONAMIENTO
1. OPERACION Y USO DE LA INFRAESTRUCTURA CONSTRUIDA		
Operación	Mejoramiento y permanente servicio de: . Integración poblacional . Articulación vial . Comunicación vial y poblacional . Seguridad peatonal y de tránsito automotor	Hacienda El Prado, Instituto Agropecuario Superior Andino.
2. MANTENIMIENTO		
Limpiezas	. Desalojo de sedimentos en las obras de drenaje . Desalojo de basuras y residuos sólidos.	<u>EQUIPO Y MAQUINARIA:</u> . Herramienta manual . Volqueta

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Cada actividad tiene su influencia en el medio ambiente generando un impacto en este en diferentes formas y de manera variada. A continuación se analiza las actividades y el impacto que ocasiona desde su respectiva fuente.

Tabla No 7.10. Actividades e impacto desde su respectiva fuente en la fase de construcción.

ACTIVIDADES	FUENTE DE IMPACTO	IMPACTO
<p>INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE CAMPAMENTOS, TALLERES Y BODEGAS</p>	<p>Presencia de personal flotante, generación de emisiones, efluentes líquidos y desechos sólidos y basuras</p>	<p>Polvo y material particulado Aumento de la inmisión Contaminación Acústica Contaminación física y química del agua Afectación a la vida acuática Afectación a la flora y fauna terrestre Pérdida de la calidad visual y paisajística Conflictividad social Seguridad y salud ocupacional Núcleos Urbanos Infraestructura y servicios</p>
<p>DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA DE LA VEGETACIÓN</p>	<p>Tala de árboles y arbustos, presencia de personal flotante, operación de maquinaria</p>	<p>Polvo y material particulado Aumento de la inmisión Contaminación Acústica Contaminación física y química del agua Calidad del suelo, morfología y relieve Afectación a la vida acuática Afectación a la flora y fauna terrestre Pérdida de la calidad visual y paisajística Seguridad y salud ocupacional Economía y tiempo de viaje Núcleos Urbanos Infraestructura y servicios</p>
<p>MOVIMIENTOS DE TIERRA Y RECONFORMACIÓN DE LA OBRA BASICA</p>	<p>Operación de maquinaria Generación de estériles</p>	<p>Polvo y material particulado Aumento de la inmisión Contaminación Acústica Contaminación física y química del agua Calidad del suelo, morfología y relieve Afectación a la vida acuática Afectación a la flora y fauna terrestre Uso del suelo y propiedad Seguridad y salud ocupacional Economía y tiempo de viaje Núcleos urbanos Infraestructura y servicios</p>
<p>TRANSPORTE Y DESALOJO DE EQUIPO Y MATERIALES</p>	<p>Operación de maquinaria Generación de estériles</p>	<p>Polvo y material particulado Aumento de la inmisión Contaminación Acústica Contaminación física y química del agua Calidad del suelo, morfología y relieve Afectación a la vida acuática Afectación a la flora y fauna terrestre Uso del suelo y propiedad Seguridad y salud ocupacional Economía y tiempo de viaje Infraestructura y servicios</p>

ACTIVIDADES	FUENTE DE IMPACTO	IMPACTO
EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	Desbroce de vegetación Voladuras Ruido por operación de maquinaria	Polvo y material particulado Aumento de la inmisión Contaminación Acústica Contaminación física y química del agua Calidad del suelo, morfología y relieve Afectación a la vida acuática Afectación a la flora y fauna terrestre Pérdida de la calidad visual Uso del suelo y propiedad Conflictividad social Seguridad y salud ocupacional Infraestructura y servicios
CONFORMACIÓN, HIDRATACIÓN Y COMPACTACION		Polvo y material particulado Aumento de la inmisión Contaminación Acústica Seguridad y salud ocupacional Economía y tiempo de viaje
IMPRIMACIÓN, TENDIDO Y COMPACTACION DE CARPETA ASFÁLTICA	Gases, humos y vapores Ruido por operación de maquinaria Generación de estériles	Polvo y material particulado Aumento de la inmisión Contaminación Acústica Seguridad y salud ocupacional Economía y tiempo de viaje
SEÑALIZACIÓN VIAL (VERTICAL Y HORIZONTAL)	Colocación de implementos	Contaminación Acústica Seguridad y salud ocupacional Economía y tiempo de viaje

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Tabla No 7.11. Actividades e impacto desde su respectiva fuente en la fase de operación y mantenimiento.

ACTIVIDADES	FUENTE DE IMPACTO	IMPACTO
FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
OPERACIÓN / EXPLOTACION DE LA VIA	Tránsito Previsto	Polvo y material particulado Aumento de los niveles de emisión - inmisión (gases, humos y vapores) Incremento de los niveles sonoros Pérdida de la calidad visual y paisajística Uso del suelo y propiedad Riesgo de accidentes Infraestructura y servicios
MANTENIMIENTO DE LA VIA	Limpieza de cunetas y alcantarillas, limpieza de encausamientos y control de erosión y estabilidad de taludes	Polvo y material particulado Alteración física y química del agua Alteración física y química del suelo Alteración al Tiempo de Viaje
	Mantenimiento mayor y menor, bacheos y sellado asfáltico	Gases, humos y vapores Niveles acústicos Alteración física y química del agua Alteración física y química del suelo Afectación a la flora y fauna Riesgo de accidentes Alteración al Tiempo de Viaje Infraestructura y servicios

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Una vez establecidas las actividades y sus impactos en el ambiente procedemos a realizar la matriz de Leopold en base a las siguientes tablas de magnitud e importancia. ANEXO G-I.

Tabla No 7.12. Calificación de las actividades en magnitud e importancia.

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Calificación	Intensidad	Afección	Calificación	Duración	Influencia
1	B	B	1	T	P
2	B	M	2	M	P
3	B	A	3	Pr	P
4	M	B	4	T	L
5	M	M	5	M	L
6	M	A	6	Pr	L
7	A	B	7	T	R
8	A	M	8	M	R
9	A	A	9	Pr	R
10	MA	A	10	Pr	M

FUENTE: FACULTAD DE ECOTURISMO - PUCE

Tabla No 7.13. Abreviaturas.

Intensidad y afección		Duración e influencia	
B	Baja	T	Temporal
M	Medio	P	Puntual
A	Alto	M	Medio
MA	Muy alto	L	Local
		R	Regional
		Pr	Permanente

FUENTE: FACULTAD DE ECOTURISMO - PUCE

7.4.1. Resultado de la Calificación Ambiental

Todos los impactos de alta intensidad dependiendo de su incidencia en el medio ambiente, pueden ser reversibles, irreversibles o parcialmente reversibles. Su mitigación necesita una alta inversión y un tiempo de recuperación significativo.

Todos los impactos de mediana intensidad son reversibles, más su mitigación necesita de acciones rápidas y/o de inversiones de alto capital.

Todos los impactos de baja intensidad son reversibles, sus montos de inversión también son bajos y más bien requiere de acciones de control y seguimiento.

Una vez realizada la matriz de Leopold se procede a interpretar y evaluar sus respectivos resultados, los cuales se expresan en las siguientes tablas:

Fase de construcción:

Tabla No 7.14. Resultados de la matriz de Leopold en la fase de construcción.
(Parámetro ambiental)

PARÁMETRO AMBIENTAL	
Geomorfología / topografía	-59
Flora	-57
Fauna	-48
Economía	59
Accesos	42
Seguridad	-15
Infraestructura	59
Aire	-108
Agua subterránea	-24
Agua de río	-68
Pastos	-31
Erosión	-53
Paisaje	-80
Salud	-75
Empleo	360

Acústica	-98
Comunidad	95

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Tabla No 7.15. Resultados de la Matriz de Leopold en la fase de construcción.
(Acciones del proyecto)

ACCIONES DEL PROYECTO	
Desbroce	-98
Campamentos y patio de maquinas	-15
Transporte de materiales	-9
Corte de suelo sin clasificar	-57
Corte en roca	-40
Relleno	-30
Desalojo de exedentes de excavaciones	-18
Base y subbase	16
Obras civiles	114
Capa de rodadura (asfalto)	34
Minas	-116
señalización vial	118

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Fase de operación y mantenimiento:

Tabla No 7.16. Resultados de la matriz de Leopold en la fase de operación y mantenimiento.

(Parámetro ambiental)

PARÁMETRO AMBIENTAL	
Geomorfología / topografía	30
Flora	31
Fauna	-20
Economía	128
Accesos	18
Seguridad	171
Infraestructura	12
Aire	-50
Agua subterránea	42
Agua de río	42
Pastos	16
Suelos	9
Paisaje	77
Salud	0

Acústica	-85
Empleo	200
Comunidad	54

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Tabla No 7.17. Resultados de la matriz de Leopold en la fase de operación y mantenimiento.

(Acciones del proyecto)

ACCIONES DEL PROYECTO	
Operación	31
Limpieza de cunetas y alcantarillas	120
Control de taludes y erosión	159
Bacheo y sellado asfáltico	45
Limpieza de la vía	217
Mantenimiento de señalización	70
Desalojo de desechos sólidos	33

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

De acuerdo a los resultados se puede observar que los aspectos negativos superan a los positivos en la fase de construcción donde los elementos ambientales son muy afectados, no así en la fase de operación y mantenimiento donde los impactos positivos son muy superiores en especial en el aspecto socioeconómico.

La evaluación determina que los impactos están fuertemente influenciados por las siguientes actividades: Minas, obras civiles, desbroce, limpieza de la vía, control de taludes y erosión. Estas actividades inciden sobre los recursos aire, agua, suelo, acústica, paisaje, seguridad y socioeconómico.

7.4.1.1. Impactos negativos

7.4.1.1.1. Impactos sobre el recurso agua

Por la presencia de pequeños cursos de agua, los cuales sean receptores de los efluentes líquidos (descargas de aguas negras y grises, hidrocarburos residuales, etc.) provenientes de los campamentos y talleres.

7.4.1.1.2. Impactos sobre el recurso suelo

Los desechos sólidos y líquidos (basuras, grasas, aceites, aguas negras y residuales), producidos en el funcionamiento de los campamentos, talleres, bodegas y oficinas, podrían ser arrojados o desalojados sobre los campos adyacentes, ocasionando de esta manera su inhabilitación temporal para usos productivos o puede ser el inicio de la degradación física y química del suelo.

7.4.1.1.3. Impactos sobre el Recurso Biótico

La inadecuada disposición de los excedentes de materiales y otros estériles producto de la ampliación - construcción de la vía y de su mantenimiento posterior, pueden afectar los remanentes de vegetación que sirven como refugio y fuente de alimento para la fauna y están supeditados a los cauces principales de agua y quebradas y por consiguiente se alteraría su delicada cadena trófica.

7.4.1.1.4. Impactos sobre el paisaje

El desbosque y limpieza de la vegetación para permitir el movimiento de tierras hasta llegar al diseño de la vía (sección típica) implica un cambio en la morfología del terreno y en consecuencia del paisaje local.

7.4.1.1.5. Impactos sobre el recurso socioeconómico

Los impactos socioeconómicos, están dados principalmente en:

Conflictividad Social, por condiciones de seguridad para el desarrollo de las obras es posible que se interrumpa la circulación vial en periodos de tiempo.

Riesgo de accidentes, está asociados a la operación del equipo y maquinaria, a la inobservancia de normas y reglamentos de seguridad laboral y señalización dentro y fuera de la obra.

7.4.1.2. Impactos Positivos

Dos impactos positivos se esperan generará el proyecto, la ocupación de mano de obra, el aumento de la economía de la zona en el ahorro en tiempos de viaje, salida de productos y vida útil de vehículos. El diseño de la vía permitirá a los usuarios, comerciantes y estudiantes disfrutar de una vía confortable, de mayor capacidad, con una superficie de rodadura en magnífico estado, señalización vial apropiada y educativa; así como de una operación segura y confiable reduciendo los costos y tiempos de viaje.

7.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.5.1. Estructura del plan de manejo ambiental.

El Plan de Manejo Ambiental se estructura con base a varios planes, según el siguiente detalle:

Tabla No 7.18. Componentes del plan de manejo ambiental

<i>PLAN</i>	<i>PROGRAMA</i>	<i>OBJETIVOS / LOGROS</i>
<i>FASES DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</i>		
Plan de Control y prevención de impactos	Control y prevención de la contaminación del aire	Alcanzar los niveles de inmisión aceptables por la legislación nacional sobre la calidad del aire ambiente.
	Seguridad Ocupacional	Alcanzar niveles exigidos para Seguridad Ocupacional

Plan de Mitigación	Manejo de efluentes líquidos	Controlar y disponer adecuadamente los efluentes líquidos (aguas grises, negras e hidrocarburos cuyos parámetros de calidad se ajusten a las normas nacionales).
	Manejo de desechos, basuras y escombros	Disponer adecuadamente los excedentes sólidos provenientes de movimiento de tierra, excavaciones, escombros de construcción y de desmantelamiento de las obras temporales del proyecto.
		Recolección y disposición adecuada de desechos sólidos y basuras provenientes de campamentos, talleres, planta de asfalto y de la explotación de minas y canteras.
	Control de la erosión e inestabilidad de taludes	Revegetar los taludes Corregir la longitud y pendiente de los taludes Impermeabilizar áreas de taludes inestables creando canales que desvíen los caudales a las cunetas o a los cursos fluviales Terraceo o construcción de bermas en taludes mayores a 5 metros que permitan la estabilidad del talud y propiciar seguridad al usuario de la vía
Recuperación de áreas ocupadas por excedentes de materiales	Revegetar áreas intervenidas por las actividades del proyecto	
Plan de Capacitación y Sensibilización Ambiental	Educación ambiental	Internalizar y concienciar, entre el personal del proyecto, aspectos referentes a la protección ambiental.
Plan de Compensaciones e Indemnizaciones	Seguridad y protección a la comunidad	Sensibilizar a la población residente y usuarios de la vía en la protección del ecosistema natural a través de señalización ambiental y turística que se colocará a lo largo de la vía.
	Promoción y apoyo al desarrollo local	Participar a la comunidad y actores locales de las acciones que se ejecutará en el área a ser intervenida a lo largo del período de construcción y de los beneficios esperados por el proyecto.
	Programa de Indemnizaciones	Concensuar procedimientos entre la comunidad del IASA para llegar acuerdos de negociación por afectaciones (temporales o permanentes) debido a la rehabilitación de la vía
Plan de Monitoreo	Monitoreos durante la fase de rehabilitación y mejoramiento de la vía	Monitorear la Calidad del Aire para mantener las emisiones de fuentes fijas y móviles dentro de los parámetros permisibles
		Monitoreo de la calidad del Agua, para verificar el cumplimiento de las normas de calidad para vertidos de campamentos y talleres
		Monitoreo de la calidad del suelo, para verificar el cumplimiento del programa de manejo de los efluentes y desechos biodegradables, no biodegradables y estériles, en sitios predeterminados por el Plan de Manejo
		Monitorear que las áreas revegetadas y recuperadas en las área intervenidas por las proyecto tengan el nivel de prendimiento deseado y cumplan con el propósito.
		Verificar que la ejecución de charlas y talleres de inducción ambiental y seguridad laboral cumplan con el objetivo de concienciar al personal del proyecto en acciones de protección y manejo ambiental.
	Monitoreo durante la fase de operación de la vía	Verificar que las medidas de protección y control de la inestabilidad de taludes sean efectivos y permitan el control de los procesos geodinámicos.

		Vigilar que la señalización ambiental sea mantenida y logre el objetivo deseado de sensibilizar a la comunidad en torno a la protección de ambiente natural.
		Apoyar y coordinar acciones del IASA con el municipio de Rumiñahui y el Consejo Provincial de Pichincha en la aplicación de la Ley de Caminos y en el establecimiento de ordenanzas que regulen el uso y aprovechamiento del suelo urbano y rural.

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.5.2. Medidas de control y prevención.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos impuestos en el plan de manejo ambiental se deberá actuar de acuerdo a las normas obligadas por el MOP para la construcción de caminos en lo que al medioambiente y seguridad industrial se refiere, es así que de acuerdo a cada impacto se procede a la especificación de la norma y a la descripción de la medida a tomar de acuerdo a lo expuesto en las siguientes tablas.

7.5.2.1. Medidas de control y prevención de la contaminación atmosférica.

Tabla No 7.19. Medidas de control y prevención de la contaminación atmosférica.

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Contaminación del aire por partículas de sólidos (polvo) y emisiones gaseosas	SECCIÓN 216 Prevención y control de la contaminación del aire: ESPECIFICACIÓN 216-02	1. Uso de equipos y procedimientos constructivos que minimicen la emisión de contaminantes hacia la atmósfera. 2. Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinaria. 3. Uso de vehículos nuevos. modelos antiguos generan alta contaminación. 4. Uso de equipos, materiales o maquinaria que no generen emisiones objetables de gases, olores o humos a la atmósfera. 5. Suministro y uso de equipos de protección personal (mascarillas, protectores nasales y bucales, gafas) por operarios de maquinaria pesada y en actividades de carga, descarga y almacenamiento de materiales.
	ESPECIFICACIÓN 205.01: Agua para control de polvo	Control de polvo en superficies secas: 1. Distribución de agua por carros cisternas. 2. Riego de agua sobre superficies expuestas al tránsito vehicular, en áreas próximas a sectores habitados y cruce de centros poblados
Requerimientos: suministros de protección personal		

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Agua y carro cisterna		
Responsable: Contratista		
ELABORADO: GRUPO DE TESIS		

7.5.2.2. Medidas de control y prevención de la contaminación por ruido

Tabla No 7.20. Medidas de control y prevención de la contaminación por ruido.

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Afectaciones a la población local y personal de la obra debido a ruidos generado por operación de equipos y maquinaria	SECCIÓN 217: PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES. ESPECIFICACIÓN: 217-02.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los niveles de ruido y vibraciones serán controlados para evitar perturbar las poblaciones humanas en la zona de obra. 2. Maquinaria y equipos con niveles de ruido sobre los 75 dB deben ser reparados hasta cumplir con los niveles admisibles. (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Contaminación referente al ruido). 3. Mantenimiento rutinario de equipos y vehículos. 4. Utilización de silenciadores para control de ruido y de amortiguadores para mitigar las vibraciones. 5. Control y disminución de sirenas y pitos 6. Reducir la velocidad de circulación vehicular (20-25 km/h) en el cruce de centros poblados. 7. No exponer al personal a ruido continuo y superior a 115 dB o intermitente superior a 140 dB, durante 8 horas diarias de 90 dB. . Suministro y uso de equipos de protección personal por operadores de equipo pesado. 8. Limitar el trabajo de las unidades más molestas a horas diurnas. 9. Usar alternativas de ruta que afecten lo

		menos posible a los asentamientos poblacionales.
Requerimientos: aditamentos de protección personal		
Disposiciones administrativas		
Responsable: Contratista		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.5.2.3. Medidas de control ambiental en la explotación de fuentes de materiales (minas)

Tabla No 7.21. Medidas de control ambiental en la explotación de fuentes de materiales.

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
. Contaminación del aire . Riesgos de accidentabilidad	EXTRACCIÓN	. Esta actividad será realizada de acuerdo a los procedimientos que se siguen actualmente por el propietario de la fuente de material
	TRANSPORTE ESPECIFICACIÓN 224-02. SECCION 224. TRANSPORTE DE MATERIALES Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIAS	. En la extracción, carga, transporte o de colocación de materiales se deberá evitar se produzca contaminación atmosférica por polvo. . El Contratista tomará todas las precauciones para evitar el vertido de material durante el transporte: uso de lonas de recubrimiento, envases herméticos. . Todo material que sea encontrado fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, será retirado por el Contratista y sin derecho a pago. . Durante el transporte las volquetas que circulen por la vía deberán disminuir su velocidad en el cruce de centros poblacionales para evitar una excesiva contaminación del aire con polvo, disminuyendo además los riesgos de accidentabilidad y de atropellamientos.

	RESTAURACIÓN	Esta actividad es de responsabilidad del propietario de la fuente de material
Requerimientos: Disposiciones administrativas al personal		
Responsable: Contratista		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.5.2.3. Medidas de seguridad vial durante la construcción

Tabla No 7.22. Medidas de seguridad vial durante la construcción.

IMPACTO	MEDIDAS	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Interrupción del tránsito vehicular	ESPECIFICACIÓN 102-3.09: Comodidad al público	1. El Contratista deberá conducir sus operaciones con la menor inconveniencia y demoras al tránsito público. 2. Ofrecerá condiciones razonables de seguridad y comodidad a los usuarios y moradores aledaños al corredor vial, según las directrices del Numeral 103-1.07: Mantenimiento del tránsito (MOP-001-F 2002), que señalan: . Permitir el tránsito público por las obras durante el periodo de construcción. . Mantener la parte de la obra que es utilizada por el tránsito público, en condiciones adecuadas para el tránsito seguro y cómodo de los vehículos. . Proveer señaleros; suministrar, erigir y conservar adecuadamente las señales, delineadores, barreras y marcas que puedan ser necesarias para la seguridad de los usuarios. . Remover prontamente cualquier material que cayere sobre la calzada de la vía durante el acarreo de materiales.
	SECCION 105. PARTICIPACIÓN PUBLICA Y DE LA COMUNIDAD	1. Establecer relaciones de amistad y armonía con la comunidad local. 2. Informar a los involucrados y especialmente a la comunidad sobre las características de la obra,

	<p>ESPECIFICACIÓN: 105-02: Acciones de acercamiento a la comunidad . Mensajes de información y comunicación</p>	<p>las diferentes actividades a realizar y los impactos negativos y positivos que se generarán. 3. Informar a la comunidad sobre situaciones de riesgo que se suscitarán durante la ejecución de la obra 4. Instruir a sus representantes y personal técnico y obrero sobre los procedimientos y maneras adecuadas de actuación con los propietarios de predios y terrenos aledaños a la obra y otros 5. Mantener el respeto por la propiedad privada. 6. Usar estrictamente el espacio y tiempo previstos a fin de evitar molestias a los habitantes aledaños al sitio de obras.</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN 102-3.11: Protección y restauración de propiedades</p>	<p>1. Preservar las propiedades públicas o particulares situadas fuera de los límites de la construcción y proteger de daños los bienes públicos y particulares (red eléctrica, postes telefónicos, tuberías, accesos, etc.). 2. Responder durante la ejecución de la obra por cualquier daño o perjuicio a las propiedades como consecuencia de sus actos, omisiones, negligencia, trabajos defectuosos, etc. 3. Si como resultado de la acción u omisión del Contratista se produjera daño o perjuicio a la propiedad ajena, deberá restaurar dicha propiedad a la condición anterior de ocurrido el daño o perjuicio, por su propia cuenta y a satisfacción del dueño.</p>
	<p>SEÑALIZACIÓN TEMPORAL ESPECIFICACIÓN 711- 01:SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL: informativa, preventiva, restrictiva</p>	<p>. Colocación de señales en los frentes de obra y fuentes de materiales: . Letreros fijos: . Vallas móviles . Conos de seguridad</p>

Riesgos de accidentes a terceros	Protección al público	<ul style="list-style-type: none"> . Suministrar, eregir o colocar dispositivos para evitar daños y desgracias personales. . Emplear señales para advertir al público de posibles peligros en la obra. . Ubicar señaleros para conducir al tránsito público. . Ubicar delineadores o cintas de seguridad que pueden ser complementados con faroles cuando esté oscuro o con niebla. . Sectores de la vía cerrados al tránsito público se señalarán con barreras y letreros . Usar estrictamente el espacio y tiempo previstos a fin de evitar molestias a los habitantes aledaños al sitio de obras.
Requerimientos: Difundir mensajes a la comunidad		
Ubicar señales temporales en los sitios de obra		
Responsable: Contratista		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.5.2.4. Medidas de control y prevención de obras temporales.

Tabla No 7.23. Medidas de control y prevención de obras temporales.

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Construcción y funcionamiento de campamentos, bodegas y talleres de obra.	201-02. Procedimiento de trabajo. 201-02.1 Ubicación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Campamentos deben estar provistos de las instalaciones sanitarias necesarias de acuerdo a los reglamentos de las entidades sanitarias correspondientes 2. La ubicación y diseño debe ser tal que no ocasione contaminación en las aguas tanto superficiales como subterráneas y debe ser aprobada por el fiscalizador. 3. No localizar en áreas ecológicamente sensibles, en sitios con presencia de especies bióticas protegidas o en peligro de extinción, lugares con alto nivel freático o con riesgo de inestabilidad de suelos. 4. Localización no a menos de 2 Km aguas arriba de los sitios de captación de las tomas de abastecimiento de agua. 5. La orientación de la dirección

		<p>deberán retenerse en recipientes herméticos y disponerse en sitios adecuados de almacenamiento para su posterior desalojo y eliminación</p> <p>3. El abastecimiento de combustible y mantenimiento de vehículos debe realizarse en forma tal que se debe evitar derrames a fuentes de agua, suelos y quebradas. El lugar de lavado de sgua debe estar alejado de cursos de agua superficiales y subterráneos.</p> <p>4. Terminada la obra se deberá dismantelar los patios de máquinas, remover y eliminar suelos contaminados, limpiada el área y los suelos reacondicionados y restaurados, a fin de proceder con la recuperación vegetal.</p>
<p>Requerimientos: Charlas de instrucción al personal, diseño y construcción de instalaciones adecuadas, aprobación del fiscalizador.</p>		
<p>Responsable: Contratista</p>		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.5.2.5. Medidas de seguridad industrial y salud ocupacional

Tabla No 7.24. Medidas de seguridad y salud ocupacional.

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Seguridad industrial y salud ocupacional	213-02 Procedimiento de trabajo	<ol style="list-style-type: none"> 1. El contratista deberá seguir los requerimientos del Instituto de seguridad social en lo que a seguridad industrial se refiere para sus trabajadores. 2. Los trabajadores deberán someterse a exámenes médicos y de laboratorio con el fin de prevenir epidemias. 3. Se deberá implementar una campaña educativa a los trabajadores sobre normas elementales de higiene y salud ocupacional. 4. El personal deberá estar provisto de indumentaria y protección contra el frío y la lluvia. 5. Implementar en sus campamentos las facilidades necesarias que garanticen un sano esparcimiento del personal cuando se encuentre en el campamento, y asegure al mismo tiempo las condiciones mínimas de confort. 6. La alimentación deberá contener los servicios básicos (calorías y proteínas), de acuerdo con las condiciones de trabajo. 7. El área de primeros auxilios deberá incluir por lo menos de un médico y un auxiliar, además de los implementos básicos para cubrir servicios emergentes. 8. Para un mayor control ambiental de las zonas aledañas,

		<p>se deberá reglamentar el uso de las diferentes áreas de los campamentos, así como los horarios de comidas y fundamentalmente el consumo de bebidas alcohólicas. No se podrá consumir bebidas alcohólicas durante la jornada normal de trabajo.</p> <p>9. Para minimizar los riesgos de trabajo, el Contratista deberá proveer a su personal la vestimenta básica como cascos protectores, ropa impermeable, botas de goma con punta de acero, mascarillas de polvo y demás implementos recomendados por las leyes de seguridad industrial vigentes en el país.</p> <p>10. De requerirse, el Contratista deberá construir polvorines con las seguridades pertinentes, localizados cerca de los sitios donde se requieran los explosivos, y provistos, cada uno, con una caseta de vigilancia y un botiquín de primeros auxilios.</p> <p>11. El contratista contará con un responsable de la seguridad industrial en la obra y de llevar periódicamente brigadas de salud ocupacional.</p>
<p>Requerimientos: aditamentos de protección personal, charlas de seguridad industrial,</p>		
<p>Disposiciones administrativas</p>		
<p>Responsable: Contratista</p>		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.5.2.6. Medidas de prevención y control de la contaminación del suelo.

Tabla No 7.25. Medidas de prevención y control de la contaminación del suelo.

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Prevenición y control de la contaminación del suelo	214-02 Procedimiento de trabajo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evitar la compactación de aquellos suelos donde no sea necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales y de demás tareas que se asienten sobre suelo firme. 2. Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes, construyendo diques de contención alrededor de los depósitos. 3. Inicialmente medirá el grado o valor de compactación de los suelos a usar y propondrá al Fiscalizador los métodos de descompactación, en caso que no estuvieran estipulados en las especificaciones ambientales particulares. 4. Las áreas mínimas sujetas a

		descompactación serán: Áreas de campamentos, talleres, depósitos temporales de materiales, caminos de servicio y estacionamientos. Áreas de las plantas de trituración, hormigones y asfalto y sus respectivos caminos de servicio. Desvíos de tránsito para dar facilidades a la obra. Áreas de acopio de materiales.
Requerimientos: Infraestructura adecuada para el tratamiento de desechos.		
Disposiciones administrativas		
Responsable: Contratista		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.5.2.7. Medidas de conservación de flora y fauna nativa.

Tabla No 7.26. Medidas de conservación de flora y fauna nativa.

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Conservación de la flora y fauna nativas	218-02 Procedimiento de trabajo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los trabajos de desbroce, desbosque y limpieza se limitarán al área física indispensable para los trabajos de construcción y deberá realizarse en forma tal que causen el mínimo daño posible en las zonas aledañas. Para rozar no se utilizará “quemados o incendios” y el uso de agroquímicos, especialmente herbicidas y pesticidas. 2. Se evitará en todo caso causar la pérdida de la vegetación en flancos de ríos y quebradas. 3. Cuando se tenga que realizar cortes de vegetación, se lo hará con sierras de mano y no con buldózer, para evitar daños en los suelos y deterioro de zonas adyacentes. 4. Para los encofrados de obras de arte (alcantarillas, pasos de agua, puentes, etc.), el Constructor utilizará solamente madera talada durante el desbroce y desbosque; debiendo incentivarse el reciclaje de la madera en lo posible, y si es el caso, comprar madera ya aserrada, fuera del área de influencia de la obra. 5. En áreas boscosas, el corte de los árboles debe ser orientado para que caigan sobre la vía, evitando así que en su caída deterioren otros que no se vayan a talar. Además, se mantendrá en lo posible sitios de contacto del dosel forestal, con el fin de mantener los corredores biológicos, especialmente de la avifauna. 6. Los residuos de la tala, desbroce y destronque no deben llegar a las corrientes de agua. Éstos deben ser apilados de tal forma que no causen desequilibrio en el área de trabajo hasta ser desalojados a sitios determinados previamente por la Fiscalización; de ninguna manera estos residuos pueden ser quemados. 7. Las actividades de caza están prohibidas en las áreas aledañas a la zona de construcción, así como la compra de animales silvestres (vivos, embalsamados o pieles) a los

		<p>lugareños.</p> <p>8. Cuando la obra vial se ubique en zonas silvestres, se controlará la presencia de animales domésticos tales como perros, gatos, cerdos, etc.</p> <p>9. La pesca por parte de los obreros en ríos, quebradas, lagunas o cualquier cuerpo de agua, por medio de dinamita o barbasco queda terminantemente prohibido.</p> <p>10. Contar con brigadas contra incendios, equipadas con los medios adecuados para poder cumplir su función. Establecer zonas de corta-fuego (mediante la extracción de material combustible), para prevenir el deterioro tanto de la vegetación como de la maquinaria, depósitos de combustibles, etc.</p> <p>11. Cuando se produzcan daños importantes que afecten la flora nativa, el Contratista procederá a la restauración de la cubierta vegetal, creando condiciones óptimas que posibiliten en el corto plazo, la implantación de especies herbáceas y en el largo plazo la colonización de vegetación similar a la natural.</p>
<p>Requerimientos: Educación ambiental a los obreros, señalización ambiental en obra. Disposiciones administrativas</p>		
<p>Responsable: Contratista</p>		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

7.5.2.8. Medidas de educación y concientización ambiental.

Tabla No 7.27. Medidas de educación y concientización ambiental.

IMPACTO	MEDIDA	
	ESPECIFICACIÓN AMBIENTAL MOP-001-F 2002	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Educación y concientización ambiental	220-02.1 Charlas de concientización.	<p>Las charlas de concientización estarán dirigidas a los habitantes de las poblaciones aledañas y polos de la vía, que directa o indirectamente están relacionados con el objeto de la obra vial.</p> <p>2. Estas charlas desarrollarán temas relativos al proyecto y su vinculación con el ambiente, tales como: El entorno que rodea a la obra y su íntima interrelación con sus habitantes. Los principales impactos ambientales de la obra y sus correspondientes medidas de mitigación; Beneficios sociales y ambientales que traerá la construcción / rehabilitación viales; Cómo cuidar la obra una vez que ha terminado los trabajos de construcción; Otros.</p> <p>3. La temática será diseñada y ejecutada por profesionales con suficiente experiencia en manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario y comunicación social. La duración de estas charlas será de un mínimo de 60 minutos y se las dará en los principales centros poblados aledaños a la obra vial.</p> <p>4. Los afiches serán de cartulina duplex de dimensiones mínimas 0.40 por 0.60 metros e</p>

		<p>impresos a color, con los diseños alusivos a la conservación del medio ambiente propuestos por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador Ambiental y fijados en los sitios que éste establezca.</p> <p>5. Los instructivos o trípticos serán realizados a colores en papel bond de 90 gramos, formato A4 y cuyo contenido textual y gráfico sea alusivo a la defensa de los valores ambientales presentes en el área de la obra, tales como: paisaje, ríos, vegetación y especies animales en peligro de extinción, saneamiento ambiental, etc.</p>
<p>Requerimientos: Educación ambiental a los obreros, material didáctico, especialistas.</p>		
<p>Responsable: Contratista</p>		

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

CAPÍTULO VIII

PRESUPUESTOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. TABLA DE CANTIDADES DE OBRA POR RUBROS

Las cantidades de obra que adjuntamos, fueron obtenidas en base a los capítulos anteriores, las cantidades de obra se refieren a los siguientes estudios:

VIAL; cantidades de obra correspondientes a movimiento de tierras, que se incluyen en los rubros de excavaciones y desbroce.

HIDRÁULICA; corresponde a los rubros del estudio y evaluación del drenaje de la vía; incluyen las actividades de excavación para estructuras, encauzamientos, cunetas; los hormigones para la construcción de las alcantarillas, revestimiento de cunetas; de la misma manera en esta sección se incluye el suministro y colocación de tubería metálica.

GEOTÉCNIA; esta especialidad del estudio proporcionó las cantidades de obra relacionadas con la nueva estructura del pavimento, esto es, base granular de rodadura, capa de rodadura de hormigón asfáltico, asfalto de liga e imprimación.

AMBIENTALES; en esta sección los rubros mas representativos corresponden al tratamiento del material excedente, instructivos, señales y limpieza para la construcción de la vía.

SEÑALIZACIÓN; las cantidades de obra correspondientes tanto a la vertical como a la horizontal, relacionadas a postes y letreros y a las líneas que se van a marcar sobre el asfalto.

Los precios unitarios se presentan en el ANEXO H-I.

8.2. PRESUPUESTO BASE.

En los presupuestos constan todas las actividades de rehabilitación propuestas por el estudio, identificadas por el número de rubro, descripción, unidad de medida, cantidad de obra requerida, precios unitarios financieros.

Los rubros han sido desglosados por actividades en obras preliminares, movimiento de tierras, estructura del pavimento, instalaciones de drenaje y alcantarillas, señalización y mitigación ambiental.

El presupuesto base final lo presentamos en el ANEXO H-II.

8.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Los estudios realizados corresponden a un nivel de prefactibilidad, sin embargo hemos mostrado varios diseños que son de carácter definitivo. En base a los boletines del mes de Mayo, es decir los más recientes de la Cámara de la Construcción de Quito, realizamos los presupuestos referenciales de los diferentes rubros.

Para determinar los rubros, volúmenes, unidades de medida y presupuestos nos basamos en las normas emitidas por el MOP en sus publicaciones de especificaciones técnicas para la construcción de caminos y puentes 001-F-2002. Para cálculo de volúmenes de obra como son los de corte y relleno tomamos los datos obtenidos mediante el programa CivilCAD, estos y otros datos de volúmenes los hemos especificado en sus respectivos capítulos antes desarrollados.

8.4. ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero tiene como propósito determinar la viabilidad de la ejecución del proyecto mediante el análisis de la relación costo vs beneficio, tomando como base parámetros sobre: ingresos, egresos, reinversión, mantenimiento, fuentes de financiamiento del proyecto, período real de la recuperación de la inversión, etc.

Para este estudio realizamos el análisis de los datos referentes al comportamiento económico del IASA I, de acuerdo a la información proporcionada por el departamento financiero y de ventas.

8.4.1. Estudio edafológico.

Para conocer la capacidad y aprovechamiento de los suelos que se encuentran a lo largo de toda la extensión de la Hda. “El Prado”, se hizo necesario recurrir al estudio edafológico realizado por los Srs.Ing. Edgar Iván Cadena Lucero y Esteban Xavier Caicedo Proaño en 1999 alumnos del IASA I, en el que se indican mediante asociaciones y consociaciones las superficies en (Ha) de los suelos que son aptos para: cultivos, pastos y/o bosques y de conservación. Esta información se encuentra detallada en el Anexo H-III.

Asociamos los datos de las superficies tanto en porcentaje, como en hectáreas del total de la superficie que posee la Hda. “El Prado” y expuestas en las siguientes figuras:

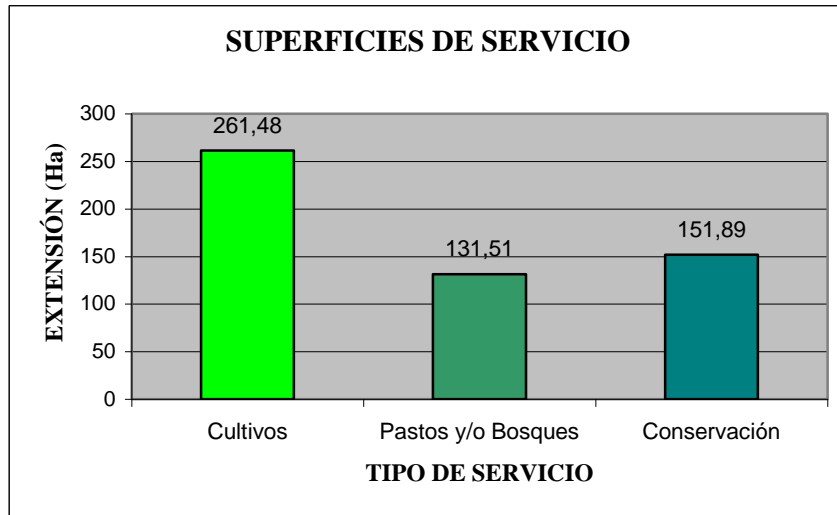


Figura No. 8.1. Superficies de servicio según estudio edafológico en Ha

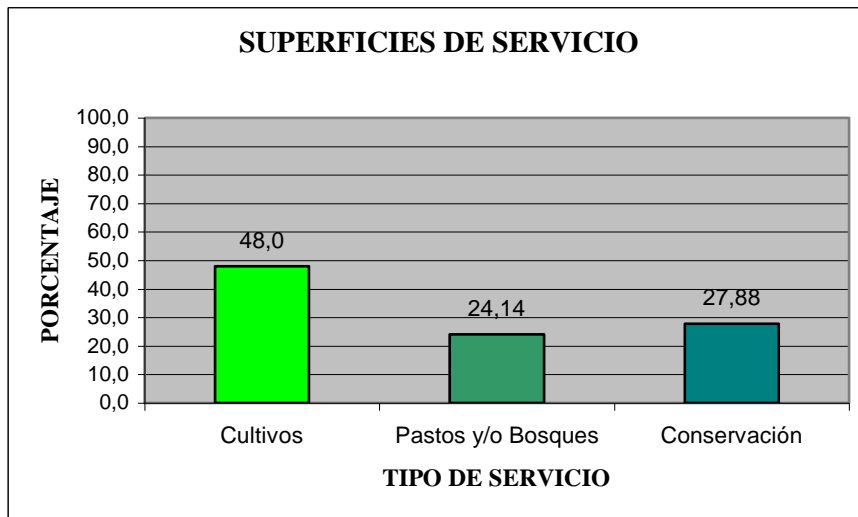


Figura No. 8.2. Superficies de servicio según estudio edafológico en porcentaje

NOTA: Según datos proporcionados por la administración del IASA I, la Hda. “El Prado” posee una superficie de 613,45 Ha, de las cuales 68,57 Ha corresponden áreas de implantación de instalaciones y caminos de circulación. De tal manera que la superficie de análisis del estudio edafológico se la realizó en 544,88 Ha.

8.4.2. Análisis de cultivos.

Para conocer los ingresos del IASA se hace necesario conocer que tipo de producción tiene en la actualidad y como se incrementaría a futuro con la influencia de una vía de

mejores características. A continuación se presenta en una figura los productos y las superficies sembradas:

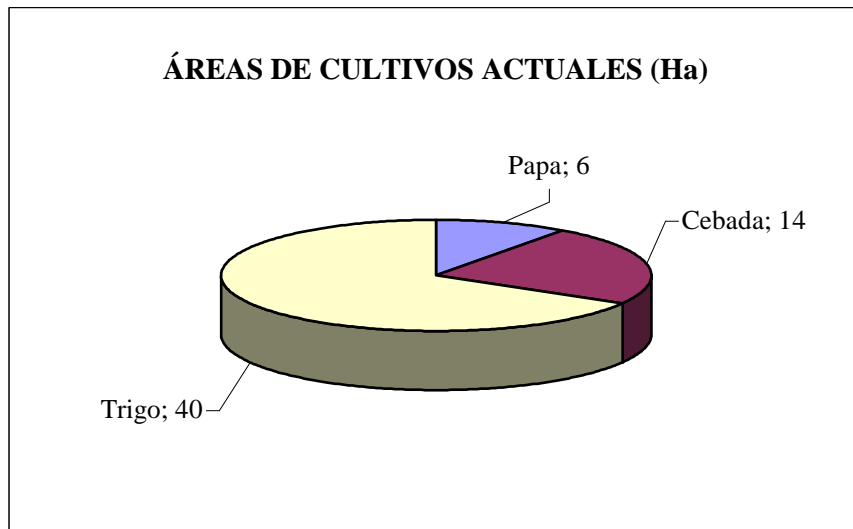


Figura No. 8.3. Áreas de cultivos actuales

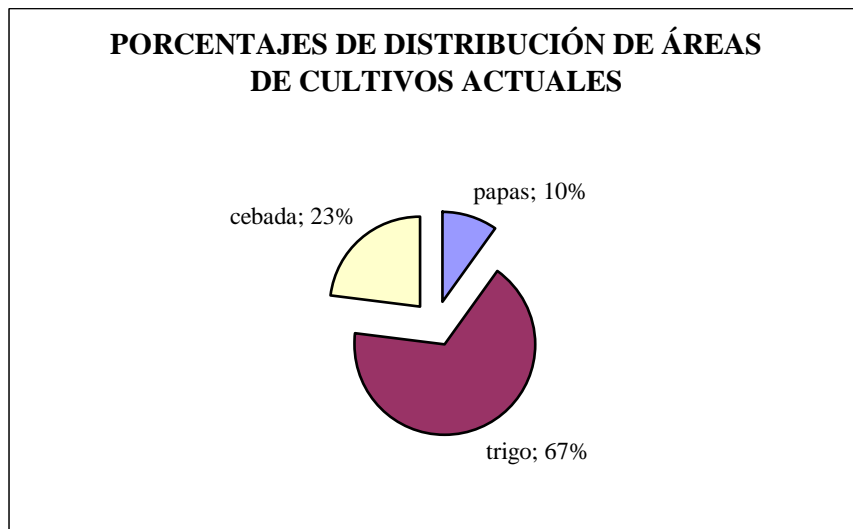


Figura No. 8.4. Porcentajes de distribución de áreas de cultivos actuales.

A estos productos se los consideran los que más reciben afectación con el mejoramiento de la carretera y que se proyecta como las de mayor crecimiento a futuro.

También consideramos que el pasto es parte de los sombríos pero los hemos separado en una figura diferente, debido a que se presentan superficies con dos usos. El primero es pastizales en donde se consideramos que en 1 Ha se pastorea con 5 vacas. El segundo

uso se enfoca a forraje por pacas, para el ganado de leche que se encuentra en el establo para el ordeño, también se usa para alimentar ganado que se encuentra con alguna enfermedad y se lo aísla para evitar una epidemia.

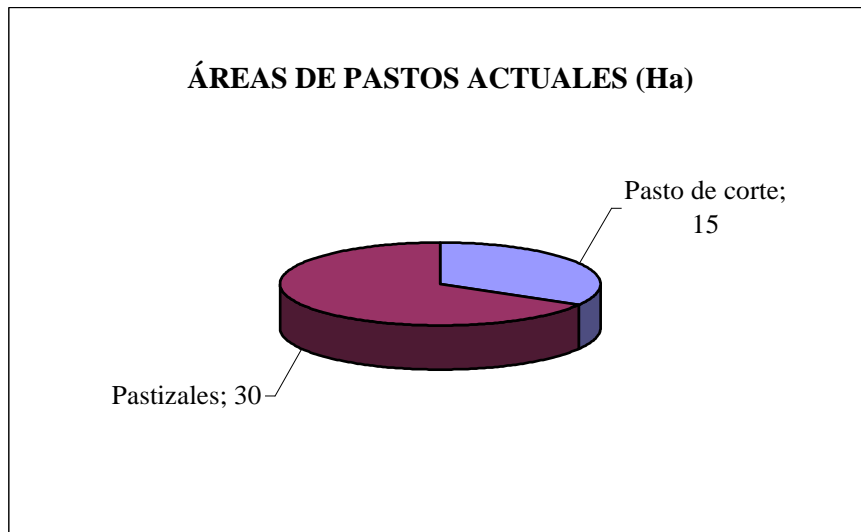


Figura No. 8.5. Áreas de pastos actuales en Ha.

Es importante que mencionemos los períodos de los cultivos, para obtener el volumen de producción anual de cada uno de ellos, como lo indicamos en la siguiente tabla:

Tabla No. 8.1. Períodos de cultivos.

Productos	Veces al año / Ha
Trigo	1
Cebada	1
Papa	2
Pastizales	Varias veces
Pasto de corte	3

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Con los datos del estudio edafológico respecto a las áreas aptas para cierto tipo de servicio y las áreas que actualmente se encuentran en producción, obtenemos las áreas que se conseguirían mejorar con la influencia del estudio de la vía de nuestro proyecto.

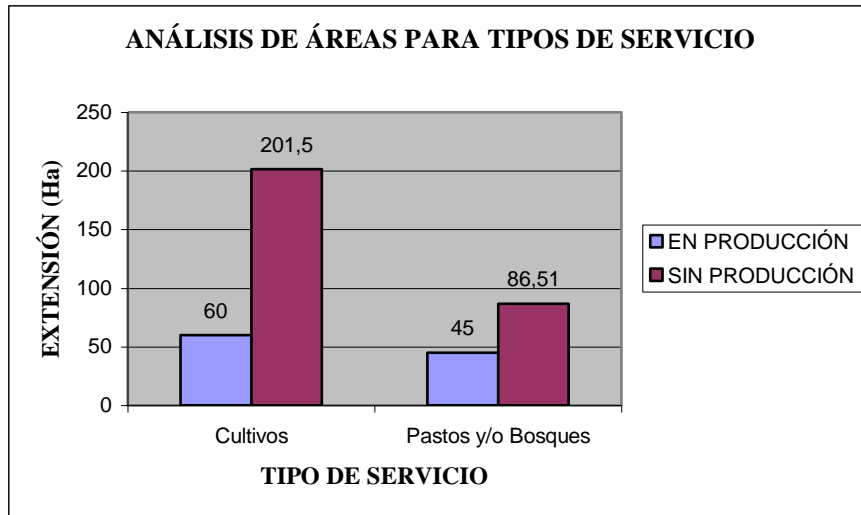


Figura No. 8.6. Análisis de áreas para tipos de servicio.

8.4.3. Análisis de producción.

Una vez que identificamos los tipos de productos y las áreas de producción actual, así como las proyectadas a futuro, el siguiente paso es determinar los ingresos que se presentan y como estos se incrementarían.

La información recopilada y calculada se detalla a continuación en las siguientes tablas:

Tabla No. 8.2. Información recopilada y calculada.

Producto	Unidades	Producción anual	Precios \$	Ingreso promedio anual \$
Papa	qq	4200	12,00	50400
Cebada	qq	630	8,00	5040
Trigo	qq	480	10,00	4800
Pasto de corte	pacas	1800	4,00	7200
Pastizales	-	-	-	-
TOTAL:				67440

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Para la producción de leche se tomaron datos de las ventas que se generaron en el transcurso de los primeros meses de este año y el precio es el establecido para la venta

en el sitio del ordeño. Por lo tanto el ingreso que obtenemos en la siguiente tabla es de los datos mensuales proyectados a ingresos anuales.

Tabla No. 8.3. Datos mensuales proyectados a ingresos anuales de producción de leche.

Producto	Unidades	Producción mensual	Producción anual	Precios \$	P.Total \$
Leche	Lt	25000	300000	0,30	90000
TOTAL:					90000

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

La producción de truchas esta de igual manera basado en datos de ventas de los últimos meses, con cierre trimestral y proyección anual. Si bien el incremento de la producción proporciona mayores ingresos estos no los consideramos en el estudio, debido a que no se cuenta con un plan estratégico de mejoramiento de la actividad por parte del IASA I.

Tabla No. 8.4. Datos mensuales proyectados a ingresos anuales de producción de truchas.

Producto	Unidades	Producción trimestral	Producción anual	Precios \$	P.Total \$
Truchas	Kilo	270	1080	3,50	3780
TOTAL:					3780

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

Existe un ingreso adicional en el IASA I sobre la venta de ganado ovino, pero estas ventas son ocasionales por lo tanto no pueden entrar al análisis de un ingreso que sea influyente para el proyecto.

Como se tiene determinado los ingresos que si pueden tomarse como significativos para financiar el proyecto, realizamos un análisis de su incremento como parte de la influencia de una mejor vía de acceso a Pailones. ANEXO H-IV y H-V.

Tabla No. 8.5. Datos finales del proyecto.

INVERSIONISTA	Espe	Espe	
PERIODO (Años)	20	25	
TASA MINIMA ACEPTABLE (TREMA)	15,00	13,00	
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	-128.483,63 \$	24.059,80 \$	
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	13,28%	13,28%	
PERIODO REAL DE RECUPERACION (PRRI)	-	1338052,89	7 años 2 meses
RELACIÓN BENEFICIO vs COSTO (RB/C)	-	3,79	

ELABORADO: GRUPO DE TESIS

El proyecto es viable porque cumple la condición que la TIR es mayor que la TREMA, se considera que el tiempo de retorno es corto para tal monto de inversión. La tasa mínima aceptable la obtuvimos de la suma de porcentajes que establece las entidades financieras siendo el 4,5% anual y sumada a un premio al riesgo de capitales de inversión del 8,5%.

8.5. CONCLUSIONES.

Nos propusimos tres alternativas de diseño geométrico, descartamos las menos convenientes considerando aspectos como economía, topografía y vía existente. La primera alternativa atraviesa altas elevaciones, a pesar de tener un recorrido muy aceptable con características geométricas muy recomendables, se la debe descartar debido a los altos costos que se necesitaría para la construcción de ésta, ya que se encuentra grandes cantidades de corte en roca e inclusive sería necesario la construcción de túneles. La tercera alternativa es muy parecida a la segunda alternativa (adoptada). Para la construcción de la tercera alternativa es necesario atravesar sembríos y pastos, así como el de realizar desbosques de importancia. En lo que a economía se refiere la segunda alternativa es la más óptima, escogemos esta ya que en su mayor parte sigue el trazado existente y aprovecha los cortes y rellenos realizados para la construcción de la vía actual, lo cual abarata en gran medida los costos de construcción.

En sectores en los cuales el diseño geométrico obliga a implementar velocidades por debajo de lo permitido colocamos las señalizaciones respectivas como lo podemos observar en los planos de señalización vial.

Debido a que es una rectificación de una vía existente, los aspectos ambientales no han sido afectados en mayor gravedad tomando muy en cuenta que el sector del IASA tiene una gran riqueza en biodiversidad.

En la hacienda El Prado actualmente se aprovecha 100 Ha de las 613.45 Ha, mediante la construcción de la carretera se tendrá mejor acceso a los terrenos del IASA y de esta manera según el estudio edafológico (ANEXO H-III) incrementaría la producción considerablemente.

Podemos concluir indicando que el proyecto es viable mediante la obtención de resultados positivos sobre el estudio financiero realizado, donde se indica que la influencia de la carretera permitirá incrementar las ventas en un 203 % respecto a lo actual sobre determinados tipos de productos que se dan en la hacienda El Prado.

De acuerdo a los estudios financieros que hemos realizado podemos concluir que el período de retorno de la inversión es de siete años dos meses, siendo indispensable manifestar que el estudio fue hecho para el período útil que es de 25 años.

En base a esta consideración podemos concluir que la construcción de la vía es necesaria ya que facilitará el transporte de productos agrícolas y ganaderos, disminuirá tiempos de viaje, incrementará la producción del sector y economizará el mantenimiento de los vehículos que circulen por el sector.

8.6. RECOMENDACIONES.

Un camino en óptimas condiciones no se lo consigue únicamente en la fase de construcción, es necesario poner un cuidado muy especial en la fase de operación y mantenimiento, se recomienda formar brigadas de trabajadores destinados al mantenimiento de la vía, vigilando la correcta limpieza, controlando la vegetación, el bacheo y demás características.

Se recomienda la utilización de la mina ubicada a un kilómetro del IASA para lo que a revestimientos de hormigón se refiere, no así para la elaboración de carpetas asfálticas ya que no cumple con las condiciones necesarias.

En el ensamblaje de las alcantarillas se deberá utilizar pistolas hidráulicas para la colocación de los pernos de presión.

De acuerdo a las normas la longitud de las alcantarillas deberá ser mayor al ancho de la vía.

Recomendamos un estudio detallado de las obras que se necesitan para el control y protección de taludes, ya que existen sectores en los cuales se presentan paredes altas y con riesgo de derrumbe.

Se recomienda la construcción de obras de protección para alcantarillas como muros y dientes para evitar la erosión y destrucción de obras básicas.

Para la colocación de la carpeta asfáltica se recomienda seguir las normas respectivas del MOP aplicando la temperatura necesaria.

La tubería de los subdrenes deberá ser perforada a 30° a partir de la horizontal para que drene el agua al tubo colector y luego evacue a la alcantarilla de una manera correcta.

La concientización y educación vial es de importancia extrema para evitar accidentes en la vía, se deberá inculcar el respeto a las normas y señalizaciones existentes a los usuarios.

Se recomienda cumplir con las condiciones financieras determinadas para el estudio como son el incremento mínimo del 2% anual para que el estudio cumpla con los objetivos propuestos.

