



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

***TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE, PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL***

TEMA:

**“LA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA VÍA
CAHUAJÍ-PILLATE-COTALÓ, PROVINCIAS DEL CHIMBORAZO-
TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL INCREMENTO EN EL
COSTO DE LA OBRA”**

AUTOR: MIGUEL ÁNGEL LASCANO PIZARRO

TUTOR: ING. M. SC. JUDITH BELTRÁN

AMBATO – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente tesis de grado realizada por el Sr. Miguel Ángel Lascano Pizarro egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi tutoría, el mismo que es un trabajo personal e inédito con el tema **“LA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA VÍA CAHUAJÍ-PILLATE-COTALÓ, PROVINCIAS DEL CHIMBORAZO-TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL INCREMENTO EN EL COSTO DE LA OBRA”**, una vez que se ha concluido satisfactoriamente la modalidad de trabajo estructurado de manera independiente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Julio del 2013

Ing. Judith Beltrán

TUTORA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORÍA

El contenido del presente trabajo de investigación así como las ideas y opiniones son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Ambato, Julio del 2013

.....
Sr. Miguel Ángel Lascano Pizarro
C.I. 180410101-0

DEDICATORIA

A DIOS,

Por ayudarme a terminar una etapa más en mi vida, dándome diariamente sabiduría, paciencia y fortaleza.

A MI PADRE MIGUEL,

Porque forjó mi espíritu y mi personalidad, encaminando mi vida hacia la felicidad.

A MI MADRE TANYA Y MIS HERMANAS PAMELA, CAMILA Y SOLEDAD,

Quienes estuvieron junto a mí en los momentos más difíciles, apoyándome y aconsejándome para ayudarme a terminar la carrera.

A MI ESPOSA ANA GABRIELA Y MIS HIJOS MIGUEL ALEJANDRO Y DANNA VALENTINA,

Por ser la razón de mi existencia, llenando mi vida cada segundo de amor y felicidad, son mi motivo por el cual estoy en este mundo.

A MI FAMILIA Y AMIGOS,

Todas quienes me apoyaron en la culminación de una nueva etapa de mi vida.

AGRADECIMINETO

A mis padres, hermanas, esposa y mis hijos, por apoyarme, aconsejándome diariamente, por darme amor incondicional, que finalmente sirvió para terminar una etapa más de mi vida profesional.

Agradezco a mis profesores, quienes impartieron conocimientos valiosos y me ayudaron para desenvolverse en el campo ocupacional.

A mi tutora, la ingeniera Judith Beltrán, dando un valioso aporte y disposición incondicional para la elaboración de mi proyecto de tesis.

A la Facultad de Ingeniería Civil, abriéndome sus puertas para tener una profesión digna.

MIGUEL

A. PAGINAS PRELIMINARES.....	Pág.
TITULO O PORTADA.....	I
APROBACIÓN POR EL TUTOR.....	II
AUTORIA DE LA TESIS.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
CONTENIDO DE TABLAS.....	XIV
CONTENIDO DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIX

B. INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....Pag

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	3
1.2.3 Prognosis	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 Preguntas directrices	4
1.3.2 Delimitaciones.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 Objetivo general	5
1.5.2 Objetivo específicos	5

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	8
2.4	RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	8
2.4.1	Supra ordenación de variables	8
2.4.2	Definiciones	9
2.4.3	Caminos y carreteras	9
2.4.3.1	Clasificación de las carreteras según el tipo de terreno.....	10
2.4.3.2	Clasificación de las carreteras según la función jerárquica.....	10
2.4.3.3	Clasificación de las carreteras según su jurisdicción	10
2.4.4	Elementos que conforman una vía	11
2.4.5	Diseño geométrico de carreteras	19
2.4.5.1	Curvas horizontales	19
2.4.5.2	Curva de transición.....	20
2.4.5.3	Peralte.....	21
2.4.5.4	Radio mínimo de curvatura	21
2.4.5.5	Curvas verticales	21
2.4.5.6	Curva vertical convexa.....	22
2.4.6	Diseño vial.....	22
2.4.6.1	Velocidad de diseño	22
2.4.6.2	El proceso de diseño.....	23
2.4.7	Características para la definición del trazado.....	23
2.4.7.1	Características humanas	23
2.4.7.2	Características del vehículo.....	24
2.4.7.3	Características de diseño	24

2.4.7.4 Relación con la velocidad de circulación.....	25
2.4.8 Diseño de la capa de rodadura.....	25
2.4.9 Actividades en la construcción de la vía.....	26
2.4.10 Aceptación de los trabajos.....	30
2.4.11 Planificación.....	31
2.4.12 Programación.....	32
2.4.13 Control de la obra.....	32
2.5 LA HIPÓTESIS.....	33
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	33
2.6.1 Variable independiente:.....	33
2.6.2 Variable dependiente:.....	33
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	
3.1 ENFOQUE.....	34
3.1.1 Modalidad de investigación.....	34
3.1.2 Nivel de investigación.....	34
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.2.1 Población o universo (N).....	35
3.2.2 Muestra (n).....	35
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	37
3.3.1 Variable independiente.....	37
3.3.2 Variable dependiente.....	38
3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	39
3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	40
3.5.1 Procesamiento de los datos.....	40
3.5.2 Interpretación de Datos.....	40

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LAS ENCUESTAS.....	41
4.2	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	48

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.....	49
5.2	RECOMENDACIONES.....	50

CAPÍTULO VI: LA PROPUESTA

6.1	DATOS INFORMATIVOS.....	51
6.1.1	Descripción del área del proyecto.....	51
6.1.2	Clima.....	53
6.1.3	Demografía.....	53
6.1.4	Actividad económica.....	53
6.2	Antecedentes de la propuesta.....	54
6.3	Justificación.....	55
6.4	OBJETIVOS.....	56
6.4.1	Objetivo general.....	56
6.4.2	Objetivos específicos.....	56
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	56
6.6	FUNDAMENTACIÓN.....	57
6.7	ANTECEDENTES.....	60
6.8	PROYECTO VIAL (estudio).....	61
6.9	SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA.....	124
6.10	BENEFICIO DE LA PLANIFICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN.....	146
6.11	METODOLOGÍA.....	152
1	ANÁLISIS AMBIENTAL.....	154
1.1	Beneficios del análisis ambiental.....	155

1.2	Medidas típicas de mitigación.....	157
2	PLANIFICACIÓN.....	159
2.1	Aspectos claves de la planificación.....	159
2.2	Indicadores de sitios problemáticos	162
3	ORGANIZACIÓN.....	165
3.1	(MTOPI 103-2.01) Iniciación y programación de los trabajos	168
3.2	(MTOPI 103-2.02) Personal, equipo y métodos de construcción	169
3.3	(MTOPI 103-2.06) Terminación de los contratos	171
3.4	Requerimientos de construcción	171
3.4.1	Permisos y licencias	171
3.4.2	Patentes y regalías	172
3.4.3	Ruinas y sitios históricos.....	172
3.4.4	Uso de explosivos.....	173
3.4.5	Protección ambiental	177
3.4.5.1	Protección de flora y fauna.....	178
3.4.5.2	Protección al suelo	181
3.4.5.3	Emisiones	184
3.4.5.4	Impacto visual	187
3.4.5.5	Residuos	188
3.4.5.6	Ruido	191
3.4.5.7	Vertido.....	195
3.4.6	Responsabilidad del contratista.....	197
3.4.7	Derecho de vía.....	198
3.4.8	Accidentes	199
3.4.9	Salubridad.....	200
3.4.10	Equipo	201

3.4.11	Supervisión de la obra (fiscalización)	202
3.4.12	Residentes de obra y asistentes	204
3.4.13	Personal	205
4	CONSTRUCCIÓN.....	206
4.1	Requerimientos del proyecto.....	207
4.1.1	Movilización.....	208
4.1.2	Topografía para la construcción.....	209
4.1.2.1	Requerimientos de la topografía	210
4.1.3	Control de calidad del proyecto	214
4.1.3.1	Plan de control de calidad	214
4.1.4	Muestreos y ensayos	216
4.1.5	Tránsito del público.....	216
4.1.6	Control de la erosión del suelo.....	219
4.1.6.1	Barreras filtrantes	221
4.1.6.2	Protección de la salida de la corriente.....	221
4.1.6.3	Corrientes de agua, protección y estabilización de taludes.....	222
5	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	225
5.1	Generalidades	225
5.2	Problemas más frecuentes de las explanaciones	226
5.3	Prácticas recomendadas para el movimiento de tierras.....	229
6	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.....	232
6.1	Generalidades	232
6.2	Causas para la desestabilización de un talud.....	232
6.3	Evidencias de la desestabilización de un talud.....	235
6.4	Prácticas recomendadas para la construcción de taludes	236
7	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.....	244

7.1	La sub-rasante	244
7.1.1	Problemas al no estabilizar una sub-rasante.....	244
7.1.2	Mejores prácticas para estabilizar una sub-rasante	245
7.2	La sub-base.....	247
7.2.1	Clasificación de la sub-base	247
7.2.2	Funciones de la sub-base.....	248
7.2.3	Mejores prácticas para la construcción de la sub-base.....	248
7.3	La base.....	250
7.3.1	Clasificación de la base	251
7.3.2	Mejores prácticas para la construcción de la base.....	251
7.4	El pavimento asfáltico	252
7.4.1	El pavimento flexible	253
7.4.2	Mejores prácticas para la construcción de pavimentos flexibles	254
7.4.2.1	Tratamiento superficial	254
7.4.2.2	Riego de adherencia (material bituminoso ligante).....	256
7.4.2.3	Carpeta asfáltica	256
8	DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN.....	258
8.1	Drenaje	258
8.1.1	Tipos de drenaje	259
8.1.1.1	Drenaje longitudinal	259
8.1.1.2	Las cunetas	259
8.1.1.3	Drenaje transversal.....	260
8.1.1.4	Alcantarillas	260
8.1.2	Mejores prácticas para el drenaje de carreteras.....	260
8.2	Estructuras de retención	266
8.2.1	Tipos de estructuras.....	266

8.2.1.1 Muros macizos rígidos	266
8.2.1.2 Muros macizos flexibles.....	268
8.2.1.3 Tierra reforzada	269
8.2.1.4 Estructuras ancladas	270
8.2.1.5 Estructuras enterradas	271
9 MAQUINARIA VIAL.....	272
9.1 Bulldozers o tapadoras	272
9.2 Motoniveladora	274
9.3 Excavadora	275
9.4 Retroexcavadora.....	276
9.5 Cargadores frontales.....	276
9.6 Compactadores y vibro compactadores.....	277
9.7 Camiones	278
1.0 BIBLIOGRAFÍA.....	27680
2.0 ANEXOS.....	2783

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla N°2.1 Relación-función, clase MTOP y tráfico.....	9
Tabla N°2.2 Clasificación nacional de las vías.....	11
Tabla N°2.3 Tipos de vehículo	24
Tabla N°2.4 Clasificación de superficies de rodadura.....	25
Tabla 6.1 Tabla de coordenadas.....	51
Tabla 6.9.1 Movimiento de tierras abscisas y volúmenes.....	138
Tabla 6.9.2 Evaluación de ripabilidad 1	139
Tabla 6.9.3 Evaluación de ripabilidad 2	139
Tabla 6.9.4 Evaluación de ripabilidad 1	140
Tabla 6.9.5 Evaluación de ripabilidad 2	140
Tabla 6.9.6 Evaluación de Ripabilidad – Presupuesto.....	141
Tabla 6.9.7 Presupuesto estimado.....	141
Tabla 6.9.8 Presupuesto Real.....	142
Tabla 6.9.9 Cronograma contrato.....	142
Tabla 6.10.1 Volumen de excavación del proyecto.....	148
Tabla 1.1 Etapas del análisis ambiental.....	155
Tabla 3.1 Residuos con obligaciones adicionales	189
Tabla 4.1 Tolerancias en las mediciones para la construcción y el estacado.....	213
Tabla 5.1 Clasificación de las estructuras de tierra y/o roca.....	226
Tabla 7.1 Tipos de tratamientos superficiales.....	254
Tabla 8.1 Ventajas y desventajas de los muro rígidos	267
Tabla 8.2 Ventajas y desventajas de los muro macizos flexibles.....	268
Tabla 8.3 Ventajas y desventajas de la tierra reforzada.....	269
Tabla 8.4 Ventajas y desventajas de las estructuras enterradas	270

Tabla 8.5 Ventajas y desventajas de las estructuras enterradas.	271
Tabla 9.1 Ventajas y desventajas entre tractores neumáticos y orugas.....	273
Tabla 9.2 Principales diferencias entre excavadoras sobre ruedas o cadenas.....	275

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura N°2.1: Elementos que conforman una vía	12
Figura N°2.2: Tipos de vehículo.....	26
Figura N°2.3: Principales actividades en la construcción de una vía.....	33
Figura 6.9.1 Sección transversal abscisa 3+000 perfil de estudio.....	124
Figura 6.9.2 Sección transversal abscisa 3+000 perfil real	125
Figura 6.9.3 Sección transversal abscisa 3+500 perfil de estudio.....	126
Figura 6.9.4 Sección transversal abscisa 3+500 perfil real.....	127
Figura 6.9.5 Sección transversal abscisa 4+000 perfil de estudio.....	128
Figura 6.9.6 Sección transversal abscisa 4+000 perfil real.....	129
Figura 6.9.7 Sección transversal abscisa 4+500 perfil de estudio	130
Figura 6.9.8 Sección transversal abscisa 4+500 perfil real.	131
Figura 6.9.9 Sección transversal abscisa 5+000 perfil de estudio.....	132
Figura 6.9.10 Sección transversal abscisa 5+000 perfil real.....	133
Figura 6.9.11 Sección transversal abscisa 5+500 perfil de estudio.....	134
Figura 6.9.12 Sección transversal abscisa 5+500 perfil real.....	135
Figura 6.9.13 Sección transversal abscisa 6+000 perfil estudio	136
Figura 6.9.14 Sección transversal abscisa 6+000 perfil real.....	137
Figura 6.9.15 Variante Laurelpalmba.....	144
Figura 6.9.16 Variante las Queseras.....	145
Figura 2.1 Caminos de bajo impacto comparados con los de alto impacto.....	161
Figura 2.2 Principales fallas en un camino.....	162

Figura 3.1 Organización para un buen control de calidad.....	167
Figura 3.2 Relación equipo de partidas de control de calidad	168
Figura 3.3 Principales impactos durante la construcción vial.....	178
Figura 3.4 Ubicar una trampa de grasas.....	183
Figura 3.5 Una conducción eficiente.....	186
Figura 3.6 Cambiar un producto de limpieza tóxico.....	190
Figura 3.7 Colocar contenedores para cada tipo de residuos	190
Figura 3.8 La maquinaria y equipos.....	192
Figura 3.9 Contaminación de agua.....	195
Figura 3.10 Prevención de la contaminación de aguas	196
Figura 3.11 Derecho de vía	198
Figura 3.12 Implementos de seguridad	199
Figura 3.13 Hay que tener buenas condiciones laborales	200
Figura 3.14 Implementos de seguridad.....	206
Figura 4.1 El corte través de la topografía.....	209
Figura 4.2 Adecuándose a la topografía.....	209
Figura 4.3 Opciones de cierre de camino.....	219
Figura 4.4 Opciones típicas para el drenaje de superficie de caminos.....	220
Figura 4.5 Tipos comunes de estructuras de control.....	221
Figura 4.6 Detalle de la protección a la salida de una alcantarilla.....	222
Figura 4.7 Colocación de muros de retención.	223
Figura 4.8 Colocación de muros de retención hechas en roca	224
Figura 5.1 Partes o elementos principales de una explanada o terraza.....	226
Figura 5.2 Drenaje superficial básico del camino	230

Figura 6.1 Corte tipo de un talud	232
Figura 6.2 Sobre excavación de un talud.....	233
Figura 6.3 Taludes muy escarpados	233
Figura 6.4 Condiciones hidrogeológicas.....	234
Figura 6.5 Perforación muy cercana, posible rotura de superficie.....	234
Figura 6.6 Modos de rotura de un talud	235
Figura 6.7 Disminución de inclinación de un talud	236
Figura 6.8 Excavando en la cabeza del talud.....	237
Figura 6.9 Drenes	239
Figura 6.10 Estructura de pilotes y micro pilotes	240
Figura 6.11 Detalle de un anclaje.....	240
Figura 7.1 Partes de sub-rasante.....	244
Figura 7.2 Aplicación de geotextil	246
Figura 7.3 Estados físicos de suelos y agregados	249
Figura 7.4 Estructura del pavimento, ubicación de la base.....	250
Figura 7.5 Estructura del pavimento flexible.....	253
Figura 7.6 Tipos de tratamientos superficiales con gravilla.	256
Figura 7.7 Ajuste de la barra rociadora.....	257
Figura 7.8 Ajuste de la barra rociadora.....	257
Figura 7.9 Proceso constructivo de la capa asfáltica.....	258
Figura 8.1 Tipos de cunetas	259
Figura 8.2 Partes de una alcantarilla	260
Figura 8.3 Protección a la entrada y salida de una alcantarilla	262
Figura 8.4 Drenes transversales de alcantarillas	262
Figura 8.5 Alineación de alcantarillas.....	263
Figura 8.6 Salida de una alcantarilla con enrocado protector	264

Figura 8.7 Proteja la descarga del tubo de alcantarilla.....	264
Figura 8.8 Tipo común de estructura de caída	265
Figura 8.9 Tipos de muros rígidos	267
Figura 8.10 Tipos de muros flexibles.....	268
Figura 8.11 Tipos de estructuras de tierra reforzada.....	269
Figura 8.12 Tipos de estructuras ancladas.	270
Figura 8.13 Tipos estructuras enterradas	271

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

**“LA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA VÍA
CAHUAJI-PILLATE-COTALÓ, PROVINCIAS DEL CHIMBORAZO-
TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL INCREMENTO EN EL
COSTO DE LA OBRA”**

Autor: Miguel Ángel Lascano Pizarro.

Fecha: Ambato, julio del 2013.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló entre las provincias de Chimborazo y Tungurahua, bajo el tema “La planificación del sistema constructivo en la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló, provincias del Chimborazo Tungurahua y su incidencia en el incremento en el costo de la obra”.

Luego de analizar los distintos factores que intervienen en la construcción de una obra vial, en este caso la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló, se ha visto la necesidad de realizar una planificación adecuada, mostrando varios aspectos fundamentales que entran en la construcción como son: Ambiental, social, económico, relación costo-beneficio.

En esta investigación, el trabajo de campo se realizó mediante la utilización de instrumentos de recolección de información, como son la encuesta e investigación bibliográfica, encuestas que fueron realizadas a personas beneficiadas por la construcción de la vía y a profesionales de ingeniería civil especializados en la rama de vías y transporte terrestre, la investigación bibliográfica se realizó en guías y manuales para la construcción de caminos.

Esta planificación contiene imágenes y fotos relacionadas con la construcción de caminos, presenta técnicas y métodos adecuados que ayudarán a tener un proyecto vial económico, rentable, reduciendo posibles impactos ambientales durante su ejecución.

Finalmente se recomienda tanto a egresados de la carrera de ingeniería civil como a ingenieros civiles, la utilización de esta guía, que facilitará y dará una mejor comprensión en lo que es la construcción de vías.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

La planificación del sistema constructivo de la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló, provincias del Chimborazo-Tungurahua y su incidencia en el incremento en el costo de la obra.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Las carreteras dentro de nuestro contexto histórico han existido desde el principio de las civilizaciones, ya que éstas permitían la comunicación entre ellas. Dentro de las primeras civilizaciones que se tiene registro los primeros en desarrollar carreteras fueron probablemente los mesopotámicos hacia el año 3500 A.C, seguidos de los chinos los cuales fueron desarrolladores de un sistema de carreteras durante el siglo XI A.C; los Incas construyeron una avanzada red de caminos, los cuales recorrían todo el sistema montañoso de los Andes e incluían corredores cortados por roca sólida.

Los ingenieros británicos Thomas Telford y John McAdam y un ingeniero francés, Pierre Marie Jérôme Trésaguet, fueron los desarrolladores de revolucionarias técnicas de construcción de caminos.

El avance regional y económico, está ligado a las infraestructuras viales y a otros factores de desarrollo, siendo prioritario la inversión y la pronta construcción de las

vías definiendo su configuración, ubicación y forma geométrica de todos los elementos; de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente y los requerimientos de la sociedad, es decir que su construcción sea sostenible y los beneficios esperados sean mucho mayores que los costos.

La gran irregularidad topográfica de nuestro país y el rápido desarrollo de los centros urbanos han determinado que las vías de comunicación requieran con gran frecuencia de ciertas construcciones; como el concepto de crear un sistema seguro y funcional de transporte terrestre y de tránsito en el Ecuador, la construcción de carreteras y la planificación de nuevas rutas deben tomar en cuenta aspectos topográficos, geológicos y geotécnicos, así como las necesidades económicas del área afectada y los posibles impactos positivos y negativos al medio ambiente.

Los consejos provinciales de Chimborazo y Tungurahua se orientan a mejorar los principales ejes viales a través del rediseño de las vías existentes, que presenta en su gran mayoría caminos vecinales que deben ser mejorados, ya que el tráfico en la zona central del país es afectado por el transporte pesado, es por eso que la construcción de la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló, considerada de segundo orden que conecta poblaciones rurales como son Penipe, Bilbao, sector de los Pájaros, Baños y Pelileo, beneficiando a 80.000 habitantes de las dos provincias, como también a varios sectores productivos como son el agrícola, ganadero, avícola, etc. Las nuevas leyes establecidas conjuntamente con el plan nacional del buen vivir, han hecho de las obras viales un factor muy importante para el desarrollo, es por esto que en la construcción de esta vía se pretende implementar las herramientas necesarias para realizarla, teniendo en cuenta aspectos técnicos y métodos constructivos vigentes normados por el ministerio de obras públicas, códigos y normas que intervienen en el aspecto vial, logrando mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

1.2.2 Análisis crítico

Esta investigación va enfocada a la planificación del sistema constructivo de la vía Cahujá-Pillate-Cotaló, ya que es una vía de comunicación muy importante que une a las provincias de Chimborazo y Tungurahua, promoviendo el comercio de productos agrícolas, ganaderos, etc. Servirá también como ruta alterna para la salida emergente de vehículos en caso de una repentina erupción del volcán Tungurahua, además será utilizada como ruta turística debido a que se pueden observar hermosos paisajes, es por esto que la construcción de esta vía se la debe hacer de una forma urgente y que entre en funcionamiento.

Es fundamental planificar y controlar el avance de la construcción de la vía que se realizará de forma correcta, eficaz y ordenada, llevando un control del equipo, personal, supervisión de avance de la obra, hasta su terminación y entrega de la misma.

1.2.3 Prognosis

Se pretende implementar una planificación adecuada para la construcción de la vía Cahujá-Pillate-Cotaló, la cual será una pauta para la construcción de un proyecto vial basado en técnicas y métodos con los cuales, se ejecutará un proyecto con más rapidez, también con estas prácticas se pretende evitar retrasos en la construcción de la vía, así como controlar los impactos a producirse.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo la planificación del sistema constructivo de las vías de segundo orden puede reducir el incremento en el costo de la obra?

1.3.1 Preguntas directrices

- ¿Cuál es el objetivo de la planificación para la construcción de un camino de segundo orden?
- ¿Cuáles son las mejores prácticas recomendadas para la construcción de un camino de segundo orden?
- ¿Cómo se encuentra la vía en la actualidad, su construcción es la adecuada?

1.3.2 Delimitaciones

1.3.2.1 Delimitación del contenido

El presente trabajo de investigación pertenece a la ingeniería civil y su módulo ingeniería en vías y transporte terrestre.

1.3.2.2 Delimitación temporal

El trabajo de investigación propuesto será desarrollado durante el periodo de marzo del 2013 - agosto del 2013.

1.3.2.3 Delimitación espacial

El trabajo de investigación tendrá como objeto de estudio la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló entre las provincias de Chimborazo y Tungurahua.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Para que un camino rural cumpla con todas las expectativas de la gente, ya sea por su función, por su ubicación, por su diseño o por su forma de construcción, este debe planificarse de una manera respetuosa con el medio ambiente así como cumplir leyes, normas y requisitos técnicos que faciliten y economicen su construcción, es por esto que se pretende guiar al personal técnico en la ejecución adecuada de un camino de segundo orden, brindando herramientas necesarias en lo que se refiere a la legislación vigente, aspectos técnicos, económicos y distribución de recursos, con el fin de mejorar la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Realizar el estudio de la planificación del sistema constructivo de la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló provincias del Chimborazo-Tungurahua y su incidencia en el incremento en el costo de la obra.

1.5.2 Objetivo específicos

- Analizar la metodología de la construcción de la obra vial.
- Analizar el cronograma de ejecución de los trabajos a realizarse en la vía.
- Analizar las diferentes normas, reglamentos, especificaciones que intervienen en la construcción de una vía.
- Diagnosticar como incide social y económicamente una construcción adecuada de un camino de segundo orden.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se han revisado estudios similares en la facultad de ingeniería civil y mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, encontrando las siguientes conclusiones:

- En la investigación del ing. Jesús Murillón Duarte, bajo el tema “Guía Metodológica para el Diseño y Construcción de Carreteras” se concluye: “Al terminar este trabajo se espera ayudar a muchos compañeros y futuros ingenieros que en su formación puedan contar con el apoyo de esta guía metodológica, y con esto se logre una mejor comprensión de las materias de vías terrestres, ya que cuenta de manera sintetizada con algunos de los procesos que incluye el desarrollo de una carretera, tanto en campo (proceso constructivo) y gabinete (proyecto geométrico)”

- En la investigación del ing. René Alexander Rodríguez González bajo el tema “Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo” se concluye que “La propuesta de un modelo de gestión de conservación vial, en el cual se administre de manera que las redes viales ofrezcan niveles de servicio óptimo, con rapidez, seguridad y comodidad, permitirá que los costos de operación vehicular disminuyan en relación a los costos que se generen, al transitar en una red vial sin mantenimiento y en

pésimas condiciones, lo cual es beneficioso para los usuarios viales”, otra conclusión muy importante es que “Una vía, tendrá un buen funcionamiento durante el periodo de diseño, si y solo si, los factores como son los estudios y diseños definitivos y a su vez la construcción, fue realizada correctamente, para lo cual se debe concientizar al personal técnico, para que desarrollen los proyectos con los más altos grados de confiabilidad. A su vez se complementa con un programa de conservación, el cual deberá necesariamente aplicarse en el momento justo y con las acciones necesarias, el desfase de esta situación, provocará, realizar actuaciones inferiores a las requeridas y por lo tanto la destrucción de la vía, o por otra parte se pueden realizar acciones prematuras, provocando inversiones innecesarias”

- En la investigación del ing. Darío Sebastián Llamuca Benalcázar bajo el tema “Manual de control en la construcción de estructuras Hidráulicas-Viales que permitirá mejorar el proceso de fiscalización en zonas frágiles en la provincia de Tungurahua”, se concluye que “La construcción de las estructuras hidráulicas viales cumpliendo las etapas de control de un procedimiento adecuado, garantizan la conservación de la vía y evitan el deterioro de los recursos naturales” además “La guía de control en el proceso constructivo es el factor más importante para alcanzar la calidad de la obra”.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

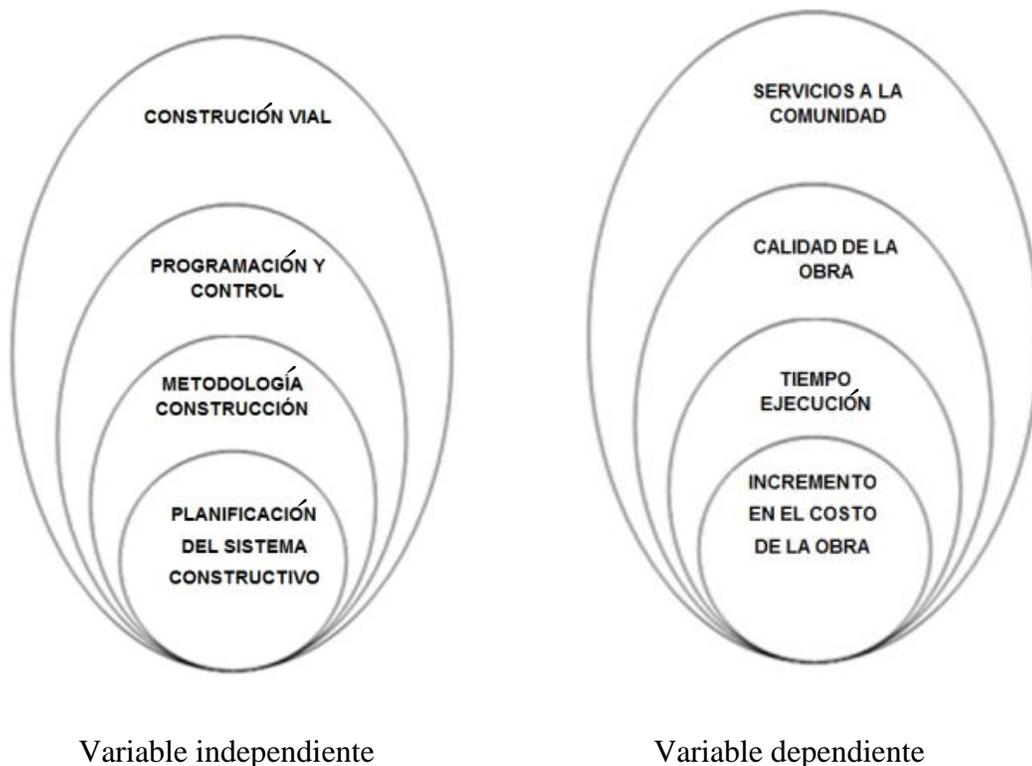
El presente trabajo de investigación enfoca el paradigma neo-positivista, predominan los métodos cualitativos ya que tiene como objetivo analizar la planificación del sistema constructivo para construir mejores caminos, teniendo un mayor beneficio económico, reduciendo el impacto ambiental.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Los fundamentos legales tomados como referencia para el presente trabajo de investigación se encuentran en las especificaciones del ministerio de transporte y obras públicas (MTOP), en el diseño geométrico de carreteras y en el instituto ecuatoriano de normalización (INEC), normas AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes (MOP-001-F-2002), manual de especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (EG-CBT-2008).

2.4 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Supra ordenación de variables



2.4.2 Definiciones

2.4.3 Caminos y carreteras

Se acostumbra definir como camino a las vías rurales y carreteras con afluencia de tráfico considerable.

Se puede definir como carretera a la adaptación de una faja sobre la superficie del terreno que cumpla con los requerimientos para la circulación de los vehículos para la cual es acondicionada.

Tabla N°2.1 Relación-función, clase MTOP y tráfico

RELACIÓN FUNCIÓN, CLASE MTOP Y TRÁFICO.		
FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MTOP)	TPDA (1) (año final de diseño)
CORREDOR ARTERIAL	R-I ó R-II (2)	> 8.000
	I	3.000 – 8.000
COLECTORA	II	1.000 – 3.000
	III	300 – 1.000
VECINAL	IV	100 - 300
	V	< 100

Notas:

(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.

(2) RI-RII-Autopistas

Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP-2003 Pág. 23 Capítulo III Tráfico.

2.4.3.1 Clasificación de las carreteras según el tipo de terreno

Llano (Ll): Un terreno presenta su topografía llana cuando en su trazado no predominan las pendientes.

Ondulado (O): Este terreno presenta pendientes sin exceder, con las pendientes longitudinales en el trazado.

Montañoso (M): Un terreno presenta su topografía montañosa cuando las pendientes predominan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpado cuando la pendiente es mayor al 50%.

2.4.3.2 Clasificación de las carreteras según la función jerárquica

Corredores arteriales: De calzadas separadas, con control total de accesos autopistas y de calzadas separadas, con control parcial de accesos autovías.

Vías colectoras: Son las de clase I, II, III, y IV; de acuerdo a su importancia están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

Caminos vecinales: Son las carreteras IV y V, incluyen todos los caminos rurales que no estén dentro de las denominaciones anteriores.

2.4.3.3 Clasificación de las carreteras según su jurisdicción

Tomando en cuenta que la red nacional es el compendio de todas las carreteras que pertenecen al territorio ecuatoriano y se clasifican de la siguiente manera:

1) **Red vial estatal:** Son las vías que se encuentran administradas por el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) como la unidad responsable.

2) **Red vial provincial:** Son las vías administradas por el Honorable Consejo Provincial en cada provincia.

3) **Red vial cantonal:** Ésta agrupa todas las vías urbanas e inter-parroquiales administradas por los consejos municipales.

Tabla N°2.2 Clasificación nacional de las vías

CLASIFICACIÓN NACIONAL	ORGANISMO ADMINISTRADOR	DESCRIPCIÓN
Red vial estatal.	Ministerio de transporte y obras públicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Corredores arteriales. • Caminos de mediana jerarquía funcional que conectan capitales de provincia. • Caminos de acceso a corredores arteriales. • Pasos laterales • Arteriales urbanos.
Red vial provincial.	Concejos provinciales.	<ul style="list-style-type: none"> • Vías intercantonales. • Caminos terciarios. • Caminos vecinales.
Red vial cantonal.	Cantones.	<ul style="list-style-type: none"> • Vías urbanas. • Vías interparroquiales.

Fuente: Clasificación de la Red Vial Estatal. Google

2.4.4 Elementos que conforman una vía

Las carreteras están conformadas por la sección transversal, la vista y los nudos. El camino constituye una franja longitudinal que puede ser definida mediante la proyección en planta de su eje longitudinal.

La planta del camino está constituida por una serie de alineaciones rectas enlazadas por alineaciones curvas.

El perfil longitudinal forma una línea poligonal con vértices redondeados mediante curvas parabólicas (cambios de rasante).

La sección transversal está integrada por: La calzada que es la zona destinada a la circulación de vehículos, se divide en franjas longitudinales que se llaman carriles y se distinguen mediante líneas pintadas en el pavimento:

a) El arcén o espaldón es la franja longitudinal de la carretera y sirve para que los vehículos puedan realizar breves detenciones fuera de la calzada.

b) La berma o franja longitudinal de la carretera comprendida entre el borde exterior del arcén pavimentado y la cuneta, es utilizada para colocar la señalización, la iluminación, las barreras de seguridad, etc.

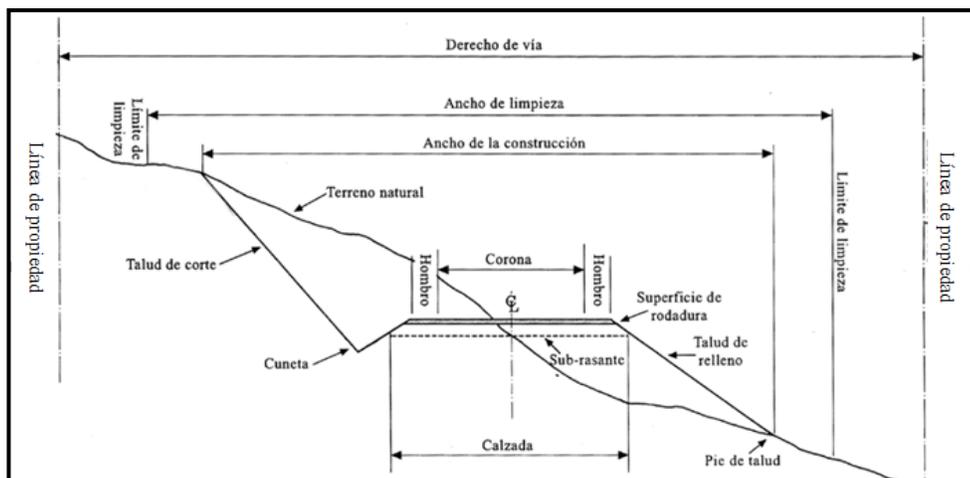


Figura N°2.1 Elementos que conforman una vía. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar.

Acarreo libre: Es el traslado de materiales excavados hasta una distancia determinada, sin derecho a una compensación adicional por este trabajo.

Áridos o agregados: Nombre genérico para distintos conjuntos de partículas minerales, de diferentes tamaños. En la estructura de la vía tenemos: Grava, arena, limo, arcilla.

La grava: Está formada por grandes granos minerales con diámetros mayores de $\frac{1}{4}$ de pulgada hasta 6 pulgadas. Las piezas grandes se llaman piedras, cuando son mayores a 10 pulgadas se llaman morrillos.

La arena: Se compone de partículas minerales que varían aproximadamente desde $\frac{1}{4}$ de pulgada a 0.002 pulgadas en diámetros.

El limo: Consiste en partículas minerales naturales, más pequeñas de 0.02 pulgadas de diámetro, las cuales carecen de plasticidad y tienen poca o ninguna resistencia en seco.

La arcilla: Contienen partículas de tamaño coloidal que producen su plasticidad. La plasticidad y resistencia en seco están afectadas por la forma y la composición mineral de las partículas.

Asfalto natural: Asfalto formado naturalmente por la migración de petróleos hacia la superficie terrestre, seguida o combinada con la volatilización de sus componentes más ligeros y que se los encuentra mezclados, en mayor o menor proporción, con materia mineral.

Asfalto rebajado: Es un cemento asfáltico, líquido a la temperatura ambiente, que se obtiene durante el proceso de refinación del petróleo o calentando y diluyendo un cemento asfáltico, mediante la adición de un destilado volátil del mismo petróleo:

nafta, gasolina, kerosén, aceites combustibles, aceites diésel o combustibles para propulsión a chorro.

Calzada: La parte del camino donde circulan los vehículos, incluyendo los carriles auxiliares, pero excluyendo los espaldones.

Capa vegetal: Se refiere a toda la vegetación que cubre una determinada área a ser excavada o rellenada; incluye la vegetación cobertora menor (hasta aproximadamente 1m de alto) y la capa de suelo con mayor concentración de raíces, nutrientes y microorganismos.

Capa ligante: Cuando una capa de hormigón asfáltico tiene un espesor superior a siete centímetros (7 cm) es conveniente construirla en dos capas: La inferior recibe el nombre de ligante o de nivelación y la superior, de rodadura o superficie.

Concreto asfáltico: Es una mezcla en planta de cemento asfáltico con agregados minerales.

Derecho de vía: Concepto jurídico que faculta la ocupación, en cualquier tiempo, del terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos. La amplitud del "derecho de vía" será determinada por la autoridad competente, en el acuerdo de aprobación del proyecto de la obra, y generalmente se extenderá a cada lado del camino y hacia afuera, una y media veces el ancho de la obra básicamente terminada. Estas medidas se tomarán en los rellenos desde el pie inferior de los taludes; y en los cortes, desde el borde superior de los mismos.

Estructura: Arreglo o disposición de materiales o elementos de construcción que, de acuerdo con el "proyecto de ingeniería", integran el todo, la parte fundamental o una de las partes principales de una obra. se consideran estructuras los: puentes, edificios,

alcantarillas, cloacas, cunetas, atarjeas, sumideros, cisternas de desagüe, muros de contención, entibados, bocas de inspección, tuberías de servicio, subdrenajes, drenajes para cimentación y otros artículos o particularidades que pueden necesitarse durante la ejecución de los trabajos y no se han incluido en otros conceptos.

Estructura superior o súper estructura: Toda porción de una estructura que no sea la parte denominada subestructura.

Subestructura: Conjunto de los diferentes elementos de la construcción, estructurales, que integran la cimentación desplantada en el suelo previamente excavado transmitiendo cargas.

Hormigón (o concreto): Mezcla de áridos, de especificada granulometría, y un agente ligante. El tipo general de hormigón se define según la clase de ligante empleado y/o el elemento o aditivo que le confiere características especiales (hidráulico, asfáltico, armado, epóxico).

Humedad natural: Contenido total de agua de una capa de suelo en condiciones naturales.

Roca: Material mineral sólido que se encuentra en estado natural, en grandes masas o fragmentos y que requiere de explosivos para su explotación.

Zona del camino: Faja física de terreno comprendida entre los límites del "derecho de vía".

Zona lateral del camino: Faja de terreno comprendida entre el límite exterior de la zona del camino y la arista externa, del mismo lado, de la "obra básica".

Carretera: Camino que se diseña y se construye con especificaciones adecuadas para un tránsito vehicular importante.

Talud de corte: Es la cara artificial o el talud cortado en suelo o en roca a lo largo del borde interior del camino.

Talud del relleno: Talud inclinado que abarca desde el borde exterior del acotamiento del camino hasta el pie (parte inferior) del relleno. Ésta es la superficie que se forma donde se deposita el material para la construcción del camino.

Terraplén (relleno): Material excavado que se coloca sobre la superficie de un terreno preparado para construir la sub-rasante del camino y la plantilla de base del camino.

Terreno natural (nivel del terreno natural): La superficie del terreno natural que existía antes de la afectación y/o de la construcción del camino.

Mejoramiento: El proceso mediante el cual se mejora el estándar de un camino existente o se altera para permitir una mayor capacidad y un recorrido más seguro por parte de un mayor volumen de tránsito.

Quebrada: Un canal de erosión formado por el escurrimiento superficial concentrado que es generalmente mayor que un metro cuadrado en área de sección transversal (1 m de profundidad por 1 m de ancho). Las quebradillas generalmente se forman en donde la superficie del camino o dique de escurrimiento se desvía hacia pendientes erosivas, sin protección, o rellenos sueltos.

Sedimentación (sedimento): Suelo, generalmente arcilla, limo y/o arena, que es erosionado del terreno o de caminos pobremente construidos y llega a un arroyo o a

una corriente de agua, disminuyendo por lo general la calidad del agua en los ríos, arroyos y lagos.

Suelos erosionables: Suelos que son relativamente susceptibles a la erosión y al movimiento ocasionado por el impacto de las gotas de lluvia al caer y por los escurrimientos superficiales. Es de todos conocido que los suelos finos granulares sin cohesión tales como arenas finas derivadas de la descomposición del granito, limos o arenas finas, son conocidos por ser muy propensos a la erosión.

Medidas físicas de control de la erosión: Medidas que no son de origen vegetal usadas para controlar la erosión, tales como el blindaje del suelo con enrocamiento de protección, barreras contra sedimentos transportados por agua, esteras tejidas, gaviones, extendido o colocación de hileras de desperdicio vegetal de explotaciones forestales o de materiales leñosos, etc., así como para controlar el agua mediante estanques de sedimentación, cunetas de drenaje revestidas, etcétera.

Estructura de detención: Presa pequeña construida en una garganta o zanja para disminuir la velocidad del flujo, para minimizar la socavación en el canal y para atrapar sedimentos.

Estructura de drenaje: Estructura instalada para controlar, desviar o conducir el agua hacia fuera o a través de un camino, incluyendo pero no limitándose a alcantarillas, puentes, zanjas de drenaje, vados y drenes transversales empedrados.

Plataforma del camino: En una carretera terminada, la parte que incluye la calzada, los espaldones y cualquier margen (bermas) entre los espaldones y las aristas internas de las cunetas o de los taludes.

Suelo o terreno: Capa de sedimentos y otras acumulaciones de partículas sólidas, sin cohesión (arcillas, arenas, gravas, etc., y mezclas de ellas) provenientes de la

desintegración física y química de las rocas y que puede contener o no materia orgánica.

Talud: Superficie inclinada de un corte, de un terraplén o un muro.

Zona del camino: Faja física de terreno comprendida entre los límites del “derecho de vía”.

Zona lateral del camino: Faja de terreno comprendida entre el límite exterior de la zona del camino y la arista externa, del mismo lado, de la “obra básica”.

Sub-base: Esta es la capa secundaria de distribución de la carga y que subyace a la capa de base. Normalmente está constituida por un material que tiene una menor resistencia y durabilidad que la del material usado en la base, por ejemplo, grava natural sin procesar, grava y arena o una mezcla de grava, arena y arcilla.

Sub-rasante: La superficie del cuerpo del terraplén sobre la cual se colocan las capas de sub-base, base o superficie de rodadura.

En el caso de caminos sin una capa de base o sin capa superficial, esta parte del cuerpo de terraplén se convierte en la superficie final de rodadura, la sub-rasante está generalmente al nivel del material *in situ*.

Capa de rodadura (superficie de rodadura, rodamiento): Es la capa superior de la superficie del camino sobre la cual circulan los vehículos. Deberá ser durable, podrá tener una alta resistencia al resbalamiento y, en general, deberá ser impermeable al agua superficial. Las superficies de rodadura podrán ser construidas con el material local, agregados, capas selladoras o asfalto

Desmoronamiento: Proceso en el cual el material grueso de la superficie del camino se suelta y se separa de la base del camino debido a falta de ligante o a una granulometría pobre del material. El término también se aplica a un talud en el cual la roca o el material grueso se afloja y rueda por el talud del corte o del relleno.

2.4.5 Diseño geométrico de carreteras

El diseño geométrico es una de las partes más importantes dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, ya que en él se determina la ubicación y forma geométrica definida para los elementos de la carretera, de manera que sea funcional, segura, agradable, estética, económica y amigable con el medio ambiente.

2.4.5.1 Curvas horizontales

Se clasifican en curvas circulares simples, compuestas y reversas.

- **Curvas circulares simples:** Así se denomina a un arco de círculo simple que empalma dos tangentes.
- **Curvas circulares compuestas:** Están formadas por dos o más curvas circulares simples de radios diferentes. Se emplean principalmente con el fin de obtener que el eje de la vía se ajuste lo más posible al eje del terreno; tienen notables ventajas cuando el trazado se desarrolla en terrenos montañosos, pues en algunos casos se hace necesario emplear dos, tres o más curvas simples de radio diferente.
- **Curvas circulares reversas:** Son aquellas que pudiendo tener el mismo radio siguen un sentido inverso. Estas curvas son poco utilizadas y sólo se justifica cuando deben evitarse grandes movimientos de tierra.

2.4.5.2 Curva de transición

Una curva de transición aumenta gradualmente la curvatura, eliminando de esta forma un cambio brusco en la velocidad de desplazamiento lateral de los vehículos.

Debe situarse una curva de transición o espiral entre tangentes, en cada extremo de una curva simple y entre las curvas simples de una curva compuesta.

La longitud de la espiral debe ser tal que dé a los pasajeros tiempo para adaptarse a la fuerza centrífuga desbalanceada, sin sentir un movimiento brusco al entrar o salir de la curva.

Las principales ventajas que ofrecen las curvas de transición son:

- a) Las curvas de transición diseñadas adecuadamente ofrecen al conductor una trayectoria fácil de seguir de manera que la fuerza centrífuga se incremente y decrezca gradualmente conforme el vehículo entre en la curva circular y sale de ella.
- b) La longitud de la curva de transición permite un adecuado desarrollo del peralte cumpliéndose aproximadamente la relación velocidad-radio, para el vehículo circulante.
- c) Cuando la sección transversal necesita ser ensanchada a lo largo de una curva circular, la curva de transición también facilita la transición del ancho.

2.4.5.3 Peralte

Cuando un vehículo sigue la trayectoria de una tangente y pasa a la de la curva, al recorrer ésta aparece la fuerza centrífuga que origina dos peligros de estabilidad para el vehículo en movimiento:

- El peligro de deslizamiento transversal y el peligro del vuelco.
- El primero se presenta cuando el coeficiente de rozamiento transversal μ_t no es suficiente para que $P \cdot \mu_t$ sea mayor que la fuerza centrífuga F_c , y el segundo se presenta cuando el momento de F_c es mayor que el momento del peso del vehículo.

Para evitar los peligros mencionados es necesario peraltar las curvas.

2.4.5.4 Radio mínimo de curvatura

El radio mínimo de las curvas horizontales es un valor límite para una velocidad de diseño dada y se lo determina al máximo peralte admisible y coeficiente de rozamiento transversal.

2.4.5.5 Curvas verticales

Los elementos que constituyen el perfil longitudinal de la sub-rasante deben enlazarse por medio de las curvas verticales, convexas o cóncavas, de longitud variable. Así pues, las curvas verticales se emplean para pasar gradualmente de un tramo en que la sub-rasante tiene una pendiente determinada a otro en que la pendiente es diferente, pudiendo presentarse dos casos: Uno en que vamos subiendo y luego bajamos, denominado cima, y el otro en el cual se baja y luego se sube llamado columpio.

Únicamente se proyectará una curva vertical cuando la diferencia algebraica entre dos pendientes sea mayor de 0.5%, ya que en los casos de diferencia igual o menor a la indicada, el cambio es tan pequeño que en el terreno se pierde durante la construcción.

La curva que mejor satisface el cambio gradual de una tangente a otra es la parábola, porque si se intercala la rama de una parábola entre los dos puntos, se obtiene una variación uniforme de pendiente y además la entrada y la salida resultan suavizadas porque en ellas la variación de pendiente es la mitad que para el resto de la curva.

2.4.5.6 Curva vertical convexa

La longitud mínima de las curvas verticales se determina sobre la base de los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo.

2.4.6 Diseño vial

2.4.6.1 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. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada

tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos.

Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto.

La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente.

2.4.6.2 El proceso de diseño

El proceso de diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial, necesarios para la seguridad vial.

Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente al período de diseño.

2.4.7 Características para la definición del trazado

Los parámetros fundamentales que se deben considerar en todo trazado de carreteras son las siguientes:

2.4.7.1 Características humanas

Se refieren a la visión, percepción, aspectos psicológicos, eficacia, fatiga, aspectos fisiológicos, tiempos de percepción y reacción del conductor. Para el Ecuador, se

consideran tiempos de percepción de 1 seg y de reacción de 2 seg; alturas del ojo del conductor de 1.05m para vehículos livianos, 2.0 m para vehículos pesados y del obstáculo de 0.2 m.

2.4.7.2 Características del vehículo

Las características geométricas son las indicadas en el tabla 2.3 (categoría y detalles), están de acuerdo a normas internacionales.

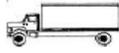
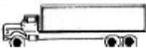
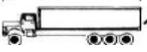
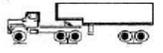
CATEGORÍA DE TIPO DE VEHÍCULOS		
VEHÍCULO	CATEGORÍA	DETALLES
	C - 2 - P	LLANTAS TRASERAS
	C - 2 - G	2 EJES Y 4 LLANTAS TRASERAS
	C - 3	UN TANDEN
	C - 4	UN TRIDEN
	C - 5	DUOTANDEN
	C - 6	UN TANDEN Y TRIDEN

Tabla N°2.3: Tipos de vehículo **Fuente:** Normas de diseño geométrico-2003.

2.4.7.3 Características de diseño

Los parámetros que determinan las características de diseño de una carretera son la velocidad, la visibilidad, el radio de curvatura horizontal, la distancia de parada, el gradiente, la capacidad de flujo y nivel de servicio, las intersecciones, y las facilidades intermedias.

2.4.7.4 Relación con la velocidad de circulación

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

2.4.8 Diseño de la capa de rodadura

Según el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT - 001 - F - 2002 (2002 - I-10), establece a la capa de rodadura como la capa superior de la calzada, de material especificado, designado para dar comodidad al tránsito.

Tabla N°2.4 Clasificación de superficies de rodadura

Clase de carretera	Tipos de superficie.
RI o RII más de 8000 TPDA	Alto grado estructural, carpeta asfáltica u hormigón.
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural, carpeta asfáltica u hormigón.
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural intermedio, carpeta asfáltica o triple tratamiento.
III 300 a 1000 TPDA	Bajo grado estructural, doble tratamiento superficial bituminoso.
IV 100 a 300 TPDA	Grava
V menos de 100 TPDA	Grava, empedrado, tierra.

Fuente: MTOP 2002, Pág. 236

2.4.9 Actividades en la construcción de la vía

En la construcción de una vía se trata siempre de que la línea quede alojada en terreno plano la mayor extensión posible, pero siempre conservándola dentro de la ruta general. Esto no es siempre posible debido a la topografía de los terrenos y así cuando llegamos al pie de una cuesta, la pendiente del terreno es mayor que la máxima permitida para ese camino y es necesario entonces desarrollar la ruta. Debido a estos desarrollos necesarios y a la búsqueda de pasos adecuados es por lo que los caminos resultan de mayor longitud de la marcada en la línea recta entre dos puntos. Sin embargo, debe tratarse siempre, hasta donde ello sea posible, que el alineamiento entre dos puntos obligados sea lo más recto que se pueda de acuerdo con la topografía de la región y de acuerdo también con el tránsito actual y el futuro del camino a efecto de que las mejoras que posteriormente se lleven a cabo en el alineamiento no sean causa de una pérdida fuerte al tener que abandonar tramos del camino en el cual se haya invertido mucho dinero. Es decir, que hay que tener visión del futuro con respecto al camino para evitar fracasos económicos posteriores, pero hay que tener presente también que tramos rectos de más de diez kilómetros producen fatiga a la vista y una hipnosis en el conductor que puede ser causa de accidentes.



Figura N°2.2 Principales actividades en la construcción de una vía, **Fuente:** Ing.Enrique Malcuori.

1) Desbroce

Es imprescindible en el trazado inicial eliminar el material vegetal superficial de forma tal que quede completamente libre de materia orgánica. A partir de ese terreno limpio y seco se comienza la construcción del terraplén de tierra que constituye la base del camino a construir. Cuanto más alto sea respecto al terreno mejor, pues lo alejaremos de la humedad superficial. Esto a veces no resulta fácil por la necesidad de mover tierra de los lados, cosa que puede estar limitada por alambrados ya existentes o la pérdida de material por erosión en caminos viejos. En esos casos conviene acarrear material de otras áreas empleando traíllas o mediante el empleo de camiones con volcadora.

2) Movimiento, empuje y excavación de tierra

Para realizar la limpieza y la construcción de los terraplenes conviene el uso de motoniveladoras automotrices o en su defecto palas de tiro o de enganche para tractor. En estos últimos casos el empleo de una excéntrica u otro equipo que pique y remueva parte del terreno facilita el traslado del material puesto que esos equipos carecen de la potencia necesaria para hacerlo.

Para aquellos trabajos más complejos el empleo de retroexcavadoras permite cubrir desniveles importantes y preparar las cabeceras de calzadas, así como la instalación y acondicionamiento de caños. Por este motivo el conocimiento de lo que puede hacer cada equipo, su rendimiento y su mejor uso son elementos que el asesor debe conocer y considerar en la ejecución de los trabajos.

3) Construcción de terraplenes

Debe tenerse especial cuidado en el ancho de fundación del terraplén, está en función de la altura, por lo general se emplea un talud con una relación de 1:2 lo que significa que cada talud se desplazará horizontalmente dos veces la altura. Si por ejemplo vamos a construir un camino de ancho final de 3m y 0,5 de altura, en sus bordes cada talud se desplazará 1m, debiendo tener la fundación un ancho mínimo de 5 m. dejando un margen adicional para las cunetas.

Cuando se construye el terraplén debemos darle la misma forma y pendiente que va a tener al finalizarse el camino y resulta conveniente lograr una adecuada compactación que permita el drenaje hacia las banquetas de cualquier posible filtración.

Es aconsejable preparar el terraplén y dejar un tiempo la obra hasta que el suelo se asiente para luego volver a repasarlo ajustando el diseño, puesto que es normal que el suelo se mueva y se pierda la forma. En esta segunda etapa la compactación y el trabajo de nivelación son fundamentales.

4) Construcción de taludes y cunetas

Los caminos se deterioran normalmente por el paso de los vehículos, o por efecto del agua o ambos. Los escurrimientos, son el problema principal a resolver, pues depende de ello la durabilidad estructural del camino.

Los escurrimientos deben estar controlados mediante la construcción de cunetas, éstas deberán estar libres de obstáculos y presentar superficies planas en la zona de escurrimiento. Cuanto mayor la circulación de agua o la pendiente, mayor deberá ser la superficie plana inferior para evitar el efecto erosivo del agua.

Los taludes protegen obras de ingeniería, contra los daños causados por el escurrimiento del agua o el avatar de las ondas de un lago, río, o mar contra sus márgenes.

5) Sub-base, base y capa de rodadura

Uno de los mejores materiales para construir caminos lo constituye la piedra molida del tipo que se emplea en el tendido de las rieles del ferrocarril de aproximadamente unos 5 cm de tamaño. Ese material se emplea en la base del camino en un espesor de no menos de 10 cm, sobre el cual una vez compactado conviene aplicar una capa de alrededor de 20 cm de materiales más finos para lograr una mejor superficie de circulación. Es preferible el uso de piedra partida en lugar de cantos rodados, para la base porque mejora la resistencia a la compresión generando estructuras más estables. El riesgo implícito es que si esa piedra se coloca mal y aflora a la superficie, puede dañar vehículos o las pezuñas de los animales.

En relación al empleo de materiales para el camino conviene para ello utilizar las canteras municipales puesto que se trata de materiales ensayados y probados, pero si se tiene más cerca otra fuente de similares características se ahorraría en la distancia del flete. En algunas ocasiones la combinación de un material de menor calidad para el armado de la base y una cobertura de mejor material resultan en una solución adecuada al tema de los costos.

La estructura debe proporcionar al usuario una superficie de rodadura que sea segura, cómoda y cuyas características permanezcan durante el período de servicio, deben tener una textura apropiada para el rodamiento con una fricción tal que su superficie de rodadura, evite el deslizamiento y un color adecuado para evitar los reflejos y deslumbramientos, de igual forma debe ser resistente a la fatiga ocasionada por las cargas del tránsito previsto durante un período suficientemente largo de tiempo y la fatiga producida o generada por la intemperie.

Finalmente repartir las presiones verticales ejercidas por las llantas de los vehículos, de tal manera que a la sub-rasante solo llegue una pequeña fracción, compatible con su capacidad de soporte, además protegerla de la acción del clima; precipitaciones, cambios de temperatura, acción erosiva del viento, heladas y deshielos, entre otros.

6) Conservación

Todos los caminos requieren mantenimiento y recarga de material. Uno de los principales problemas se genera por la circulación de los vehículos que tiende a crear huellas o áreas deprimidas que ocasionan que circule el agua sobre el camino al encontrarse los bordes por encima del nivel de la huella.

Esto requiere trabajar con motoniveladora para retornar la forma del camino y borrar esas huellas. En general la primavera o comienzo de verano es la mejor época puesto que el material mantiene cierto nivel de humedad que ayuda en los trabajos de escarificación y compactación.

2.4.10 Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el contratista disponga de todos los permisos especificados en el contrato.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el contratista.

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos, de acuerdo a esta especificación.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.
- Comprobar que el contratista aplique las acciones y los procedimientos constructivos y las disposiciones sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales especificados en el contrato.

2.4.11 Planificación

La planificación consiste en una estrategia para poder abordar eficazmente la materialización del proyecto, la que puede ser entendida como un modelo de la ocurrencia de los distintos eventos que deben ocurrir para materializar la obra.

Para llevar a cabo la planificación es necesario un estudio detallado del proyecto: planos, especificaciones técnicas, bases de construcción, cubicaciones, costos, etc.; requisitos para obtener una división del proyecto en etapas y actividades que conformen, en forma lógica y secuencial, la obra.

Los objetivos de la planificación son entablar una estrategia de construcción, crear un elemento de coordinación y finalmente establecer un patrón de comparación con la ejecución de la obra.

Para que un proyecto de caminos tenga éxito, cada uno de los pasos del proceso de gestión de caminos debe llevarse a cabo. Las etapas básicas son las siguientes:

- Planificación;
- Ubicación;
- Levantamiento topográfico;
- Diseño;
- Construcción;
- Mantenimiento.

Si se llega a omitir una de estas etapas, el comportamiento de un camino puede resultar deficiente, incumplir sus expectativas, fallar prematuramente, o causar impactos ambientales innecesariamente altos.

Sin una planificación y una buena ubicación, un camino puede no servir adecuadamente a sus usuarios o pueden ubicarse en una zona problemática.

2.4.12 Programación

La programación es el método para establecer la duración, costos y plazos de las actividades de la planificación, adjudicando a cada uno de los pasos fechas de construcción y destacar las relaciones que existen entre ellas.

2.4.13 Control de la obra

El control de la obra comienza cuando empieza a ejecutarse ésta, vale decir, se realiza una comparación entre la programación y los avances en terreno de la construcción de la obra, con lo cual se logra una retroalimentación constante entre la programación y la ejecución de ella. A lo anterior se le denomina ciclo de control.

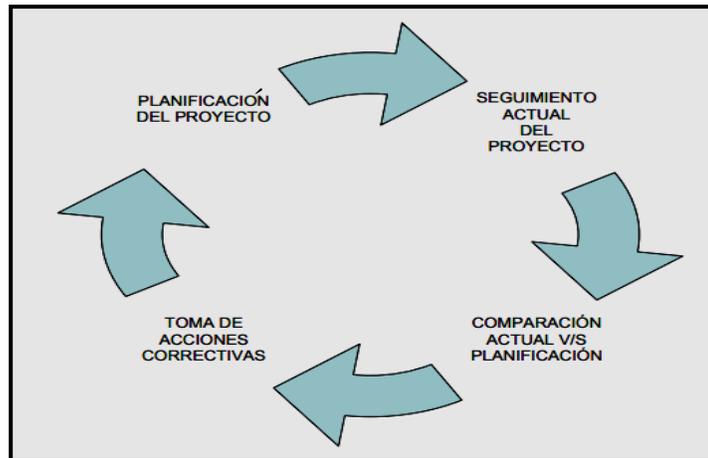


Figura N°2.3 Principales actividades en la construcción de una vía. **Fuente:** Google.

2.5 LA HIPÓTESIS

La planificación del sistema constructivo para caminos de segundo orden permitirá reducir el incremento en el costo de la obra.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable independiente:

La planificación del sistema constructivo para caminos de segundo orden.

2.6.2 Variable dependiente:

Reducir el incremento en el costo de la obra.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

Para el presente proyecto, la información recolectada es de tipo cualitativo, ya que se busca un mejor control en la construcción de un camino rural con las prácticas más recomendadas, enfocándose en el inventario vial, estableciendo el equipo utilizado en la construcción, analizando el personal y verificando los trabajos básicos en obra.

3.1.1 Modalidad de investigación

Modalidad de campo: Porque se necesita tomar información de los factores que entran en la construcción de las vías que permitirá la elaboración del proyecto de tesis.

Modalidad bibliográfica: Se necesita verificar, comparar y poner en prácticas distintos sistemas constructivos para implantarlos en el proyecto.

3.1.2 Nivel de investigación

El presente trabajo de investigación tendrá tres niveles de investigación que son los siguientes:

Nivel descriptivo: En el proyecto se necesita indicar los factores que llevan a la construcción de una vía óptima, siguiendo las especificaciones necesarias para su construcción.

Nivel exploratorio: Se utiliza este nivel pues se trata de implementar un estudio adecuado para la construcción de la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló analizando los diferentes factores que intervendrán en ésta.

Nivel explicativo: Porque aquí se tomarán muy en cuenta los métodos y procesos constructivos para realizar la construcción de la obra de una forma ordenada, eficaz y cumpliendo con las especificaciones necesarias.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población o universo (N)

El universo que tomaremos para el presente estudio será la población beneficiada por la obra; dato obtenido por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte en las expropiaciones realizadas.

3.2.2 Muestra (n)

Para realizar el cálculo de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{Z^2 * P * Q + N * e^2}$$

N = tamaño de la muestra. Se tomará la población beneficiada que es de 600 habitantes.

P = Probabilidad de ocurrencia 0.95

Q = Probabilidad de no ocurrencia 1-0.95=0.05

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, se lo toma en relación al 95% de confianza equivalente a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del encuestador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

$$n = \frac{1.96^2 * 0.95 * 0.05 * 600}{1.96^2 * 0.95 * 0.05 + 600 * 0.05^2}$$

$$n = 65$$

Por lo tanto, la muestra será de 65 habitantes.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Variable independiente

La planificación del sistema constructivo para caminos de segundo orden.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
La planificación del sistema constructivo de caminos de segundo orden se refiere a organizar, simplificar y planificar los métodos constructivos para poder elaborar un proyecto vial.	Metodología. Construcción.	Planificación obra.	¿Cómo la planificación, ayuda en el proceso constructivo?	Reportes, estudios realizados. Observación directa, libros de obra.
		Obra civiles.	¿Cómo la obra civil, trabajadores, equipo caminero ayudan a optimizar una obra?	Planos constructivos.
	Personal.			
	Programación y Control.	Equipo caminero.		

3.3.2 Variable dependiente

Reducir el incremento en el costo de la obra.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Reducir costos significa optimizar los materiales de construcción, equipos y personal.	Tiempo de ejecución. Calidad de obra.	Cronograma de trabajo. Investigación bibliográfica.	¿Revizando el cronograma de trabajo y los libros de obra se puede facilitar la construcción?	Planillas. Fichaje. Planos constructivos. Herramientas computacionales. Libro de obra.

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Preguntas Básicas	Explicación
1.- ¿Para qué?	Para facilitar la construcción de un camino.
2.- ¿De qué población?	De documentos como planos, informes, otros, proporcionados por las personas involucradas en el proyecto.
4.- ¿Quién lo ejecutará?	La investigación será realizada por Miguel Ángel Lascano Pizarro.
5.- ¿Cuándo lo ejecutará?	Desde marzo del 2013 hasta agosto del 2013.
6.- ¿Dónde se realizará?	Se realizará en la construcción de la Vía Cahuaji-Pillate-Cotaló.
8.- ¿Qué técnicas de recolección?	Mediante la observación, fichaje.
9.- ¿Con qué?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Encuestas ✓ Planos constructivos ✓ Planillas ✓ Reportes ✓ Ensayos ✓ Herramientas computacionales

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.5.1 Procesamiento de los datos

- Revisión de la información recolectada.
- Tabulación de la información mediante gráficos estadísticos.
- Gráficos de resultados estadísticos.
- Análisis de los resultados estadísticos.
- Interpretación de resultados.

3.5.2 Interpretación de Datos

- Análisis de la información obtenida.
- Verificación de la hipótesis planteada.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LAS ENCUESTAS

Para la interpretación de los resultados se procedió a realizar la tabulación de 65 habitantes del sector, usando como instrumento un cuestionario, con preguntas referentes a la construcción de la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló, obteniendo los siguientes resultados:

Pregunta 1

¿Cree usted que la vía es segura, rentable y práctica de acuerdo con las necesidades de la zona?

SI	NO	TOTAL	%SI	%NO	%TOTAL
22	43	65	34	66	100

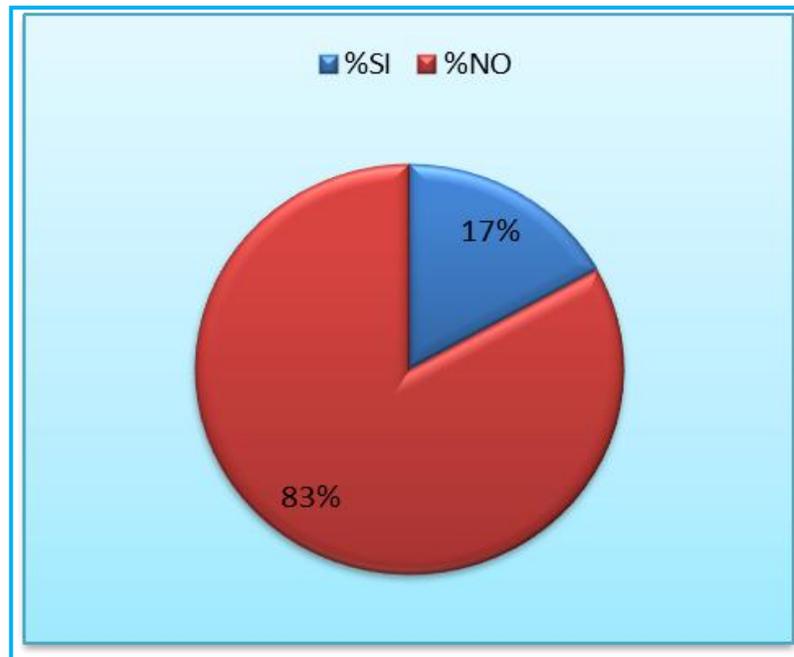


Con la muestra obtenida se determinó que de los 65 habitantes, 22 habitantes que corresponden al 34% creen que el diseño de la vía es segura, rentable y práctico de acuerdo con las necesidades de la zona, mientras que 43 representando el 66% habitantes no están de acuerdo con esto.

Pregunta 2

¿Cree usted que se ha considerado el mejoramiento de las zonas sensibles (taludes, laderas escarpadas, zonas húmedas, etc.)?

SI	NO	TOTAL	%SI	%NO	%TOTAL
11	54	65	17	83	100

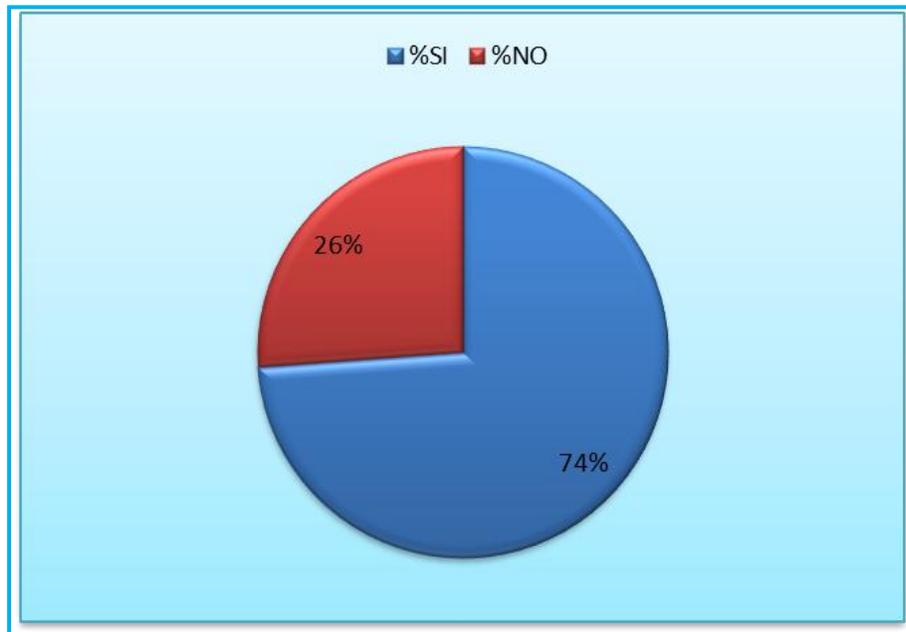


Con la muestra obtenida se determinó que de los 65 habitantes, 11 habitantes que corresponden al 17% creen que si se ha considerado el mejoramiento de zonas sensibles; 54 habitantes que corresponde al 83% dicen que no se ha considerado dicho mejoramiento.

Pregunta 3

¿Cree usted que la utilización de equipo pesado produce ruido que afecta a los habitantes del sector?

SI	NO	TOTAL	%SI	%NO	%TOTAL
48	17	65	74	26	100

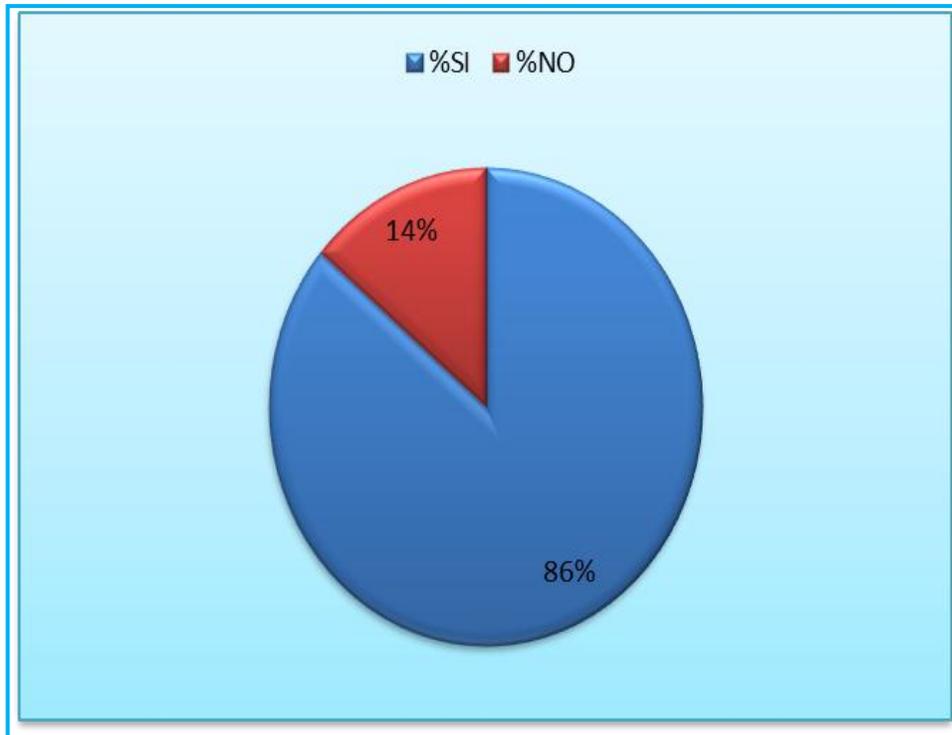


Con la muestra obtenida se determinó que de los 65 habitantes, 48 que corresponden al 74% manifiestan que el equipo pesado utilizado afecta a los habitantes, mientras que 17 que representan el 26% eligieron que la utilización de equipo pesado no afecta a los habitantes.

Pregunta 4

¿Cree usted que el movimiento de tierras afecta la calidad del agua de la zona?

SI	NO	TOTAL	%SI	%NO	%TOTAL
56	9	65	86	14	100



Con la muestra obtenida se determinó que de los 65 habitantes, 56 habitantes que corresponden al 86% creen que al realizar movimiento de tierras afecta la calidad del agua de la zona, mientras que 9 habitantes que representan el 14% creen que el movimiento de tierras no afecta la calidad del agua.

Pregunta 5

¿El control ambiental que se presenta en la construcción de la vía es el adecuado?

SI	NO	TOTAL	%SI	%NO	%TOTAL
21	44	65	32	68	100

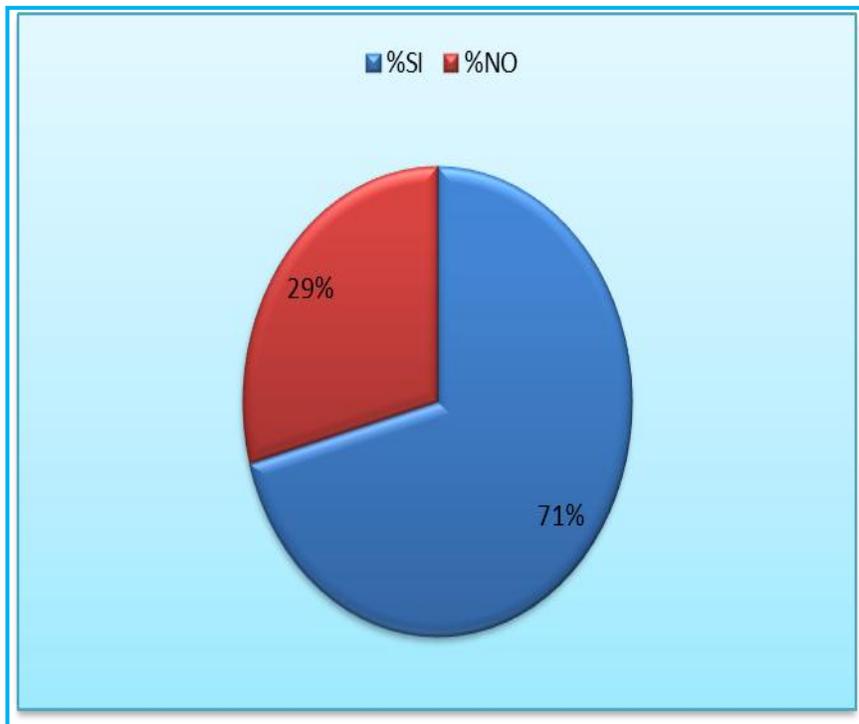


Con la muestra obtenida se determinó que de los 65 habitantes, 21 habitantes que corresponden al 32% creen que hay un control ambiental adecuado mientras que 44 habitantes que representa el 68% creen que el control ambiental en la construcción de la vía es inadecuado.

Pregunta 6

¿Existe alteración innecesaria de grandes extensiones de terreno?

SI	NO	TOTAL	%SI	%NO	%TOTAL
46	19	65	71	29	100

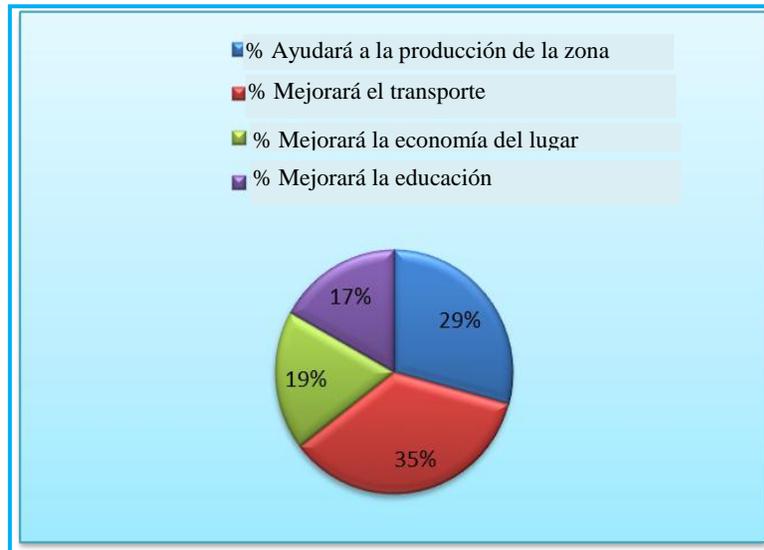


Con la muestra obtenida se determinó que de los 65 habitantes, 46 habitantes que corresponden al 71% opinan que existe alteración innecesaria de grandes extensiones de terreno, 19 habitantes que corresponde al 29% creen que no existe alteración innecesaria de terreno.

Pregunta 7

¿Cuál sería el beneficio que usted obtendría en la ejecución del proyecto?

PREGUNTAS	CANTIDAD	%SUBTOTAL
Ayudará a la Producción de la zona	19	29
Mejorará el transporte	23	35
Mejorará la economía de lugar	12	19
Mejorará la educación	11	17
TOTAL	65	100

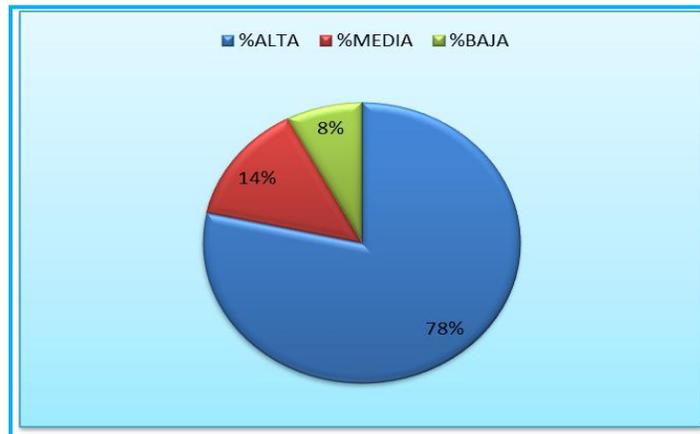


Con la muestra obtenida se determinó que de los 65 habitantes, 19 habitantes que corresponden al 29% creen que la construcción de la vía ayudará a la producción de la zona, 23 habitantes que corresponden al 35% creen que mejorará el transporte, 12 habitantes que corresponden al 9% creen que mejorará la economía, 11 habitantes que representa el 17% creen que mejorará la educación de la zona.

Pregunta 8

¿En qué medidas se incrementará la actividad comercial de la zona?

PREGUNTAS	CANTIDAD	%SUBTOTAL
Alta	51	78
Media	9	14
Baja	5	8
TOTAL	65	100



Con la muestra obtenida se determinó que de los 65 habitantes, 51 habitantes que corresponden al 78% creen en una alta actividad económica de la zona, 9 habitantes que corresponden al 14% creen en una actividad económica media, 5 habitantes que corresponde al 8% creen que la actividad económica de la zona será baja por la construcción de la vía.

4.2 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Con una planificación adecuada del sistema constructivo para caminos de segundo orden se pretende reducir el costo de la obra.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se debe implementar una planificación adecuada para la construcción de la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló evitando retrasos, pérdidas humanas y económicas.
- Es fundamental controlar los trabajos ejecutados durante la construcción de la vía, sean éstos de excavaciones o restos de materiales acumulados en la construcción, cuidando el medio ambiente y la calidad del agua.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la socialización a los estudiantes de ingeniería civil sobre la importancia que tiene la construcción de un proyecto vial.
- Con una planificación adecuada y organización durante y después de la construcción, se beneficiará económicamente al estado, organizaciones, empresas y profesionales a cargo de la construcción.
- En general, es fundamental la planificación del sistema constructivo para caminos, que ayuda al desarrollo productivo de una entidad o profesional responsable de un proyecto vial.
- La planificación del sistema constructivo muestras prácticas recomendadas que ayudarán a desarrollar una vía de una forma organizada, económica y responsable con el medio ambiente y personas beneficiadas.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Descripción del área del proyecto

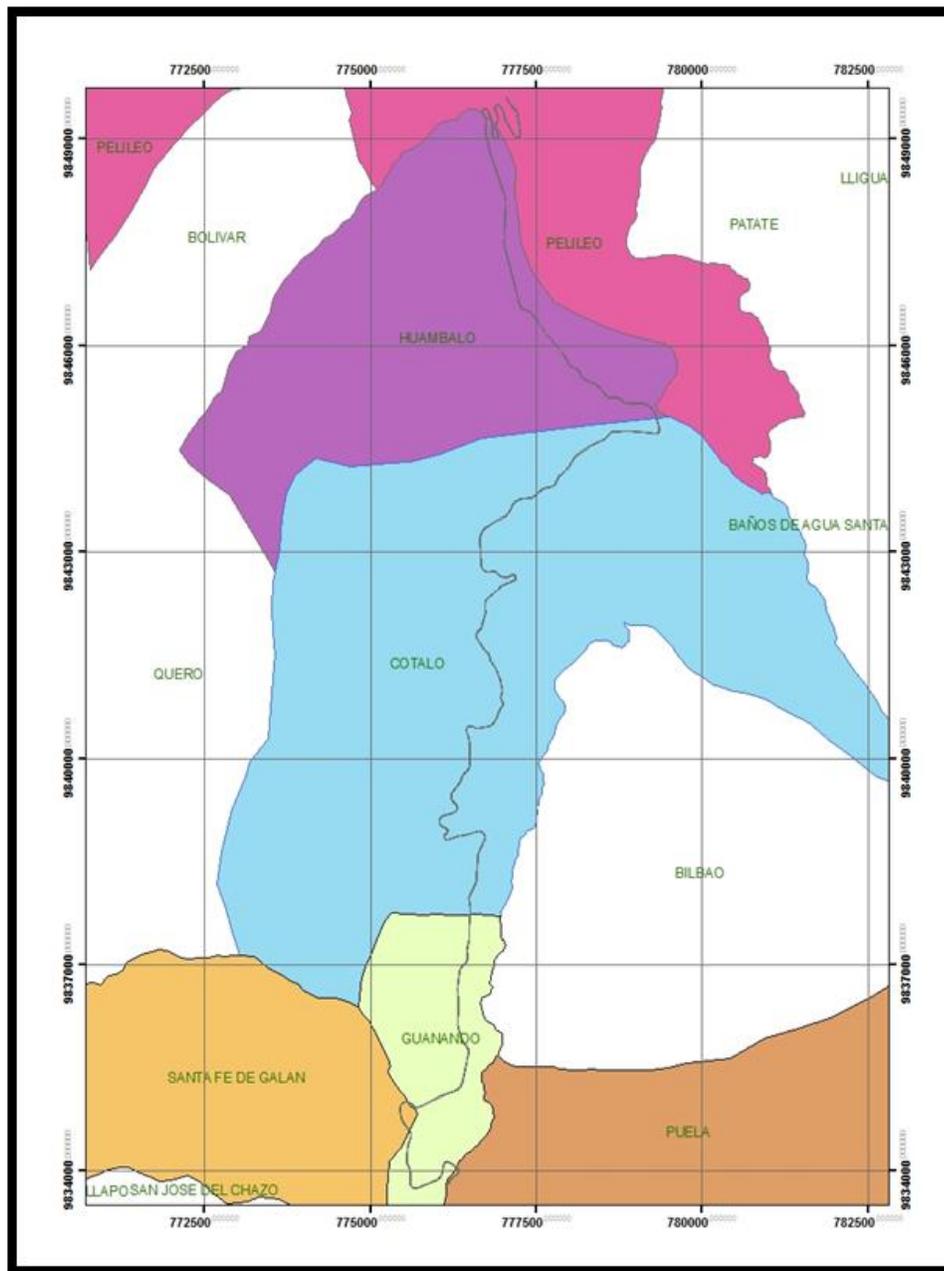
La investigación se realizó en las provincias de Chimborazo y Tungurahua, cantones Pelileo y Guano, parroquias La Matriz, Huambaló, Cotaló y Cahuaji bajo.

Tabla 6.1 Tabla de coordenadas.

Localización	Latitud N	Longitud E	Altitud m.s.n.m.
Inicio del proyecto: Km 00+000 (Carretera Riobamba – Baños, sector de Cahuaji)	9833554	776042	2348,62
Fin del Proyecto 25+110: (Carretera: Ambato – Baños, sector el Chaupi)	9849212	776850	2357,81

Fuente: Estudios MTOP (Ministerio de transporte y obras públicas) vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

Imagen 6.1 Ubicación general del proyecto.



Fuente: Estudios MTOP (Ministerio de transporte y obras públicas) vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

6.1.2 Clima

Por la ubicación del proyecto que pasa por cuatro parroquias, el clima varía de frío a templado, frío por la altitud de Cotaló (clima de paramo entre 4 -8 °C) a un clima templado (12-27°C) en Cahují bajo, ubicado al pie del río Chambo por la vía Penipe-Riobamba y las faldas del volcán Tungurahua.

6.1.3 Demografía

Según los datos oficiales del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), la provincia de Chimborazo tiene una población de 458.581 habitantes, mientras que la provincia de Tungurahua tiene una población de 522.4625 habitantes, el proyecto en sí permitirá la conectividad de los cantones de Baños (20.018 hab.), Pelileo (56.573 hab.) y Penipe (6.739 hab.), beneficiando a 80.000 habitantes de las dos provincias y reduciendo los tiempos de conectividad entre las ciudades de Riobamba y Baños.

6.1.4 Actividad económica

La actividad económica de estas parroquias es variable, éstas poseen grandes extensiones agrícolas donde se cultiva maíz, papas, tomates cebollas; el ganado vacuno, porcino y caballar es otra económica de la zona; la avicultura es una de las actividades económicas más desarrolladas en los últimos años.

La actividad turista está presente a lo largo de estas parroquias, presentando paisajes andinos muy hermosos, así como, admirando la belleza del volcán Tungurahua.

6.2 Antecedentes de la propuesta

Como antecedentes de la propuesta se destacan las siguientes conclusiones y recomendaciones de trabajos similares:

- De la tesis elaborada por el sr. Jesús Murillos Duarte de su guía metodológica para el diseño y construcción de carreteras concluye lo siguiente: “Con esta guía se pretende incentivar a que los alumnos de ingeniería civil se enfoquen un poco más a las vías terrestres, con el fin de apoyar a la infraestructura carretera en el país, ya que son estas vías las que nos permiten hoy en día estar en comunicación entre los seres humanos”; “Esta guía no pretende ser un sustituto de los manuales ya dados, sino más bien ser un primer acercamiento para el alumno o ingeniero que quiera conocer un poco sobre el desarrollo de estas vías, se recomienda que en caso de dedicarse al diseño de las mismas consulte los diversos manuales proporcionados por las secretarías encargadas”.

- Del trabajo de investigación elaborado por el ing. René Alexander Rodríguez González de su modelo de gestión de conservación vial y operación vehicular en los caminos rurales se concluye lo siguiente: “El conservar una vía, en condiciones óptimas, mediante intervenciones con acciones de mantenimiento rutinario y periódico representa para las instituciones administradoras de redes viales, un ahorro significativo, comparando con vías, a las cuales no se las ha mantenido y las han abandonado hasta el punto de deterioros severos, los cuales sólo se pueden corregir con la reconstrucción o rehabilitación integral de la vía. La relación de acuerdo al estudio es de 3 a 1, es decir se gastaría tres veces más si se llega al punto de deterioro severo, en relación a mantener las vías en condiciones de operación óptima”.

- En la investigación del ing. Darío Sebastián Llamuca Benalcázar bajo el tema “Manual de control en la construcción de estructuras hidráulicas-viales que permitirá mejorar el proceso de fiscalización en zonas frágiles en la provincia de Tungurahua”, se concluye que “La construcción de las estructuras hidráulicas viales cumpliendo las etapas de control de un procedimiento adecuado, garantizan la conservación de la vía y evitan el deterioro de los recursos naturales” además “La guía de control en el proceso constructivo es el factor más importante para alcanzar la calidad de la obra”.

6.3 Justificación

Este trabajo de investigación va encaminado a proponer una planificación adecuada para la construcción de caminos de segundo orden, aplicado a la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló provincias de Chimborazo y Tungurahua, guía que puede ser utilizada por cualquier profesional de la construcción o constructora, con la finalidad de mejorar los procesos constructivos.

Esta planificación implementa prácticas benéficas, mejores técnicas de gestión, planificación, construcción, organización, conservación para un camino de segundo orden, teniendo en cuenta los aspectos fundamentales de la construcción una manera sencilla.

Esta planificación servirá como instrumento de apoyo a los profesionales de ingeniería civil para una mejor comprensión en la construcción de caminos, proporcionando una ingeniería fiable al evitar las fallas y reducir las necesidades de mantenimiento y los costos de reparación.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 Objetivo general

Elaborar una planificación adecuada para la construcción de caminos de segundo orden en la vía Cahuaji-Pillate-Cotaló provincias del Chimborazo-Tungurahua.

6.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los procesos más adecuados para la construcción de un camino de segundo orden.
- Determinar la aplicación de medidas preventivas para la construcción de caminos de segundo orden.
- Establecer medidas y prácticas recomendadas en la construcción de un proyecto vial, que sirvan a futuros estudiantes de ingeniería en su formación profesional.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

-Factibilidad social

Esta guía ayudará a que la los profesionales en construcciones viales de caminos tengan una herramienta muy útil para poder elaborar un proyecto vial con eficacia, sin generar grandes pérdidas económicas, cuidando el medio ambiente y mejorando la calidad de vida de los habitantes de la zona.

-Factibilidad técnica

Los procesos constructivos, organización y conservación han sido implementadas en esta planificación siguiendo normas y especificaciones básicas que entran en el proceso constructivo, previniendo daños e inconvenientes a lo largo de la ejecución de la obra.

-Factibilidad ambiental

El análisis ambiental es incluido en esta planificación mostrando las etapas que se deben seguir antes de la construcción, mostrando los beneficios que se consiguen con un análisis ambiental y presentando medidas típicas de mitigación durante la construcción del camino.

-Factibilidad económica

La planificación presenta prácticas benéficas de ingeniería viables con un proyecto vial, reduciendo el impacto ambiental, mejorando y efectivizando la construcción, que disminuirán los costos de obra, beneficiando a la entidad o profesional contratante.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

-Análisis ambiental

El propósito del análisis ambiental es asegurar, al constructor que las opciones de desarrollo bajo consideración sean ambientalmente adecuadas y sustentables, y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto en el ciclo del proyecto y tomada en cuenta para el diseño del mismo.

-Planificación vial

Es el conjunto de estudios necesarios para definir la función que debe cumplir una red de actividades, ordenando el conjunto de actuaciones a lo largo de un tiempo fijado, determinando las características de la vía, estableciendo la oportuna jerarquía y determinando los medios que deben dedicarse a cada una de las fases para su correcta realización.

-Organización vial

Es el conjunto de principios o aspectos esenciales que determinan el reparto de trabajo durante un proyecto vial, donde se toman decisiones adecuadas durante o después de la construcción de la vía asignando labores de dirección y ejecución.

-Construcción vial

Son las diferentes operaciones que se realizan en un proyecto vial, usualmente requieren de excavaciones, rellenos, pavimentación, construcción de puentes o pasos a desnivel así como obras de estabilización y drenaje.

-Movimiento de tierras

Es el conjunto de operaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra vial, dicho conjunto de actuaciones puede realizarse de forma manual o forma mecánica. El movimiento de tierras en la ejecución de una obra depende directamente de la topografía que presente el terreno donde se va a construir.

-Estabilización de taludes

Es establecer medidas de prevención y control en taludes o laderas para reducir los niveles de amenaza y riesgo. En general, estudia la estabilidad o posible inestabilidad de un talud a la hora de llevar un proyecto.

-Estructura de pavimento

Es la estructura de las vía de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales, que tiene como función permitir el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad.

-Drenaje y estructuras de retención

Drenaje: Por estructuras de drenaje, se entienden todas las obras físicas que se colocan o construyen en una carretera, cuya finalidad es conducir las aguas, permitiendo que corran sin causar daños, o desviarlas para evitar que arremetan contra la vía.

Estructuras de retención: Los suelos, así como otros materiales tienen un ángulo de reposo propio, para lograr una pendiente mayor que la proporcionada por dicho ángulo se requiere de algún tipo de estructura de retención o soporte que evite el deslizamiento.

-Maquinaria vial

Por definición, las máquinas viales son todas aquellas que son proyectadas, fabricadas y utilizadas para la construcción y el mantenimiento de los caminos y las diferentes vías que pueden encontrarse en el territorio nacional.

6.7 ANTECEDENTES

Fecha de firma del contrato original:	23 de marzo del 2012
Plazo contractual:	24 meses
Fecha entrega anticipo contrato original:	26 de marzo del 2012.
Fecha de inicio efectivo de trabajos:	26 de julio del 2012 (mediante memorándum MTOP-SIT-2012-991-ME y oficio número MTOP-DPT-12 -276-OF).
Monto del contrato original:	\$ 27'935.612,24
Monto total de anticipo:	\$ 8'380.683,67
Valores planillados hasta agosto del 2013:	\$ 25'495.645,18. (91.27%)
Valores planillados pagados mayo del 2013:	\$ 18'359.195,83 (65.72%)
Amortización del anticipo:	\$ 7'648.693,55
Saldo por planillas contrato original:	\$ 2'439.967,06
Saldo de anticipo:	\$ 731.990,12

6.8 PROYECTO VIAL (estudio realizado por G.A.N. Ing. Gustavo Acosta, estudios y diseños de la vía Cahujá-Pillate-Cotaló)

1.4 DESCRIPCION DE LA VÍA

1.4.1 DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La vía existente que une las ciudades de Riobamba y Baños, siguiendo el flanco derecho del valle del río Chambo, ha sido seriamente afectada por los materiales volcánicos del volcán Tungurahua que ha cortado en varios sectores la mesa de la vía en referencia; por lo que no hay paso vehicular por dicha arteria vial y a dejado de prestar servicio a la comunidad, por esta razón se realizaron los estudios para la elaboración de un proyecto vial que remplace la carretera destruida, que se localiza por el flanco izquierdo del valle del río Chambo, con inicio en el sector denominado Cahujá y empata a la carretera Ambato – Baños en el punto conocido con el nombre de El Chaupi; dando una longitud aproximada de 25+110 Km.

A la zona del proyecto se puede ingresar tanto por la zona de la ciudad de Riobamba por la carretera: Riobamba - Penipe – Cahujá y por la carretera: Ambato – Baños.

El presupuesto referencial es de VEINTE Y OCHO MILLONES CIENTO OCHENTA Y UN MIL DOSCIENTOS SETENTA Y UNO 82/100 dólares de Estados Unidos de América (USD 28'181.271,82), sin incluir IVA; y el plazo para la ejecución del contrato es de 24 meses, contado a partir de la fecha de entrega del anticipo.

2.3 Investigación del proyecto

La investigación de la demanda del tráfico vehicular se lo realiza en el sector de los pájaros, donde accedían los vehículos que tenían como origen y/o destino la ciudad

de Riobamba con Baños para lo cual se realizó el recorrido de la red vial del área de influencia del proyecto, para poder identificar los puntos de generación y atracción de volúmenes de vehículos y definir de esta manera el número y ubicación de las estaciones de conteo.

El estudio de la demanda existente y sus características, implica la realización de las siguientes actividades:

- Conteos volumétricos de tráfico vehicular.
- Encuestas de origen y destino.

2.3.1 Conteos volumétricos de tráfico vehicular

Los volúmenes de tráfico se cuantificaron mediante aforos automáticos y manuales.

-Los aforos volumétricos automáticos, se efectuaron en una estación, ubicada en el sector de Los Pájaros, por un período de siete días, durante veinte y cuatro horas/día, de una semana representativa y normal, comprendida del 8 al 15 de mayo del 2008.

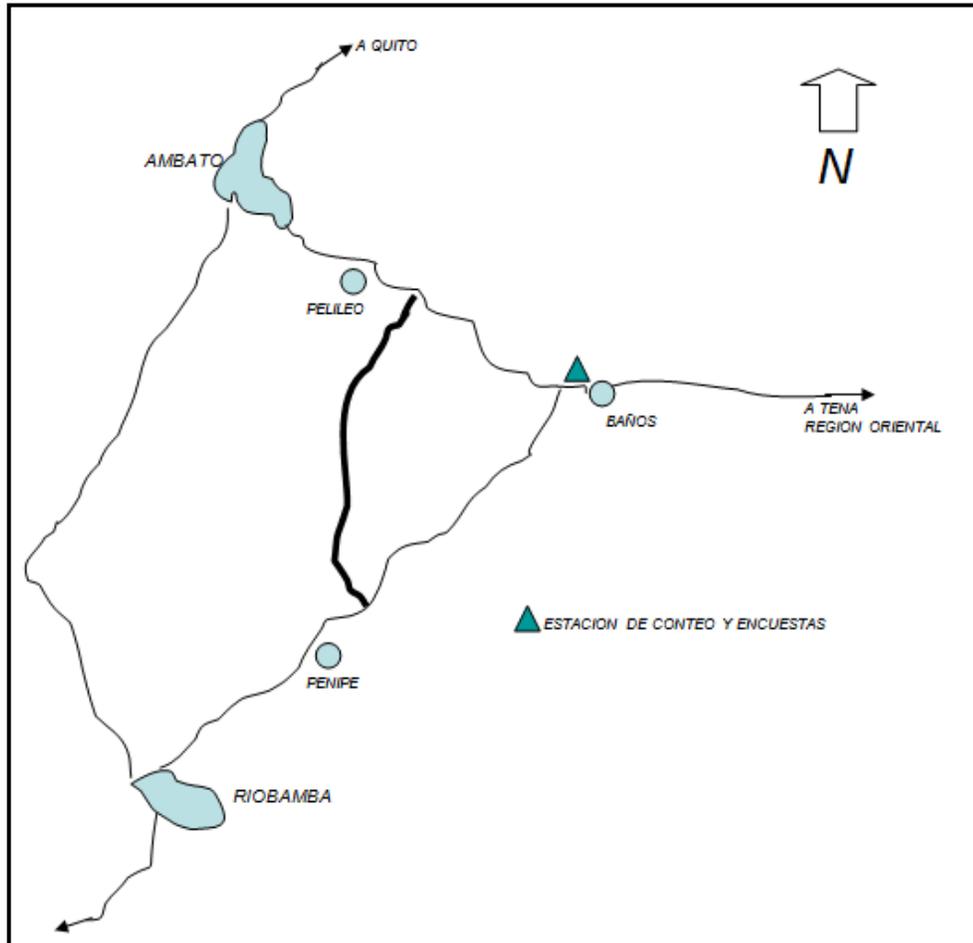
-Aforos volumétricos clasificatorios, se llevaron a cabo en la misma estación del conteo automático, durante dos días (viernes y sábado), mediante encuestadores que contabilizaron los vehículos de acuerdo a su categoría en livianos, buses y camiones.

2.3.2 Encuestas de origen y destino

Las encuestas se ejecutaron para obtener datos referidos al número y tipo de viajes que se realizan entre los distintos orígenes y/o destinos de la ciudad de Baños y Riobamba con el resto del país.

CROQUIS No. 1

UBICACIÓN DE ESTACIÓN DE CONTEO Y ENCUESTAS



El objetivo fundamental para la realización de los censos, es la de obtener la información para elaborar las matrices que permitan la asignación del tráfico al proyecto, el mismo que será el tráfico desviado de la ruta Riobamba – Ambato – Baños por el proyecto en estudio con la ruta Riobamba – Penipe – enlace a vía (Pelileo-Baños) - Baños.

Adicionalmente se recopila un conjunto de información sobre los vehículos: tipo de combustible utilizado por los vehículos, motivos de viaje, número de pasajeros, etc,

logrando así obtener la información necesaria para el análisis económico y el estudio de costos de operación de vehículos.

Las encuestas de origen y destino se efectuaron en una estación, ubicada en el sitio de Los Pájaros, durante el día 6 de mayo del 2008, en jornadas de 8 horas continuas, de 08h00 a 17h00.

La muestra encuestada fue de 1200 vehículos en las dos direcciones de circulación, representando el 27.88 % del TPDA existente.

La ubicación de la estación fue cuidadosamente escogida (croquis N°1), en virtud de que la información a recopilarse es muy importante para el estudio y por otro lado es una actividad que reviste peligro para el personal de censistas; por consiguiente para su ubicación, se tomó en consideración los siguientes aspectos:

- La estación permita detectar el posible tráfico a desviarse al proyecto y conocer las zonas de origen y destino de cada vehículo.
- Elegir un lugar con buena visibilidad y sin pendientes.
- El ancho del pavimento y espaldones debe permitir el sobrepaso de vehículos que circulan sobre los detenidos para el censo.
- Considerar la existencia de comodidades para los censistas y personal policial.

La codificación se efectuó posteriormente en oficina mediante códigos numéricos desarrollados para el proyecto.

2.4 Procesamiento de la información

Tráfico promedio diario anual

En el cuadro siguiente se presenta el tráfico promedio diario anual (TPDA) para la estación:

Tráfico promedio diario anual (TPDA).

	LIVIANO	BUS	CAMIÓN 2 Ejes	CAMIÓN PESADO			TPDA
				3 ejes	5 ejes	6 ejes	
TPDA	3411	483	339	21	23	25	4302
(%)	79,27	11,24	7,88	0,49	0,54	0,58	100

Fuente: Conteos volumétricos.

Tipo de combustible

El tipo de combustible que consumen los diferentes vehículos, constan en el cuadro siguiente:

Tipo de combustible

COMBUSTIBLE TIPO	LIVIANO		BUS		CAMIÓN	
	No.	%	No.	%	No.	%
EXTRA	726	76,26	9	6,12	4	3,96
SUPER	204	21,43	0	0,00	0	0,00
DIESEL	22	2,31	138	93,88	97	96,04
OTROS	0	0,00	0	0,00	0	0
TOTAL	952	100	147	100	101	100

Fuente: Encuestas de origen y destino.

Del cuadro antes indicado se observa que la gasolina extra es la de mayor consumo por parte de los vehículos livianos, cuyo porcentaje de consumo es: 76.26 %.

En cambio el diésel es utilizado por parte de los buses y camiones, en un porcentaje de 93.88% y 96.04% respectivamente.

La gasolina súper tiene un porcentaje bajo de consumo, esto se debe a su elevado precio y es utilizado generalmente por vehículos livianos nuevos, el porcentaje de consumo es de 21.43%.

Motivos de viaje

Los motivos del viaje se clasificaron en: trabajo, recreación, estudios, compras-mercado, y otros, los resultados constan en el cuadro siguiente:

Motivos de viaje.

VEHÍCULO		TRABAJO	RECREACIÓN	ESTUDIOS	COMPRAS CASA	OTROS	TOTAL
LIVIANO	No.	481	273	11	78	109	952
	%	50,53	28,68	1,16	8,19	11,45	100
BUS	No.	139	4	1	1	2	147
	%	94,56	2,72	0,68	0,68	1,36	100
CAMIÓN	No.	89	5	1	2	4	101
	%	88,12	4,95	0,99	1,98	3,96	100
TOTAL		709	282	13	81	115	1200
%		59,08	23,50	1,08	6,75	9,58	100

De los resultados se concluye que el motivo de viaje más representativo es el trabajo, con el 59.08%.

2.5 Asignación de tráfico al proyecto

La técnica de la asignación de tráfico trata de valorar las intensidades de tráfico en una vía o un sistema vial, en función de sus características geométricas funcionales y del tráfico potencial que va a tener.

La asignación del tráfico vehicular al proyecto está constituido por el tráfico desviado, el mismo que consta del siguiente recorrido: Riobamba – Ambato – Baños, con una longitud aproximada de 92.0 Km. y que con la construcción del proyecto habilitará la ruta: Riobamba – Penipe – variante Cahuají – Pillate – Cataló - Empate vía Ambato – Baños (pasando Pelileo) – Baños, con una longitud aproximada de 58.0 Km., obteniendo el usuario un gran ahorro en costo de operación vehicular y tiempo de viaje.

2.5.1 Tráfico desviado

Las siguientes son las consideraciones básicas para determinar el tráfico desviado:

- El tráfico que se considera se desviará por el proyecto que en la actualidad hace el recorrido por la ruta: Riobamba – Ambato - Baños, con una longitud de 92.0 Km.
- Para brindar mejor comodidad, seguridad y fundamentalmente un ahorro considerable en los costos de operación de los vehículos, se propone construir el tramo Cahuají – Pillate – Cataló – empate vía Ambato-Baños, mediante la cual se habilita una vía directa Riobamba –Penipe -Baños, con una longitud de 58.0 Km.
- El método de asignación empleado es el de “todo o nada” que está en función del menor costo de operación, es decir el usuario elige aquella vía por el cual

el costo es menor. En el presente estudio la diferencia promedio del costo de operación, entre la ruta actual y la propuesta es de alrededor del 69 % menor, en virtud fundamentalmente de desarrollar mayores velocidades de circulación y recorrer una menor distancia.

- El TPDA que se encuentra asignado al proyecto se detalla a continuación:

TPDA asignado al proyecto.

	LIVIANO	BUS	CAMIÓN 2 Ejes	CAMIÓN PESADO			TPDA
				3 ejes	5 ejes	6 ejes	
TPDA	321	48	38	2	3	3	415
(%)	77,35	11,57	9,16	0,48	0,72	0,72	100

2.6 Proyecciones del TPDA asignado

La expresión matemática que se utilizó para las proyecciones del tráfico promedio diario anual, es la siguiente:

$$TPDA_t = TPDA_0 \times (1 + \alpha)^t$$

Dónde:

$TPDA_f$ = tráfico promedio diario futuro.

α = tasa de crecimiento del parque automotor.

t = año de la proyección respecto al año base.

$TPDA_0$ = tráfico promedio diario anual actual.

Las tasas anuales de crecimiento son las MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS, las mismas que se presenta a continuación:

Tasas de crecimiento del tráfico (%)

PERIODO	VEHÍCULOS		
	LIVIANO	BUS	CAMION
2005-2010	4,49	2,12	3,41
2010-2015	3,99	1,89	3,03
2015-2020	3,6	1,7	2,72
2020-2030	3,27	1,54	2,48

Fuente: MTOP

Utilizando las tasas de crecimiento calculadas y aplicando la expresión matemática antes indicada, se proyecta el tráfico asignado al proyecto, para un período de 20 años. La proyección se indica a continuación:

Proyección del TPDA asignado

AÑO	LIVIANO	BUS	CAMIONES				TPDA
			2 EJES	3 EJES	5 EJES	6 EJES	
2008	321	48	38	2	3	3	415
2009	335	49	39	2	3	3	432
2010	349	50	40	2	3	3	448
2011	363	51	42	2	3	3	464
2012	377	52	43	2	3	3	481
2013	392	53	44	2	3	3	499
2014	408	54	46	2	4	4	517
2015	424	55	47	2	4	4	536
2016	439	56	48	3	4	4	554
2017	455	57	50	3	4	4	572
2018	472	58	51	3	4	4	591
2019	489	59	52	3	4	4	611

2020	506	60	54	3	4	4	631
2021	523	61	55	3	4	4	650
2022	540	62	56	3	4	4	670
2023	558	62	58	3	5	5	690
2024	576	63	59	3	5	5	711
2025	595	64	61	3	5	5	733
2026	614	65	62	3	5	5	755
2027	634	66	64	3	5	5	778
2028	655	67	65	3	5	5	801
2029	676	68	67	4	5	5	826

Capítulo 3.- Estudio geológico de la vía

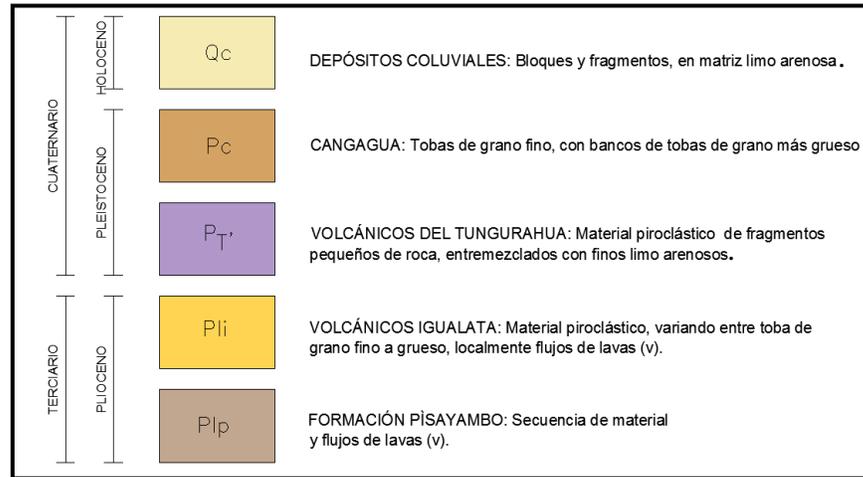
3.1 Antecedentes

Previamente a definir el trazado del eje del proyecto, se deben obtener los datos geológicos suficientes, pretendiendo con esta investigación proporcionar información útil para el diseño, construcción, mantenimiento de la vía y para futuros estudios, entre los que podemos citar: descripción de los tipos de materiales presentes a lo largo del proyecto, taludes para corte y relleno, ripabilidad, información geológica sobre las áreas de cimentaciones de las obras de arte mayor proyectadas, localización de posibles sitios que puedan servir como fuentes de materiales para la construcción.

3.3 Geología regional

Litoestratigrafía: Regionalmente el área de influencia del proyecto en estudio abarca formaciones geológicas del paleozoico al cuaternario.

Distribución del perfil geológico



Depósitos cuaternarios

➤ Holoceno

Depósitos aluviales recientes (Q_{al})

Son depósitos recientes, transportados y depositados por los ríos, el cual forma parte de las llanuras de inundación. Están compuestos por bloques, gravas y arenas limosas en diferentes porcentajes y composición, de formas redondeadas a subangulares, sueltos.

Depósitos coluviales (Q_c)

Se trata de depósitos superficiales de ladera y de pie de talud, que han sufrido poco transporte, son muy heterogéneos, dependiendo de la zona y el fenómeno inestable que les dió origen. Se componen de mezclas heterogéneas de bloques y fragmentos angulares y subangulares en matriz fina arenosa o limosa.

➤ **Pleistoceno**

Terrazas aluviales (Qt₁₋₃)

En forma regional, se han diferenciado varios niveles de terrazas aluviales, que son fácilmente distinguibles por su topografía que es plana y compuesta por material granular con finos arenosos o limosos, con cantos rodados y bloques de roca, de forma redondeada; de variada potencia.

Cangagua (Pc)

Son depósitos no estratificados, parcialmente consolidados, compuestos de ceniza de grano fino a medio de color café a amarillento; que se ha depositado sobre los rasgos de la superficie que implica una edad reciente. No sobrepasa lo 20m de espesor.

Ceniza del Tungurahua (PT’)

Está ocupando parte de los flancos del volcán Tungurahua, que son delgadas capas de ceniza volcánica joven.

Volcánicos del Tungurahua (PT’)

Estas rocas forman la gran parte del volcán Tungurahua. Las lavas más antiguas son andesitas porfiríticas y las más jóvenes son predominantemente basálticas.

➤ **Plioceno**

Rocas volcánicas del Igualata (PL_i)

El material piroclástico es el producto más común que varía de una toba fina a toba de grano grueso; localmente se encuentran flujos de lavas andesíticas.

Formación Pisayambo (PL_p)

En el área del proyecto, especialmente en los primeros kilómetros del trazado, aflora esta unidad, que consiste de mantos de aglomerados gruesos, de fragmentos de rocas de diferentes tamaños con clastos menores con finos (limo arenoso), de color blanco a amarillento; así como también pertenecen a esta formación lavas andesíticas expuestas en el flanco izquierdo del valle que forma el río Chambo, formando un relieve muy abrupto.

➤ **Paleozoico**

Serie Llanganates (P_{ZL})

Está formada por rocas metamórficas tipo esquistos, gneiss y cuarcitas, que se encuentran foliadas, fracturadas, y meteorizadas.

Geomorfología

En el área de estudio, a nivel regional, se han diferenciado las siguientes formas de relieve, las cuales han sido modeladas por diferentes factores a través del tiempo.

Formas de origen denudativo:

➤ Coluviones

Estas formas se refieren a los depósitos coluviales que han sido formados por los deslizamientos ocurridos en los flancos de las laderas, cuyos materiales han sido acumulados en las partes bajas de dichas pendientes, formando depósitos constituidos de una mezcla heterogénea de bloques angulosos en una matriz de grano fino, bastante compactados. En el proyecto tenemos un importante depósito coluvial al inicio del proyecto, margen izquierda del río Chambo, de topografía suave a plana, con niveles freáticos altos, estables. Se ubica entre el Km 0 al Km 1.

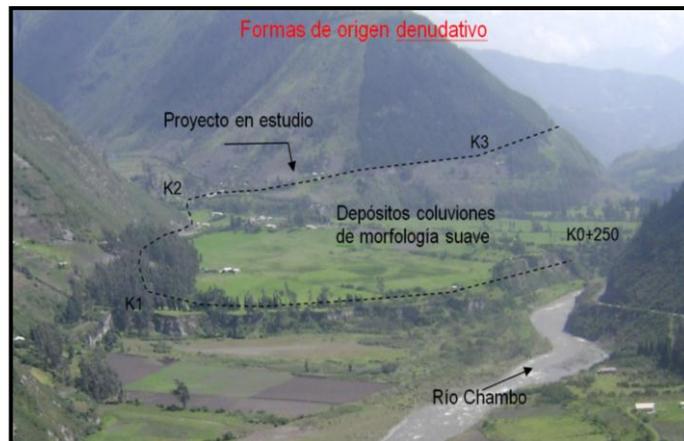


Foto: 1

Formas de origen denudativo formado por los depósitos coluviales, localizados entre los Km 0+250 al Km 2+200.

Relieves colinados

Se encuentra distribuido en la parte norte del área de estudio, relacionados directamente con el grado de disección del relieve, que a su vez depende de la incidencia de la erosión y conformados por depósitos volcánicos. Se caracteriza por presentar formas de colinas, donde sus laderas naturales tienen inclinaciones de hasta 15°, de buena estabilidad, con una intensidad de drenajes baja.



Foto: 2

Relieve colinar, presente en el tramo del Km 23 al Km 26, formado por los depósitos de Cangagua; de buena estabilidad.

Relieve montañoso

Está ampliamente expuesta en la zona de estudio entre el Km 1 al Km 10, se caracteriza por presentar cimas de crestas agudas y laderas moderadas a abruptas y a muy abruptas, con pendientes naturales mayores a 40° de inclinación, desarrollada en rocas volcánicas de la formación Pisayambo e Igualata. Son medianamente estables a inestables y una intensidad de drenaje alta.

En forma general podemos señalar que, en trazado de la vía en estudio, se desarrolla del Km 0 al km 17 por el flanco izquierdo del valle formado por el río Chambo y del Km 17 al Km 25 por el flanco derecho del valle formado por el río Patate.



Foto 3

Relieve montañoso, presente en el flanco izquierdo del valle del río Chambo.

Estructuras geológicas

De la información disponible, como son los mapas geológicos de Chimborazo (N°69) y Baños (N°88), realizados por la DGGM (Dirección General de Geología y Minas), se pueden observar dos importantes estructuras de fallas; una localizada en forma paralela al proyecto en estudio que recorre en sentido NE –SW y tiene varios kilómetros de longitud y otra que se ubica a la altura del Km 23 y cruza al proyecto en forma perpendicular en un punto y tiene dirección NW – SE con varios kilómetros de longitud; que están asociadas posiblemente a características morfológicas y estructurales.

En cuanto se refiere a estructuras menores, podemos indicar que, las rocas volcánicas de la formación Pisayambo, presentan sistemas de diaclasamiento con diferentes inclinaciones y orientaciones; mientras que los depósitos de tobas de los volcánicos Igualata se encuentran medianamente fisurados en los taludes de corte con diferentes direcciones y con aberturas que ni sobrepasan los 5 cm.

3.4 Aspectos geológico-geotécnicos del trazado

Las formaciones geológicas encontradas a lo largo del eje del proyecto, se detallan en la tabla siguiente:

Cuadro N°1 Distribución de las unidades litológicas a lo largo de la vía

ABSCISAS	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE MATERIAL
0+000-0+200	Volcánicos del Tungurahua (PT').	Depósitos volcánicos, tipo piroclásticos de material granular anguloso en matriz tobácea.
0+200-0+245	Aluviales de cauce (Qal).	Cantos rodados, gravas y arenas.
0+245-1+000	Depósitos coluviales (Qc).	Bloques con clastos de rocas de diferentes tamaños, entremezclados con finos arenosos.
1+000-10+800	Formación Pisayambo (Plp).	Secuencia de lavas y piroclásticos.
10+800-13+650	Cangagua (Pc).	Tobas de grano fino a grueso.
13+650-25+110	Volcánicos del Igualata (Pli).	Material piroclástico, variando entre tobas de grano fino a toba gruesa pumícea. Localmente lavas.

-Volcánicos del Tungurahua (PT'), abscisas: 0+000 – 0+200

Para este pequeño tramo, tenemos que el proyecto se desarrolla en depósitos piroclásticos, mediana a altamente compactados, de fragmentos pequeños de rocas volcánicas, de forma angular con clastos menores en matriz areno limosa, color blanca a rosada.

En cuanto se refiere a estabilidad de taludes, los cortes se mantienen estables con inclinaciones de hasta 70°; por su litología, son susceptibles a la erosión hídrica y flujos de materiales secos y húmedos.

La capacidad portante es media, bastante permeables, la excavación es fácil con maquinaria liviana y el producto de ésta, se lo puede emplear en rellenos, mejoramiento de sub rasante y posiblemente como sub base.

Como material de cimentación, se considera competente, para el apoyo del estribo derecho del puente sobre el río Chambo.

Desde el punto de vista constructivo se categoriza de favorable; tomado en cuenta el aspecto geomorfológico, litológico y ripabilidad.

-Aluviales de cauce (Qal), abscisas: 0+200 – 0+245

Para este tramo, se ha considerado a los aluviales de cauce que transporta el río Chambo. La litología se describe como bloques de rocas, cantos rodados, gravas y arena suelta. Los bloques están en mínimo porcentaje, con predominio de los cantos, gravas y arenas. En el sitio del cruce sobre el río Chambo, los procesos de socavación no son de magnitud ya que se puede ver que, la cota del cauce con relación al nivel del terreno no sobrepasa los 10m de altura. No se observa procesos de socavación lateral como en profundidad de consideración.

-Depósitos coluviales (Qc), abscisas: 0+245 – 1+000

En esta parte del proyecto, se encuentra un depósito coluvial, fácilmente distinguible por su relieve que es suave y que está compuesto por material proveniente de las unidades colindantes, y que es una mezcla heterogénea de material granular de diferente tamaño con finos limo arenosos tipo ML (limo medio) a SM (arena limosa) medianamente compactados.

Los taludes de corte se mantienen estables con inclinaciones de alrededor de los 65°.

La excavación se lo realizará con maquinaria sencilla, en su totalidad pertenecen a la categoría de suelo en un 100%.

Los materiales producto del corte se puede emplear para terraplenes. La capacidad portante es de baja a media.

Desde el punto de vista constructivo se clasifica como: Favorable; tomando en cuenta su litología, relieve y ripabilidad.

-Formación Pisayambo (Plp), abscisas: 1+000 – 10+800

A lo largo de este trayecto, afloran depósitos mayormente de origen volcánico conformados por aglomerados gruesos, piroclásticos y flujos de lavas andesíticas.

Los aglomerados están formados por fragmentos pequeños de roca de hasta 1m de tamaño y clastos menores con finos limosos tipo ML, medianamente compactados. El material piroclásticos es tipo ceniza volcánica grisácea, poco compacta, tipo ML–SM. Mientras que las lavas andesíticas se encuentran medianamente meteorizadas y de fracturación media a alta que se encuentran en el tramo: 4+100 al 6+600.

Los taludes artificiales están sujetos a erosión y desprendimientos; en general la susceptibilidad a terrenos inestables es alta. Los taludes de corte están alrededor de los 60° a 70°. La permeabilidad es media por fracturamiento. La capacidad portante es alta a media y constituyen un buen terreno de cimentación.

Para el movimiento de tierras, encontraremos materiales de primera, segunda y tercera categoría (Suelo, marginal y roca), señalando que, para el tramo 4+100 al 6+600 tenemos que la excavación es en un 100% en roca.

El aspecto constructivo se categoriza como aceptable; pero desfavorable para el tramo del Km 4 al Km 7, tomando en cuenta que tenemos pendientes transversales fuertes mayores a 40°, macizo rocoso fracturado con discontinuidades desfavorables y riesgo a producir caídos de rocas y material fino.

-Cangagua (Pc), abscisas: 10+800 – 13+650

Esta unidad ha formado un relieve colinar y sectores con zonas suaves, representado por material volcánico tipo tobas, con intercalaciones de flujos de lavas. Las tobas son medianamente compactas, de grano fino a medio, color café, con fisuras superficiales; mientras que las lavas están bastante meteorizadas y fracturadas y afloran en los puntos: 14+250, 16+200, 17+000.

Los taludes se mantienen estables con inclinaciones de hasta 65°, visibles en los taludes de corte de la carretera existente.

La excavación se hará con maquinaria sencilla y en forma puntual se utilizará voladura. La capacidad portante es media; como material de construcción posiblemente se los pueda utilizar en rellenos.

El aspecto constructivo es favorable, ya que tenemos una topografía moderada, donde no se tiene alturas de corte de consideración, además los materiales en gran parte son fácilmente ripables y no se ha observado procesos geodinámicos activos.

-Volcánicos del Igualata (Pli), abscisas: 13+650 – 25+110

A lo largo de este tramo, en los taludes de corte del camino existente se pueden ver buenos afloramientos de material piroclásticos tipo tobas y en sitios puntuales pequeños afloramientos de lavas andesíticas bastante meteorizadas.

Esta formación, no presenta problemas debidos a deslizamientos en el sector por donde atraviesa el proyecto, sino más bien estos materiales son susceptibles a ser erosionados en superficie por el agua de escorrentía. Los taludes de corte actual se mantienen estables con pequeños caídos de rocas.

Son estratos de media a baja permeabilidad, de capacidad portante media; con fines de excavación se los puede mover con facilidad con maquinaria sencilla y los depósitos de lavas con explosivos. Los materiales resultantes del corte a efectuarse se pueden emplear en rellenos.

El aspecto constructivo se puede considerar como aceptable y favorable para el tramo del Km 23 al Km 25+110 donde se ha tenido que diseñar varios retornos en vista de que el proyecto tiene que vencer altura en una topografía de ladera.

3.5 Procesos geodinámicos

La estabilidad del terreno es consecuencia directa de la naturaleza geológica de los materiales que lo constituyen, de su comportamiento geomecánico, exposición y del impacto de factores externos como saturación, sismos y factores antrópicos o lo que es lo mismo que un terreno se inestabilice cuando a las causas condicionantes se suman causas desencadenantes que ocasionan el fenómeno de inestabilidad, así, una causa desencadenante pequeña puede ser suficiente para provocar una sensible aceleración de la inestabilidad.

Las **causas condicionantes** básicamente son de índole geológicas, morfológicas y geotécnicas.

Las geológicas tienen que ver con las características litológicas, genéticas y estructurales de los materiales presentes, así como con la circulación de agua de

escorrentía o subterránea y de la permeabilidad de las formaciones, las cuales de una u otra manera modifican las condiciones de la estabilidad de los terrenos.

Las morfológicas comprenden la forma de relieve, su situación con respecto a los cursos fluviales y la dinámica que ha tenido el área. También se considera la forma y pendiente del terreno y el tipo de drenaje.

Las condicionantes geotécnicas se refieren a las características geomecánicas de los materiales tales como: el tipo de material, la meteorización, fracturación, estructuras orientadas a favor de la pendiente, que en conjunto producen el deterioro de las propiedades geomecánicas de los materiales. Completando con los parámetros físico-mecánicos y la permeabilidad.

Las **causas desencadenantes** de la inestabilidad de un terreno pueden ser naturales y antrópicas.

Entre las naturales están las hidrometeorológicas, hidrogeológicas, procesos geodinámicos y otras especiales como la sismicidad que se refiere a la posibilidad que, en el futuro, un sismo de importancia pueda desencadenar el deslizamiento.

Entre las antrópicas está la deforestación, cortes, rellenos, explotaciones de materiales y usos indebidos del terreno.

En forma general, los fenómenos de inestabilidad se clasifican en: **deslizamientos, caídas de rocas, flujos de material y derrumbes o depósitos de pie de talud**; de los que se da una breve explicación:

- **Deslizamientos:** Este movimiento consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea,

que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla. Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación.

- Los deslizamientos se pueden a su vez dividir en dos subtipos denominados deslizamientos rotacionales y traslacionales o planares. Esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y estabilización a emplearse. En la foto: 4 se puede ver un deslizamiento traslacional en el talud de corte.
- **Caída de rocas:** Son movimientos rápidos de material rocoso, que pierde su estabilidad a lo largo de planos de discontinuidades o cuñas como se puede ver en la foto 5.
- **Flujos de material:** Se forman debido a la saturación de materiales inestables que se convierten en flujos violentos y de alta velocidad, principalmente a lo largo de los drenajes naturales. Los flujos secos provienen de las partes superficiales meteorizadas de las rocas que se desprenden hacia abajo con la ayuda de los agentes atmosféricos.
- **Derrumbes:** Los derrumbes o desmoronamientos de vertientes rocosas corresponden a caídas de masas de roca, movimientos rápidos y violentos resultantes de la acción de la gravedad y que afectan a materiales rígidos y fracturados. Los bloques pueden rodar y rebotar para luego estabilizarse en una zona llamada “de esparcimiento”. Mientras los pequeños derrumbes son frecuentes en las vertientes de fuerte pendiente, los derrumbes en gran masa son mucho más raros pero siempre espectaculares.

En base a esta clasificación, podemos señalar que, el tipo de inestabilidades presentes en los taludes naturales y especialmente en los taludes de corte del camino existente es del tipo: Caídos de rocas, derrumbes y deslizamientos de la parte superior del talud de corte. Estas inestabilidades se presentan especialmente en el tramo del Km 3 al Km7, que son de pequeña magnitud y baja peligrosidad, ya que, el camino construido en este trayecto tiene un ancho menor a lo 4m y el movimiento de tierras realizado es bajo y la altura de los cortes no son muy altos y son menores a lo 5m en promedio.

De tal forma, el tramo en referencia (Km3 al Km7), representa un segmento tipo que nos está indicando el tipo de problemas geotécnicos que vamos a tener cuando realicemos el correspondiente corte para un nuevo proyecto y a los que debemos poner atención para dar las soluciones adecuadas o apropiadas.



Foto: 4

Abscisa: 4+100. Pequeño deslizamiento trasnacional que afecta el talud de corte ocurrido en material tipo tobas, que ha interrumpido el camino existente.



Foto: 5

Abscisa 4+200. Caídos de roca procedentes del talud del macizo rocoso de rocas andesíticas, altamente fracturadas, de la formación Pisayambo.

En forma general, del reconocimiento superficial realizado a lo largo del proyecto, podemos zonificar al mismo desde el punto de vista de su estabilidad y constructivo, de la siguiente manera:

-Tramo: 0+000–4+000: Condición constructiva favorable; la topografía es suave a moderada, no presenta problemas geodinámicos de magnitud, el movimiento de tierras se lo realizará en materiales de primera (suelo) y segunda categoría (marginal).

-Tramo: 4+000–6+000: Condición constructiva desfavorable; la topografía es abrupta a muy abrupta, con pendientes transversales de hasta 50° de inclinación; se observan caídos de roca, desprendimientos de suelo de la parte superior del talud y rocas altamente fracturadas y con discontinuidades favor de la pendiente. El movimiento de tierras en alto porcentaje pertenece a la tercera categoría (roca) y segunda categoría (marginal).

-Tramo: 6+000–23+000: Condición constructiva aceptable, la topografía es moderada, no presenta problemas geodinámicos de magnitud, el movimiento de tierras se lo realizará en materiales de primera (suelo), segunda categoría (marginal) y en mínimo porcentaje de tercera categoría (roca).

-Tramo: 23+000–25+110: Condición constructiva favorable, la topografía es moderada a abrupta, el proyecto se desarrolla en ladera; no presenta problemas geodinámicos de magnitud, el movimiento de tierras se lo realizará en materiales de primera categoría. En este tramo está proyectado realizar varios retornos en los que tenemos cortes de hasta 30m de alto.

3.6 Características hidrogeológicas

Redes de drenaje

El drenaje en la zona de estudio es parte de las cuencas hidrográficas de los ríos: Chambo y Patate, al cual confluyen drenajes menores.

Realizando una descripción longitudinal, se puede indicar que para el tramo Km 0 al Km 1, el trazo se desarrolla con dirección este-oeste, atravesando al río Chambo. Del Km 1 al Km 23, el proyecto va en sentido sur-norte, cruzando a las quebradas. Guilles, Santo Domingo y quebrada Paraspamba. Mientras que, del Km 23 al final, tiene orientación oeste – este, sin drenajes de consideración.

Detalle de drenajes principales

Número	Nombre del drenaje	Ubicación
1	Río Chambo	0+470
2	Quebrada. Guilles	1+110
3	Quebrada Santo Domingo	3+000

Unidades hidrogeológicas

El aspecto hidrogeológico está íntimamente relacionado con el tipo de material y con el tipo de relieve, y de acuerdo a esta consideración, se ha podido diferenciar que existen dos unidades hidrogeológicas en el área del proyecto.

- **Unidad A:** Corresponde a la roca de tipo volcánico de las formaciones: volcánicos Tungurahua, Pisayambo y volcánicos Igualata Celica, representado por: aglomerados, tobas, y lavas andesíticas; que han formado relieves montañosos a colinados con pendientes moderadas a abruptas.

Las rocas por su comportamiento y naturaleza son impermeables, pero en sitios de fracturación intensa el macizo puede pasar a la categoría de semipermeable. Por las características anteriores esta unidad se clasifica como acuífugo; con filtraciones puntuales.

La infiltración es baja por la litología de las rocas y su condición morfológica donde se encuentran, y solo afectan las zonas alteradas.

La cuenca de recepción en los drenajes de esta unidad son muy pequeñas y con altas pendientes.

- **Unidad B:** En esta unidad se encasillan las formaciones: cangagua y colusiones, que han formado relieves moderados a suaves.

El tipo de litología se refiere a suelos arenosos y limosos con material granular, medianamente compactados; y a depósitos de cangagua las rocas granulares, tienen mediana porosidad dando en general una permeabilidad primaria media a alta, la cual puede ser incrementada por fisuración; los niveles freáticos son someros pudiéndose

observar en superficie sectores con alto contenido de humedad. La infiltración es media a alta, sobre todo en las cuencas de recepción de pendiente baja.

3.7 Evaluación de materiales de excavación

La escarificación o ripabilidad es la propiedad que permite a los materiales su desgarrar o remoción por medios manuales o mecánicos. Así se ha clasificado en tres categorías a los materiales con fines de excavación.

Clasificación de categorías de excavación

-Materiales de primera categoría (suelo)

Corresponde a suelos y rocas blandas, que requieren el uso de equipo corriente para su excavación, tales como tractores, moto traílla o por proceso manual utilizando herramientas simples.

-Materiales de segunda categoría (marginal)

Pertencen a rocas de mediana dureza, rocas alteradas, suelos que contienen bloques de diverso tamaño, que necesitan la utilización de maquinaria mayor a 320 HP al volante con sus respectivos escarificadores.

-Materiales de tercera categoría (roca)

Están involucrados materiales rocosos, poco fracturados, que requieren el uso indispensable y continuo de explosivos para fracturar y posteriormente remover por otro de los sistemas antes descritos.

Porcentajes estimados de materiales con fines de excavación

Los materiales presentes en el proyecto y sobre los cuales deben realizarse movimientos de tierra, tomando como base el levantamiento geológico de superficie, puede estimarse que se clasificarán en las categorías de: Suelo, material marginal y roca. En la tabla siguiente se consigna la estimación por tramos de las categorías posibles a encontrarse en la construcción o excavación.

Evaluación de ripabilidad a lo largo del proyecto.

ABSCISAS	UNIDAD GEOLÓGICA	RIPABILIDAD		
		Suelo (%)	Marginal (%)	Roca (%)
0+000-0+200	Volcánicos del Tungurahua.	100	-	-
0+200-0+245	Aluvial de cauce.	-	-	-
0+245-1+000	Depósito coluvial.	100	-	-
1+000-4+100	Formación Pisayambo.	80	20	-
4+100-6+600		10	20	70
6+600-10+800		80	15	5
10+800-13+650	Cangagua.	100	-	-
13+650-25+110	Volcánicos del Iqualata.	85	10	5

3.8 Estudio geológico de taludes

-Taludes típicos para cortes

Para dar una estimación de los taludes de corte, se ha tomado como referencia las inclinaciones de taludes de corte construidos en carreteras cercanas al proyecto; así como también, se ha tratado de zonificar a las unidades volcánicas presentes en el trazado de la vía en estudio que tienen similares condiciones geológico – geotécnicas para poder estimar secciones tipo para corte de acuerdo al tipo de material. En base a

esta consideración, se recomiendan las siguientes secciones para taludes de corte, como se indica en el cuadro siguiente:

Taludes de corte recomendados

ABSCISAS	UNIDAD GEOLÓGICA	TALUD DE CORTE RECOMENDADO				
		H= 0 – 10m	H= 10 – 15m	H= 15 – 20m	H= 20 – 30m	H= 30 – 40m
0+000-0+200	Volcánicos del Tungurahua.	$\frac{1}{2}(H) : 1(V)$		$\frac{1}{2}(H) : 1(V)$ Con berma de 3m de ancho a la mitad de la altura de corte.		
0+200-0+245	Aluvial de cauce.	-				
0+245-1+000	Depósito coluvial.	$\frac{3}{4}(H) : 1(V)$		-		
1+000-4+100	Formación Pisayambo.	$\frac{3}{4}(H) : 1(V)$		$\frac{3}{4}(H) : 1(V)$ Con berma de 3m de ancho a la mitad de la altura de corte.		
4+100-6+600		$\frac{1}{4}(H) : 1(V)$		$\frac{1}{4}(H) : 1(V)$ Con berma de 3m de ancho a la mitad de la altura de corte.		
6+600-10+800		$\frac{1}{2}(H) : 1(V)$		$\frac{1}{2}(H) : 1(V)$ Con berma de 3m de ancho a la mitad de la altura de corte.		
10+800-13+650	Cangagua.	$\frac{1}{2}(H) : 1(V)$				
13+650-25+110	Volcánicos del Iguayata.	$\frac{1}{2}(H) : 1(V)$		$\frac{1}{2}(H) : 1(V)$ Con berma de 3m de ancho a la mitad de la altura de corte.		

Las máximas alturas de corte previstas llegarán hasta los 36.84m. (23+800).

-Taludes típicos para rellenos

En el área del proyecto se estima que, de acuerdo a la geología, los rellenos serán contruidos con suelos finos y granulares, por lo que se recomienda utilizar la sección tipo: 1.5 (H) - 1(V), para diferentes alturas de corte.

Se prevé que la altura de los rellenos, para el proyecto en referencia, de acuerdo al diseño vertical de la vía, no sobrepasan los 15m de altura.

Capítulo 4.- Diseño preliminar de la vía

4.1 Tráfico

La cuantificación del volumen y composición del tráfico actual, se obtuvo de los conteos en la vía.

El TPDA establecido para el año 2008, cuantificado por clase de vehículos se indica a continuación:

TPDA-2008 – Ambas direcciones

AÑO	LIVIANO	BUS	CAMIONES				TPDA
			2 EJES	3 EJES	5 EJES	6 EJES	
2008	321	48	38	2	3	3	415

4.2 Trabajos de campo

Como punto de partida se tomaron datos de campo de los rubros de: polígono, nivelación geométrica y perfiles transversales.

Polígono

Tomando como referencia la vía existente, se localizó en el campo una poligonal básica, utilizando una estación total, sobre la cual se colocaron estacas cada 20 m. y en puntos intermedios de difícil topografía cada 10 m., en donde se producían inflexiones notables del terreno, con mediciones electrónicas, realizadas con estación total y comprobaciones con cinta.

La poligonal está constituida por una serie de alineamientos, cuyos PIS, o puntos de inflexión se determinaron con las lecturas de las coordenadas de latitud y longitud. La altura fue obtenida de la nivelación geométrica. Estas coordenadas se obtuvieron partiendo de puntos definidos y mediante lecturas de receptores satelitales de precisión.

Esta poligonal conjuntamente con los perfiles transversales sirvieron de base para preparar los planos con curvas de nivel, que posteriormente con algunos ajustes vendrán a constituirse en el eje definitivo del proyecto

Para facilitar el replanteo del eje en la etapa definitiva, se referenció el eje cada 500 metros.

Nivelación geométrica

A fin de obtener el perfil longitudinal del polígono fundamental y referir a este la topografía levantada en base a los perfiles transversales, se nivelaron todos los puntos estacados. Se realizó una nivelación geométrica mediante comprobaciones de ida y vuelta, mediante BMs. ubicados a distancias aproximadas de 500 m. La nivelación se efectuó con aproximaciones de 1 cm.

Para la ubicación de los puntos de control de altura, o BMs. Se utilizaron construcciones existentes, como, muros, piedras grandes, cabezales, etc.

La cota de partida fue la 2.348.72m.s.n.m., tomada en la vía Penipe – Baños.

El error máximo para la nivelación fue de 15 mm por Km., de acuerdo a la fórmula: $e = \pm 0.015 \sqrt{K}$, siendo K la distancia expresada en Km. Una vez determinado el error, si es que era admisible se corrigió la cota del último BM.

Perfiles transversales

Debido a lo abrupto en algunos sectores, se tomaron puntos de detalle, tomando como base el polígono preliminar, mediante estación total, obteniendo directamente las coordenadas de latitud, longitud y altura.

En otros sectores, los perfiles transversales fueron tomados en secciones normales en cada punto del eje del polígono básico. En los vértices de la poligonal la línea transversal se tomó siguiendo la dirección de la bisectriz del ángulo interior.

Las distancias horizontales son acumuladas a partir del eje de la poligonal.

El ancho de la faja topográfica fue de alrededor de 30 m. a cada lado del eje, por las condiciones topográficas del terreno.

Adicionalmente se realizaron levantamientos complementarios en sectores que se requiere la ubicación de obras de arte importantes como puentes, muros, alcantarillas grandes.

4.2.2 Diseño preliminar

La información obtenida en el campo se descargó en programas viales, procediéndose al dibujo de la poligonal y franja topográfica, con todos los datos tomados. Lo planos fueron dibujados en escala 1:1.000, con equidistancias entre curvas de nivel de 1 a 5 m.

En vista de que el proyecto atraviesa una zona montañosa difícil y debido a las características topográficas, geotécnicas e hidrológicas, se ha tenido la necesidad de reducir los radios de curvatura horizontal y por ende la velocidad de diseño.

En el diseño del proyecto vertical se tomó en cuenta la compensación longitudinal, a fin de que los materiales que sean utilizados en los terraplenes se localicen dentro de la distancia libre de transporte, para evitar sobreacarreos y prestamos laterales.

En los sectores de pendientes transversales que no admiten rellenos, se trato en lo posible de proyectar en corte abierto, evitando las secciones en corte cerrado, en longitudes considerables y los muros de sostenimiento en los rellenos.

Trazado horizontal

Para el proyecto la velocidad de diseño varía entre 40 y 60 Km/hora. La velocidad mínima de 40 Km/hora, ha sido empleada en los tramos de topografía difícil, para minimizar el movimiento de tierras.

El radio mínimo de curvatura horizontal queda determinado como resultado de la selección de la velocidad de diseño y fijación del peralte máximo .El peralte máximo se ha establecido en el 10%.

Los sobreechanos están definidos en las tablas de diseño. El sobreechano máximo para un radio mínimo recomendable de 60 m. y una velocidad de diseño de 40 km/hora, es de 1,34 m.

La transición del peralte se lo ha realizado en tres fases:

- a) Pérdida del bombeo normal de la calzada, mediante el levantamiento del borde exterior del -2% al 0%. La longitud tangencial esta en función del ancho de la calzada, del porcentaje de inclinación y de la longitud de transición;
- b) Se ejecuta el giro de la calzada exterior desde el 0% al +2%, en una longitud similar a la primera fase;

c) Se opera el cambio de inclinación del 2% al máximo establecido. La longitud total de transición se divide en 2/3 en tangente y 1/3 en curva.

La tangente intermedia mínima, entre dos curvas reversas queda establecida mediante la fórmula:

$$Tg_{,int. \text{ mínima}} = X1 + X2 + 2/3 L1 + 2/3 L2$$

Dónde: X1 y X2, son las longitudes tangenciales correspondientes a la primera y segunda curva y L1 y L2, los valores de las longitudes de transición de las mismas curvas.

Trazado vertical

El alineamiento vertical se halla relacionado directamente con la velocidad de diseño y con las distancias de visibilidad.

En el proyecto la gradiente longitudinal máxima utilizada fue del 9.6%, aunque en tramos pequeños, antes del enlace a la vía Ambato – Baños se ubicó el 11.11%. De igual manera la gradiente longitudinal mínima fue del 0,50%. En los puentes se colocó el 0% de gradiente.

Se han proyectado curvas parabólicas de enlace de gradientes, tanto de las cóncavas como de las convexas, de acuerdo a las normas establecidas.

Los alineamientos verticales y horizontales, se hallan conjugados, de tal manera que se enmarque en las normas, para tener una circulación vehicular segura.

A continuación se presenta un resumen de las características geométricas tanto horizontales como verticales:

Resumen de las características geométricas horizontales

a) Horizontales

CURVA		DEFLEXIÓN		RADIO (m)	Tg. (m)	Le (m)	TE (m)	Lc (m)	PERALTE %
CIRCULAR	ESPIRAL	DERECHA	IZQUIERDA						
1		20.10.55		200	35,59			70,45	10
	2		98.12.42	60		30	84,34	87,85	10
	3		98.29.58	60		30	84,7	88,15	10
4		44.21.21		270	110,06			209,02	9
	5	111.27.37		80		50	144,23	105,63	10
	6		25.10.49	120		50	51,96	2,74	20
	7	30.10.53		100		50	52,19	2,68	10
	8	15.23.24		190		50	50,73	1,04	10
	9		55.55.34	80		50	68,08	28,08	10
	10	25.49.50		150		50	59,53	17,62	10
	11	140.44.06		100		50	308,19	195,63	10
	12		66.46.54	80		50	78,51	43,24	10
13		7.13.31		250	15,78			31,53	9
	14		59.22.47	200		50	139,32	157,27	10
	15		51.08.30	80		50	63,82	21,41	10
16		21.38.00		280	53,5			105,72	9
17		19.41.11		250	43,38			85,9	9
18			6.45.22	300	17,71			35,37	9
19		11.22.29		300	29,88			59,56	9
	20	39.21.44		80		50	54	4,96	10
	21		51.57.31	80		50	64,53	22,55	10
	22	17.12.05		170		50	50,79	1,04	10
23			12.23.43	250	27,15			54,08	9
24		5.34.15		250	12,16			24,31	9
25			12.04.08	220	23,26			46,34	10
	26	33.51.57		100		50	55,71	9,11	10
	27		22.42.25	130		50	51,23	1,52	10
	28	22.07.22		130		50	50,54	0,2	10
	29		132.13.51	90		50	230,79	157,71	10
30		11.03.20		250	24,19			48,24	9
31			12.27.37	220	24,02			47,84	10
	32	158.23.13		40		30	229,37	80,57	10
	33		116.15.44	40		30	80,77	51,17	10
	34	139.54.12		85		50	261,2	157,55	10
	35		131.54.18	45		30	117,65	73,6	10
	36	97.23.53		110		50	151,24	136,99	10
	37		39.49.05	100		50	61,54	19,5	10
38			17.49.02	300	47,02			93,29	9
	39	126.24.39		50		50	127,89	60,31	10
	40		28.36.44	100		30	40,59	19,94	10
	41		48.17.02	120		30	68,92	71,13	10

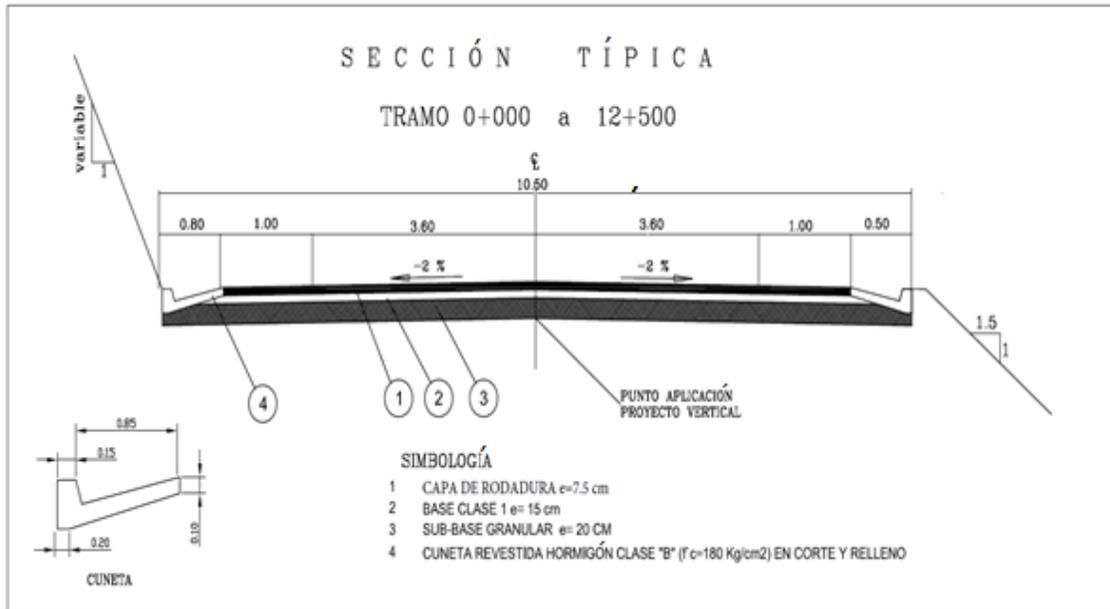
	42		13.55.18	130		30	30,9	1,59	10
	43	19.37.31		80		25	26,38	2,4	10
	44		70.19.17	60		30	57,67	43,64	10
	45	47.02.52		55		25	36,63	20,16	10
	46		25.02.18	100		30	37,28	13,7	10
	47		10.50.05	160		30	30,19	0,26	10
	48		22.27.19	80		30	30,96	1,35	10
49		11.21.39		90	8,95			17,85	10
	50	22.12.55		80		30	30,78	1,02	10
	51		33.28.26	70		30	36,19	10,9	10
52		8.44.16		250	19,1			38,13	10
	53	79.20.18		70		30	73,47	66,93	10
	54		27.54.44	70		30	32,51	4,1	10
	55		19.27.07	100		30	32,19	3,95	10
	56	53.28.06		100		30	65,55	63,32	10
	57	17.44.16		150		30	38,44	16,44	10
	58		155.15.43	45		30	223,93	91,94	10
	59	36.14.34		60		30	34,81	7,95	10
	60		47.54.01	60		40	47,07	10,16	10
	61	96.46.31		110		50	149,86	135,79	10
	62	63.00.16		210		50	153,99	180,92	10
	63		34.14.42	160		50	74,47	45,63	10
	64	59.05.57		200		50	138,67	156,29	10
	65		35.07.11	100		50	56,92	11,3	10
66		27.29.41		250	61,16			119,97	10
	67		58.57.56	114,5		40	85,04	77,84	10
	68	30.12.51		110		35	47,31	23,01	10
69			20.38.07	300	54,61			108,05	9
70		27.52.00		300	74,43			145,91	9
71		9.15.10		400	32,37			64,6	9
	72		25.17.46	120		50	52,09	2,98	10
	73	48.10.48		100		50	70,12	34,09	10
74		6.24.22		600	33,58			67,08	6
75		4.00.59		700	24,55			49,07	5
	76		114.44.30	58		50	118,22	66,15	10
	77		75.08.11	260		50	225,3	290,96	10
	78	37.58.25		130		50	69,97	36,16	10
	79		36.54.53	127		50	67,63	31,82	10
80		48.04.13		100	44,6			83,9	10
	81		27.52.45	200		50	74,76	47,32	10
	82	43.34.31		100		50	65,34	26,05	10
	83		40.02.31	100		50	61,77	19,89	10
	84	43.24.13		80		50	57,27	10,6	10
85			17.46.53	250	39,11			77,59	10
86		5.33.02		500	24,24			48,44	7
	87		40.31.13	120		50	69,58	34,87	10
	88	60.16.04		100		50	83,6	55,19	10
89		17.12.20		300				90,09	9
90			21.11.33	300	56,12			110,96	9

91		5.44.26		500	25,07			50,1	7
	92	19.28.10		200		50	59,39	17,96	10
	93		34.22.22	100		50	56,2	9,99	10
	94	171.30.22		40		30	566,15	89,73	10
	95	20.39.02		100		30	33,28	6,04	10
	96	13.59.22		130		30	30,98	1,74	10
	97		98.37.12	40		30	61,59	53,85	10
	98		98.36.59	40		30	61,59	53,85	10
	99	34.13.22		80		30	39,76	17,78	10
	100		37.21.21	80		50	52,4	2,16	10
	101	165.28.37		40		50	358,75	65,52	10
	102	21.52.32		100		30	34,45	8,3	10
103			15.01.18	250	32,96			65,54	10
	104		158.30.07	45		50	273,85	74,49	10
	105		36.01.01	80		50	51,35	0,29	10
106		11.33.10		200	20,23			40,33	10

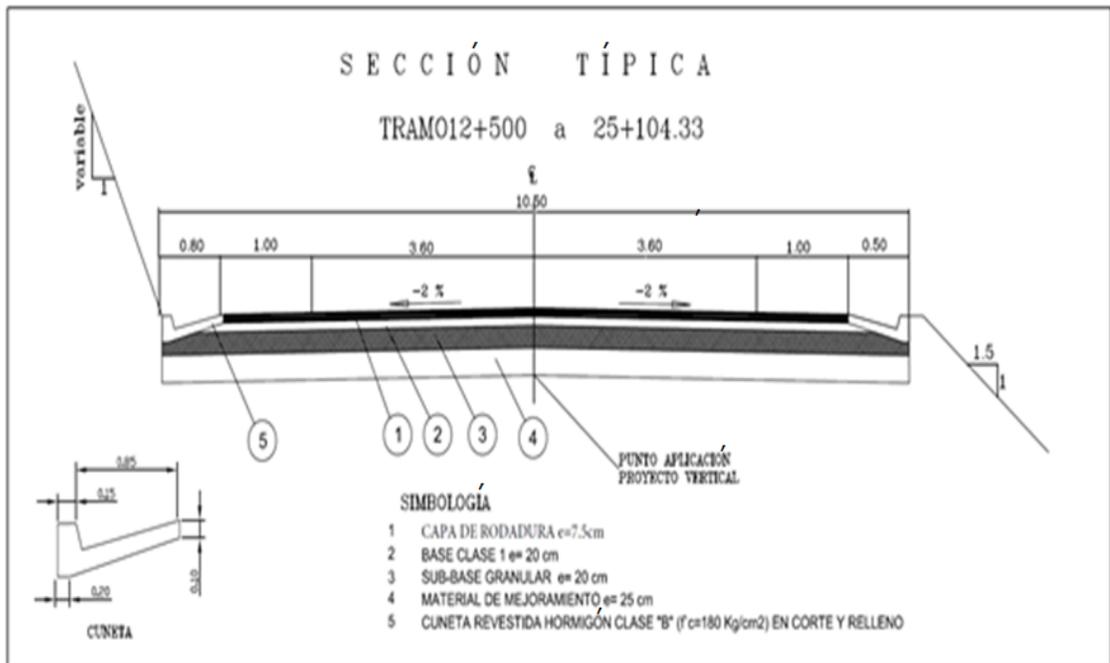
b) verticales

PIV	ELEVACIÓN	LCV	GRADIENTE IZQUIERDA	GRADIENTE DERECHA
0+000	248.62	0	0.00	-8.30
0+140	337.00	80	-8.30	0.00
0+300	337.00	80	0.00	1.40
0+560	340.64	160	1.40	8.51
1+340	407.06	200	8.51	-7.50
1+520	393.56	120	-7.50	-1.38
1+690	391.20	160	-1.38	8.70
2+000	418.17	200	8.70	-2.90
2+240	411.21	160	-2.90	6.62
3+000	461.58	80	6.62	4.11
3+200	469.80	80	4.11	7.79
3+800	516.59	80	7.79	6.60
4+340	552.26	80	6.60	5.19
4+980	585.49	80	5.19	3.93
5+420	602.80	80	3.93	6.11
5+920	633.35	100	6.11	2.26
6+440	645.13	100	2.26	6.07
7+100	685.25	260	6.07	-6.76
7+600	651.43	100	-6.76	0.00
7+780	651.43	100	0.00	8.19
8+160	682.56	80	8.19	5.54
8+300	690.32	80	5.54	8.40
8+600	715.53	300	8.40	-9.60
9+000	677.11	160	-9.60	-0.83
9+560	672.45	120	-0.83	-6.30

9+880	652.27	80	-6.30	-3.74
10+200	640.29	80	-3.74	-5.04
10+800	610.00	160	-5.04	2.92
11+000	615.85	80	2.92	-0.81
11+210	614.13	160	-0.81	7.72
11+420	630.36	220	7.72	-6.85
11+740	608.44	140	-6.85	-0.52
12+140	606.35	220	-0.52	9.59
12+780	667.74	180	9.59	0.86
13+200	671.36	80	0.86	-1.17
14+160	660.10	140	-1.17	5.60
14+700	690.37	80	5.60	4.72
14+960	702.66	80	4.72	5.41
15+180	714.57	80	5.41	6.12
16+800	813.79	80	6.12	9.36
17+100	841.87	80	9.36	6.09
17+640	874.76	160	6.09	-1.54
18+200	866.09	80	-1.54	-4.13
18+600	849.57	80	-4.13	-2.13
18+900	843.17	140	-2.13	-8.37
21+800	600.39	80	-8.37	-5.73
22+500	560.26	80	-5.73	-8.96
23+340	485.00	80	-8.96	-10.11
24+180	400.01	80	-10.11	-9.42
24+790	342.52	300	-9.42	4.75
25+111	357.81	0	4.75	0.00



Sección típica de la vía tramo 0+000 a 12+500.



Sección típica de la vía tramo 12+500 a 25+104.33.

Movimiento de tierras

En una primera corrida se estable que el proyecto prácticamente se desarrollara en corte, por lo cual se ha determinado un volumen de excavación aproximado de 70.000 m³ por km.

Igualmente se ha estimado un volumen de relleno de un 5%; por lo que el volumen total será:

Volumen de corte = 1'757.700 m³.

Volumen de relleno = 87.885 m³.

En la etapa definitiva se ajustarán las cantidades de obra del proyecto.

4.2.3 Prediseño de drenaje

Objetivos del estudio

El objetivo general del estudio, es el de identificar, analizar y proponer el drenaje que requerirá la vía, cuantificando las condiciones hidrológicas e hidráulicas que afectan al escurrimiento superficial y subsuperficial de la zona, para dimensionar las obras de arte menor que deben ser construidas.

Metodología empleada

La metodología del estudio se basa en análisis de campo y gabinete, basados en modelos computacionales que se han diseñado para solucionar los principales problemas que enfrenta la hidrología superficial, el diseño hidráulico y el drenaje de

carreteras. Todo esto se fundamenta en las recomendaciones, regulaciones y normas emitidas por el MTOP para este tipo de estudios en el país.

Inicialmente, se efectuó un trabajo de campo, en el mismo que se realizaron recorridos generales y exhaustivos de las diferentes zonas por donde se ha diseñado el trazado de la vía, para tener un cabal conocimiento de la hidrografía, el relieve, las condiciones del escurrimiento, la cobertura vegetal, pendientes y el clima de cada sector.

En gabinete basándose en los datos topográficos del trazado existentes se concluyó la definición y abscisado de las alcantarillas, cunetas de acuerdo a la sección típica de la vía y otros elementos de drenaje y protección, definiéndose la dimensión de los diferentes elementos en base a la experiencia y los cálculos estimados para esta fase.

Posteriormente, se recopiló la siguiente información necesaria para el desarrollo de los diferentes tópicos del estudio:

- Cartografía a escala 1:50.000, para la elaboración de mapas y definición de las áreas de aporte a los diferentes elementos de drenaje con sus correspondientes parámetros físicos y morfométricos.
- Información hidrometeorológica necesaria para caracterizar el clima de la zona, cuantificar el escurrimiento máximo y valores de representatividad para la zona.
- Información relativa al complejo suelo-cobertura vegetal, útil para cálculos hidrológicos indirectos, datos provenientes de los estudios realizados por CLIRSEN y ECOCIENCIA recientemente.

Concluida esta fase, y por ser un etapa preliminar el dimensionamiento de las obras de arte menor se lo ha realizado en forma estimativa, basándose en los siguientes puntos.

- Información existente y el trabajo de campo, se ubicó los puntos críticos de drenaje existentes, para cuencas hidrográficas de mediana magnitud, se estimó los aportes y dimensiones iniciales.
- Los drenajes de área de aporte mínima, se establecieron directamente en los planos viales, adoptándose un valor constante de superficie.
- Para definir la escorrentía superficial máxima, se definieron las intensidades de precipitación utilizando las ecuaciones pluviométricas, de la publicación más actualizada del INAMHI, aceptada en las normas de diseño del MTOP. Los valores de intensidad diaria, se obtuvieron directamente de las cartas de isolíneas, correspondientes a un período de retorno de 25 años.
- Se utilizaron formas empíricas para determinar el diámetro aproximado de las alcantarillas

Las longitudes de las alcantarillas se las estimado tomando en consideración las alturas de los rellenos, su esviajamiento y su mantenimiento futuro.

Las alcantarillas se las ha ubicado de acuerdo a la faja topográfica y en base a la información obtenida en los trabajos de campo.

En rellenos muy altos las alcantarillas han sido ubicadas fuera del cauce, en terreno firme.

Para los puentes en base al perfil longitudinal y a la altura de máxima crecida observada, se han definido las luces aproximadas de los mismos.

A continuación se detalla un cuadro con el listado de las alcantarillas y puentes prediseñados:

LISTADO DE ALCANTARILLAS				
PROYECTO: CAHUAJI - PILLATE - COTALO- EMP.(AMBATO – BAÑOS).				
ALCANTARILLAS NUEVAS METÁLICAS DE DIÁMETRO 1.20 M. A COLOCAR.				
ABSCISA	LONGITUD (m.)	ALTURA EXCAVACIÓN (m.)	ANCHO (m.)	VOLUMEN (m3.)
0+040	15	2	2	60
0+500	15	2	2	60
0+660	17,5	3,3	2	115,5
0+860	26,9	4	2	215,2
1+000	36,9	6,5	2	479,7
1+540	18,1	1,8	2	65,16
1+700	18,1	1,8	2	65,16
1+840	19,7	2,2	2	86,68
2+240	37,7	5,7	2	429,78
2+260	18,1	1,8	2	65,16
2+900	14,9	2	2	59,6
3+200	14,9	2	2	59,6
3+400	14,5	1,8	2	52,2
3+660	18,1	1,8	2	65,16
3+820	18,1	1,8	2	65,16
3+960	34,9	6	2	418,8
4+180	18,9	2	2	75,6
4+300	27,7	4,2	2	232,68
4+840	14,9	2	2	59,6
5+160	18,1	1,8	2	65,16
5+320	14,9	1,8	2	53,64
5+420	14,9	1,8	2	53,64
5+680	26,9	4	2	215,2
5+880	14,9	1,8	2	53,64

6+080	14,9	1,8	2	53,64
6+200	14,9	1,8	2	53,64
6+340	14,9	1,8	2	53,64
6+560	14,9	1,8	2	53,64
7+020	14,9	1,8	2	53,64
7+180	14,9	1,8	2	53,64
7+380	14,9	1,8	2	53,64
7+520	18,1	1,8	2	65,16
7+960	18,1	1,8	2	65,16
8+120	18,1	1,8	2	65,16
8+320	18,1	1,8	2	65,16
8+480	18,1	1,8	2	65,16
9+020	34,9	6	2	418,8
9+340	14,9	1,8	2	53,64
9+740	14,9	1,8	2	53,64
9+860	14,9	1,8	2	53,64
10+120	18,1	1,8	2	65,16
10+100	14,9	1,8	2	53,64
10+740	18,1	1,8	2	65,16
10+940	18,1	1,8	2	65,16
11+240	14,9	1,8	2	53,64
11+780	18,1	1,8	2	65,16
12+100	18,9	2	2	75,6
12+440	14,9	1,8	2	53,64
12+540	14,9	1,8	2	53,64
12+960	25,3	3,6	2	182,16
13+440	20,1	2,3	2	92,46
13+620	18,1	1,8	2	65,16
13+880	18,1	1,8	2	65,16
14+220	14,9	1,8	2	53,64
14+480	14,9	1,8	2	53,64
14+780	14,9	1,8	2	53,64
14+900	14,9	1,8	2	53,64
15+200	22,1	2,8	2	123,76
15+740	14,9	1,8	2	53,64

15+940	14,9	1,8	2	53,64
16+100	14,9	1,8	2	53,64
16+420	14,9	1,8	2	53,64
16+760	14,9	1,8	2	53,64
16+960	18,1	1,8	2	65,16
17+620	18,1	1,8	2	65,16
17+900	18,1	1,8	2	65,16
18+020	18,1	1,8	2	65,16
18+480	18,1	1,8	2	65,16
18+640	18,1	1,8	2	65,16
19+120	28,9	4,5	2	260,1
19+780	54,9	11	2	1207,8
20+300	33,3	5,6	2	372,96
20+500	14,9	1,8	2	53,64
20+960	14,9	1,8	2	53,64
21+160	18,1	1,8	2	65,16
21+480	34,9	6	2	418,8
21+720	18,1	1,8	2	65,16
22+140	37,3	6,6	2	492,36
22+620	14,9	1,8	2	53,64
22+840	14,9	1,8	2	53,64
23+080	14,9	1,8	2	53,64
23+400	14,9	1,8	2	53,64
23+660	18,1	1,8	2	65,16
24+000	18,1	1,8	2	65,16
24+360	18,1	1,8	2	65,16
24+700	18,9	2	2	75,6
24+860	18,9	2	2	75,6
24+980	14,9	1,8	2	53,64
25+040	14,9	1,8	2	53,64
TOTAL	1698,1			10064,38

de alcantarillas = 90 U.

4.2.4 Prediseño de pavimentos

Tráfico

La cuantificación del volumen y composición del tráfico actual, se obtuvo de los conteos en la vía.

El TPDA establecido para el año 2008, cuantificado por clase de vehículos se indica a continuación:

TPDA-2008 – Ambas direcciones

AÑO	LIVIANO	BUS	CAMIONES				TPDA
			2 EJES	3 EJES	5 EJES	6 EJES	
2.008	321	48	38	2	3	3	415

Pavimentos

En base a los datos de tráfico, determinados en los estudios de Factibilidad, se ha procedido al dimensionamiento preliminar del pavimento, el cual se ha definido con las siguientes capas y espesores:

Mejoramiento de la subrasante = 25 cm.

Sub base granular clase 3 = 20 cm.

Base de suelo cemento = 20 cm.

Triple tratamiento superficial bituminoso.

En la etapa definitiva se realizará el diseño del pavimento, con todos los datos de tráfico, CBR y demás condiciones geotécnicas, para ajustar las capas definitivas de construcción.

Fuentes de materiales

En el área de influencia del proyecto, se ha efectuado un inventario de los sitios que poseen materiales que pueden ser aptos para la construcción de la obra vial. Las características más importantes de las minas inspeccionadas durante los trabajos de campo se describen a continuación:

Fuente A: Mina Cahujá

Se encuentra al inicio del proyecto en estudio, en la margen derecha del río Chambo, talud de la carretera: Penipe - Baños. Coordenadas UTM: N 9 384 081 - E 776 308.

Se trata de material piroclástico constituido por clastos de roca volcánica, angulosa, en una matriz limo arenosa de color blanco, rosado; altamente compactados; con una cobertura vegetal que no sobrepasa los 0.30 m de espesor.

Estimamos que el material de la mina en referencia se lo puede emplear hasta nivel de subbase; es necesario realizar los correspondientes ensayos de laboratorio para calificar a los mismos.

De acuerdo con la información proporcionada, la cantidad estimada sería de unos 200.000 m³, el cual puede ser mucho mayor ya que estos depósitos cubren una gran área.

Debido a que el sitio corresponde a una zona minera especial, considerada zona delicada en lo referente a los riesgos volcánicos del Tungurahua, se deben tomar las correspondientes medidas y procedimientos adecuados para su explotación. Al momento la mina está inactiva.



Mina Cahujá: afloramiento de material piroclástico, en inicio de proyecto, talud de corte de carretera que viene desde Penipe en dirección a Baños.

Fuente B: Canteras Nieto

Se encuentra a aproximadamente 30 Km del final del proyecto, en el sector de la loma La Viña y a 1.50 Km del paso lateral de Ambato; coordenadas UTM: N 9363541 y E 769283.

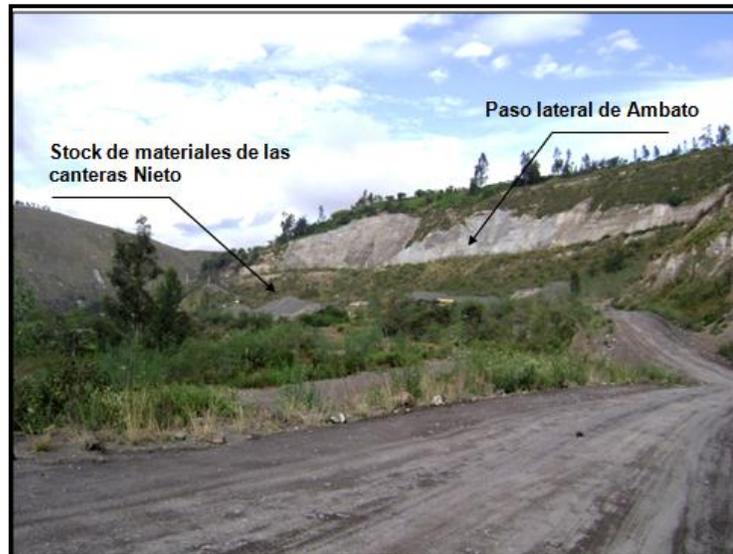
Se trata de afloramientos de material piroclástico, constituido de clastos de roca angulosa, entremezclados con finos arenosos; medianamente compactados.

Los volúmenes son ilimitados ya que los depósitos volcánicos cubren una gran área; existe suficiente material para cubrir con la demanda del proyecto. En el área en referencia existen varias concesiones que abastecen de materiales a toda la zona.

Se puede utilizar para mejoramiento de subrasante, para sub base, base, hormigones y posiblemente para asfaltos. Para su extracción se usa maquinaria sencilla.

Es necesario realizar los respectivos ensayos de laboratorio para su calificación definitiva.

Área de almacenamiento de materiales obtenidos de las canteras denominadas Nieto, sector de La Viña, ciudad de Ambato.



Área de almacenamiento de materiales obtenidos de las canteras denominadas Nieto, sector de La Viña, ciudad de Ambato.

4.2.6 Sección típica transversal

De acuerdo a las condiciones topográficas difíciles y con aprobación del MTOP, se ha tomado la sección típica establecida en los términos de referencia, sin embargo en tramos críticos y por la fuerte gradiente transversal se ha tenido que reducir los espaldones.

Las secciones típicas adoptadas se fundamentan en los siguientes aspectos:

Tramos: Km. 0 + 000 al Km.4 + 000

Km. 6 + 000 al Km. 22 + 600

Ancho total	=	10.90 m
Calzada	=	2 de 3.65 m.
Espaldones	=	1.00 m a cada lado
Cunetas en corte y relleno	=	0.80 m a cada lado

Tramos: Km. Km. 4+000 al Km. 6 + 000

Km. 22 + 600 al Km. 25 + 110

Ancho total	=	8.90 m.
Calzada	=	2 de 3.65 m.
Cunetas en corte y relleno	=	0.80 m a cada lado

Capítulo 5.- Cantidades de obra y presupuesto

El cálculo de cantidades de obra se lo hace en función del estudio preliminar de la carretera, una vez que se dispone de:

- Dimensiones preliminares;
- Estimación preliminar del drenaje;
- Cálculo de volúmenes de excavación preliminar;
- Prediseño de pavimentos;
- Estimación de rubros ambientales;
- Datos complementarios.

El cálculo del movimiento de tierras consta a continuación:

Cantidades de obra

Movimiento de tierras

SECTORES A) Tramos: Km. 0 + 000 al Km. 4 + 000
Km. 6 + 000 al Km. 22 + 600

Longitud = 20,60 km.

Ancho de calzada = 10,90 m

SECTORES B) Tramos: Km. 4 + 000 al Km. 64 + 000
Km. 22 + 000 al Km. 25 +110

Longitud = 4,51 km.

Ancho de calzada = 8,90 m

302.1 Desbroce, desbosque y limpieza (Todo el proyecto)

25.110 m de longitud x 10 m de ancho / 10.000

A = 25,11 Ha.

Excavación

De acuerdo al estudio geológico los materiales a excavar, se estiman en un 70% para suelo, 20% como marginal y un 10% para roca, evaluación realizada de acuerdo al tipo de material presente en superficie.

Se obtiene el volumen de excavación de todo el proyecto de: 1'757.700 m³. y de relleno de 87.885 m³.

Total de excavación = 1'757.700 m³.

Total de relleno = 87.885 m³.

Del volumen de excavación restado el volumen de relleno, se tiene un excedente que deberá ser desalojado a las escombreras.

310-(1)E Escombreras (Todo el proyecto)

$$1'757.700 - 87.885 = 1'669.815 \text{ m}^3$$

$$V = 1'669.815 \text{ m}^3$$

309-2(2) Transporte de material de excavación (A sitios de bote)

Volumen a transportar = 1'669.815 m³.

Distancia media a botaderos = 15 km.

$$1'669.815 \times 15 = 25'047.225 \text{ m}^3/\text{km}.$$

Total = 25'047.225 m³/km.

303-2(2) Excavación en suelo

$$1'757.700 \text{ m}^3 \times 0.70 = 1'230.390$$

$$V = 1'230.390 \text{ m}^3$$

303-2(4) Excavación en marginal

$$1'757.700 \text{ m}^3 \times 0.20 = 351.540$$

$$V = 351.540 \text{ m}^3$$

303-2(3) Excavación en roca

$$1'757.700 \text{ m}^3 \times 0.10 = 175.770$$

$$V = 175.770 \text{ m}^3$$

308- 4(1) Limpieza de derrumbes

Se ha estimado un 15% del volumen de excavación (numeral 4.2.2)

$$V = 0.15 \times 1'757.700 \text{ m}^3 = 263.655 \text{ m}^3.$$

402-2(1) Mejoramiento de subrasante con suelo seleccionado

Sectores A)

$$V = ((10.90 + 1.3) + (10.90 + 0.80))/2 \times 0.25 \times 20.600 \times 1.03 = 63.389$$

$$V = 63.389 \text{ m}^3.$$

Sectores B)

$$V = ((8.90 + 1.3) + (8.90 + 0.80))/2 \times 0.25 \times 4.510 \times 1.03 = 11.555$$

$$V = 11.555 \text{ m}^3.$$

$$\text{Total} = 63.389 + 11.555 = 74.944 \text{ m}^3.$$

309- 6(2)E Transporte de suelo seleccionado para mejoramiento de subrasante

Volumen a transportar = 74.944 m³.

Distancia a la mina Cahujá =13 km.

$$74.944 \times 13 = 974.272 \text{ m}^3/\text{km}.$$

Calzada

308-2(1)b Acabado de obra básica existente

$$10,90 \text{ m} \times 20.600 = 224.540 \text{ m}^2.$$

$$8,90 \text{ m} \times 4.510 = 40.139 \text{ m}^2.$$

$$\text{Total} = 264.679 \text{ m}^2.$$

403-1 Sub-base clase 3

$$V = ((10.90 + 0.8) + (10.90 + 0.40))/2 \times 0.20 \times 20.600 \times 1.03 = 48.801$$

$$V = 48.801 \text{ m}^3.$$

Sectores B)

$$V = ((8.90 + 0.8) + (8.90 + 0.40))/2 \times 0.20 \times 4.510 \times 1.03 = 8.826$$

$$V = 8.826 \text{ m}^3.$$

$$\text{Total} = 48.801 + 8.826 = 57.627 \text{ m}^3.$$

404-2(1) Base de agregados estabilizados con cemento Portland

$$V = ((10.90 + 0.4) + 10.90)/2 \times 0.20 \times 20.600 \times 1.03 = 47.104$$

$$V = 47.104 \text{ m}^3.$$

Sectores B)

$$V = ((8.90 + 0.4) + 8.90)/2 \times 0.20 \times 4.510 \times 1.03 = 8.455$$

$$V = 8.455 \text{ m}^3.$$

$$\text{Total} = 47.104 + 8.455 = 55.559 \text{ m}^3.$$

405-3 Tratamiento bituminoso superficial tipo TSB-3

$$9,30 \times 20.600 \times 1.03 = 197.328 \text{ m}^2.$$

$$7,30 \times 4.510 \times 1.03 = 33.911 \text{ m}^2.$$

$$\text{Total} = 231.238 \text{ m}^2$$

405-2(1) Asfalto Rc 250 para riego de adherencia (0,50 lt/m²)

(Rata = 0.50 lt./m²)

$$\text{Total} = 231.238 \times 0,50 \text{ L/m}^2 = 115.619 \text{ litros.}$$

309- 6(5)E Transporte de sub-base

$$\text{Volumen a transportar} = 57.627 \text{ m}^3.$$

$$\text{Distancia a la mina Cahujá} = 13 \text{ km.}$$

$$57.627 \times 13 = 749.151 \text{ m}^3/\text{km.}$$

309- 6(5)E Transporte de base

Volumen a transportar = 55.559 m³.

Distancia promedio a cantera Nieto =43 km.

$55.559 \times 43 = 2'389.037 \text{ m}^3/\text{km}$.

309- 6(6)E Transporte de agregados para tratamiento superficial bituminoso

Volumen a transportar = $231.238 \times 0.03 = 6.937 \text{ m}^3$

Distancia promedio a cantera Nieto =43 km.

$6.937 \times 43 = 298.291 \text{ m}^3/\text{km}$.

Obras de arte menor

Las cantidades se han estimado preliminarmente:

307-2(1) Excavación y relleno para estructuras menores

De los cuadros del drenaje tenemos:

Long. total de Alc. Met. Nuevas de D= 1.20 m = 10.065 m³.

TOTAL = 10.065 m³.

307-3(1) Excavación para cunetas y encauzamientos

Área de cuneta: $1 \times 0,45/2 = 0,225 \text{ m}$.

Vol.= $0,225 \text{ m} \times 1,00 = 0.225 \text{ m}^3/\text{m}$.

Vol. total = $0.225 \times 25.110 \text{ (long.)} \times 2 \text{ (lados)} = 11.300 \text{ m}^3$.

Vol. = 11.300 m³.

**503-2 Hormigón estructural de cemento Portland, clase B, $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(Para revestimiento de cunetas)**

$$0.19 \times 2 \times 25.110 = 9.542 \text{ m}^3.$$

**503-2 Hormigón estructural de cemento Portland, clase B, $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(Para muros de ala)**

de alcantarillas = 90

$$\text{Asumimos } 10 \text{ m}^3. \text{ por alcantarilla} = 90 \times 10 = 900 \text{ m}^3.$$

503-3 Hormigón estructural de cemento Portland, clase C, $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$

En las salidas de las alcantarillas se colocara una capa de hormigón de unos 2,00 x de ancho x 3,00 de largo y un espesor de 0,10 m. Esto por 90 alcantarillas.

$$2 \times 3 \times 0.10 \times 90 = 54 \text{ m}^3.$$

504 (1) Acero de refuerzo en barras

Este acero se colocará como anclaje para cada una de las estructuras de entrada y salida de cada alcantarilla, con un índice de 10 Kg de acero por metro cúbico de hormigón.

$$900 \text{ m}^3 \times 10 \text{ 0} = 9.000 \text{ kg}.$$

Total = 9.000 Kg.

602-(2Aa) Tubería de acero corrugado (D= 1.200 mm.; e= 2,50 mm.)

De los cuadros de drenaje tenemos = 1.698 ml.

606 – 1(2) Material filtrante (para subdrenes)

Asumimos un porcentaje: $1.250 \times 0.50 \times 0.25 = 157 \text{ m}^3$.

606 – 1(1b) Geotextil para subdren

Asumimos un porcentaje: $1.250 \times 3.00 = 3.750 \text{ m}^2$.

606 – 1(1a) Tubería para subdrenes (perforada)

Asumimos un 5% de la longitud del proyecto : 1.250 ml.

Obras de arte mayor (puentes)

En este tramo se deben construir dos puentes:

Puente Chambo: Luz = 60 m

Puente quebrada Santo Domingo: Luz= 60 m.

Señalización

702(1) Mojones indicadores de kilometraje

Se ubicará un mojón cada Km. a cada lado de la vía.

$$25 \times 2 = 50$$

$$\text{No.} = 50$$

703(1) Guardacaminos

Se colocaran guardacaminos en las partes de las curvas peligrosas.

Se ha asumido una longitud de: 5.000 m.

$$\text{Long.} = 5.000 \text{ m.}$$

705-(1) Marcas de pavimento

Se ha considerado pintar tres (3) franjas a lo largo del proyecto.

$$3 \times 25.110 = 75.330$$

$$\text{Long.} = 75.330 \text{ m.}$$

705-(4) Marcas sobresalidas de pavimento (tachas reflectivas)

Se ha considerado colocar tachas reflectivas en las franjas centrales de cada calzada por el largo del proyecto. Estas se ubicarán cada 7,50 m.

$$25.110 / 7,50 = 3.348$$

$$\text{No.} = 3.348 \text{ U.}$$

707-4(1) Pórticos de señalización de carreteras

Estos pórticos se colocarán al inicio y final del proyecto.

Inicio = un pórtico

Fin = un pórtico

Total = 2 pórticos

708-5(1)a Señales a lado de la carretera (0,75 x 0,75 m.)

Estas señales son preventivas. Se ubicarán a la entrada y salida de cada curva.

Tenemos un total de: 106 señales x 2 = 212 U.

708-5(1)b Señales a lado de la carretera (D = 0,75 m.)

Estas señales son reglamentarias. Se ubicarán en los sitios peligrosos.

Tendremos unas 40 señales.

708-5(1)c Señales a lado de la carretera (2,40 x 1,20 m.)

Estas señales son informativas. Se ubicarán al inicio y final del proyecto, en el sector de las intersecciones y en los sitios poblados. Luego tendremos 12 **señales**.

708-5(1)d Señales a lado de la carretera (2,40 x 1,80 m.)

Sobre los pórticos irán dos señales de estas dimensiones. Al tener dos pórticos en este tramo, tendremos **4 señales**.

708-5(1)e Señales a lado de la carretera (4,80 x 2,40 m.)

Esta señal irá al inicio y fin del proyecto, con la información general del mismo. Es decir 2 señales.

708-5(1)f Señales a lado de la carretera (5,50 x 1,80 m.)

Sobre los pórticos irá una señal de estas dimensiones. Al tener dos pórticos en este tramo, tendremos 2 **señales**.

6.9 SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA

En las siguientes figuras describiremos los cambios que se han presentado en la construcción de la vía.

➤ ABSCISA 3+000

PERFIL ESTUDIO: 70.5 m².

PERFIL REAL: 116.79 m².

DIFERENCIA: 46.30 m².

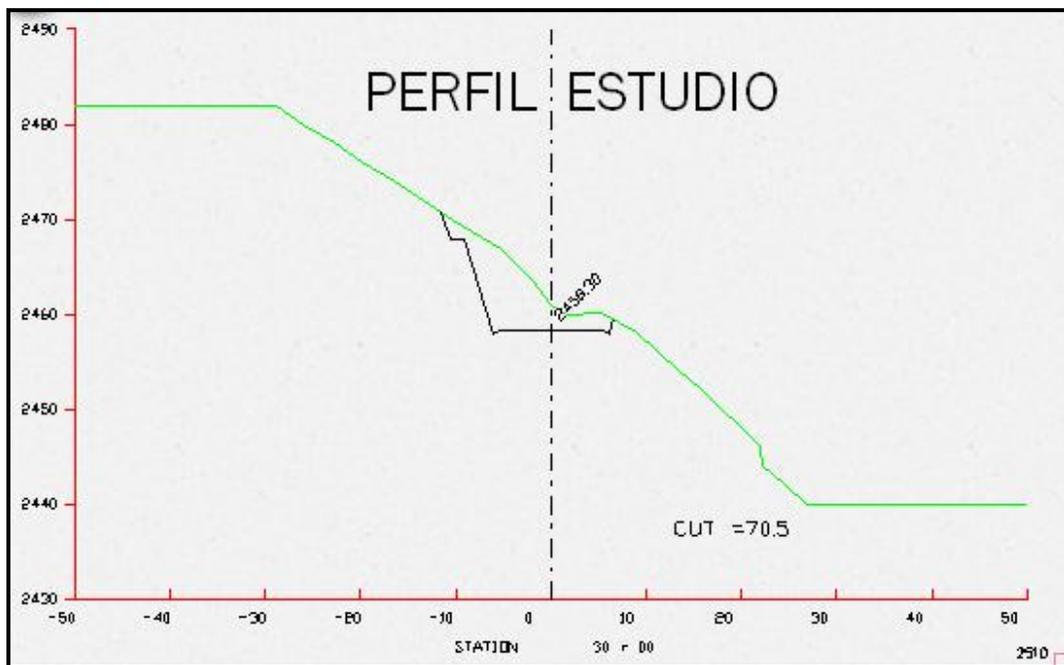


Figura 6.9.1 Sección transversal abscisa 3+000 perfil de estudio. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

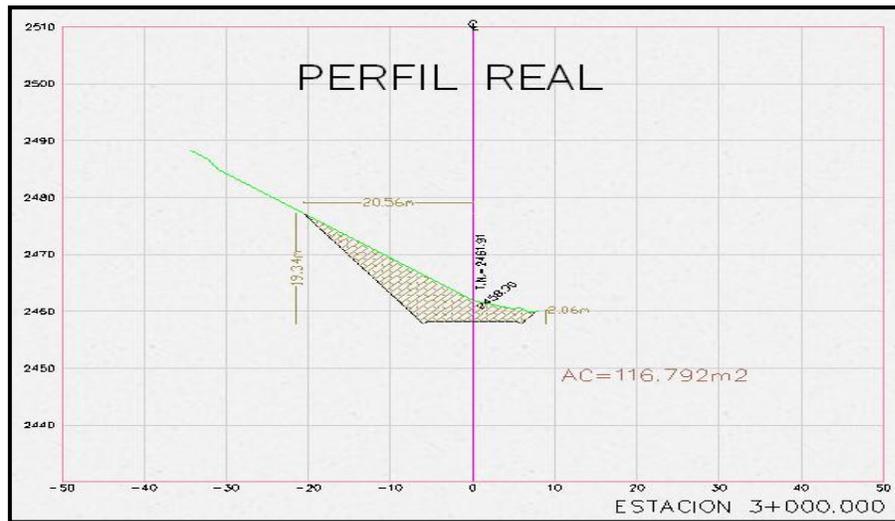


Figura 6.9.2 Sección transversal abscisa 3+000 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.



Foto 6.9.1 Sección transversal abscisa 3+000. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

➤ **ABSCISA 3+500**

PERFIL ESTUDIO: 147.10 m².

PERFIL REAL: 273.81.79 m².

DIFERENCIA: 96.71 m.

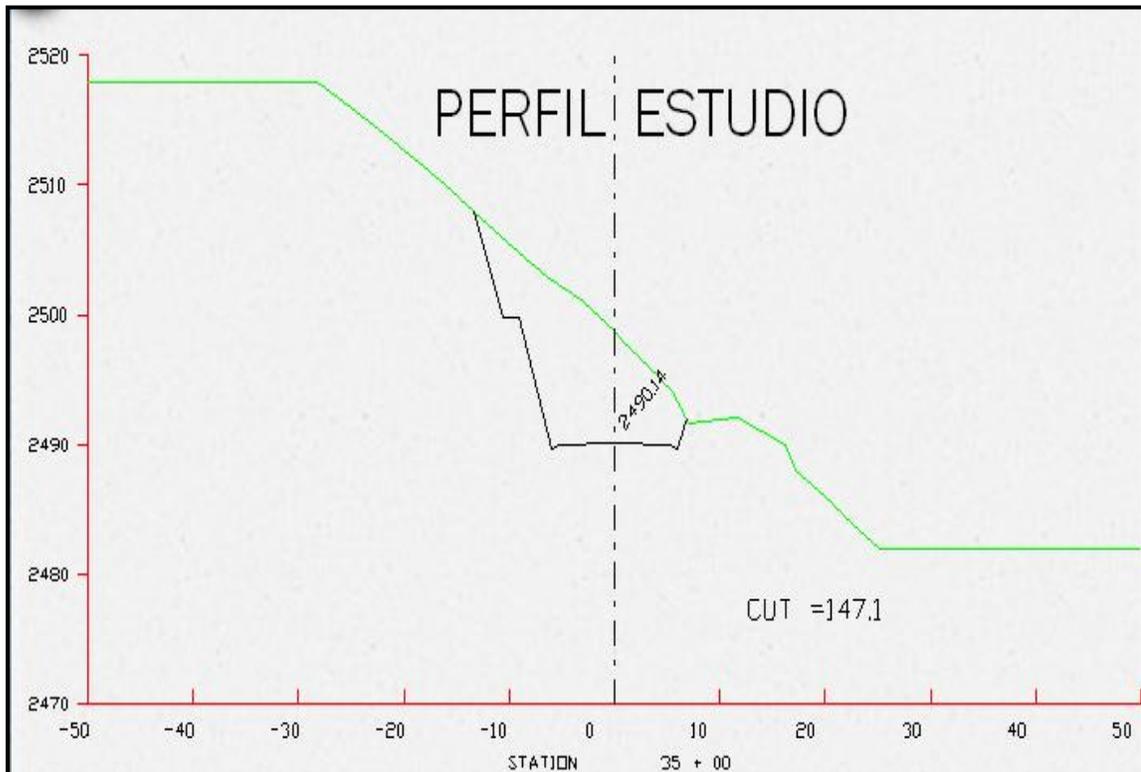


Figura 6.9.3 Sección transversal abscisa 3+500 perfil de estudio. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

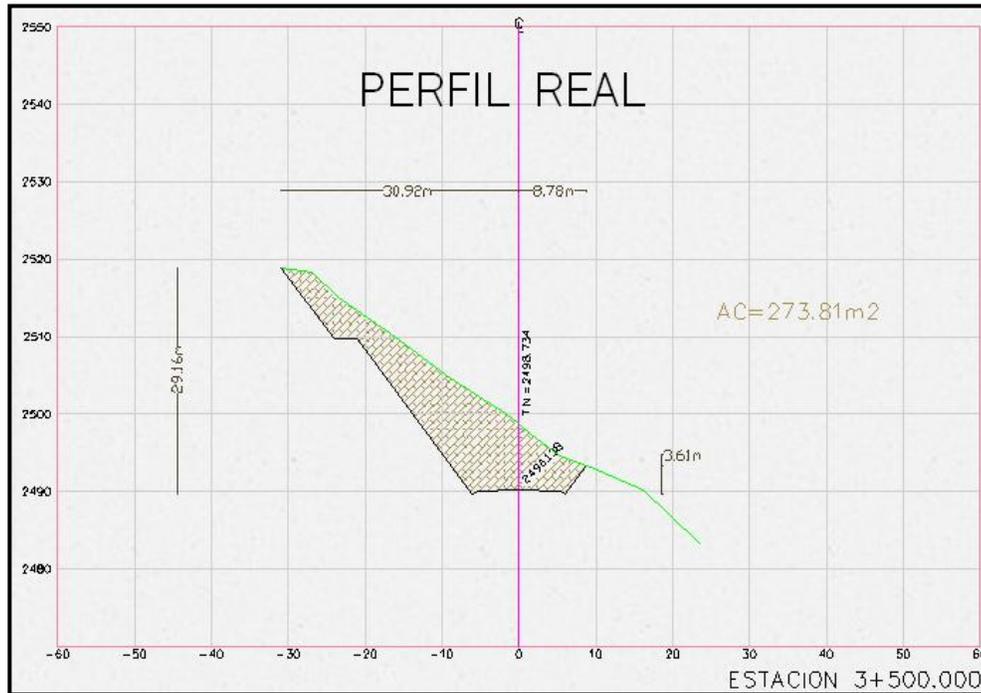


Figura 6.9.4 Sección transversal abscisa 3+500 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.



Foto 6.9.2 Sección transversal abscisa 3+500 perfil real **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

➤ **ABSCISA 4+000**

PERFIL ESTUDIO: 137.70 m².

PERFIL REAL: 187.58 m².

DIFERENCIA: 48.88 m².

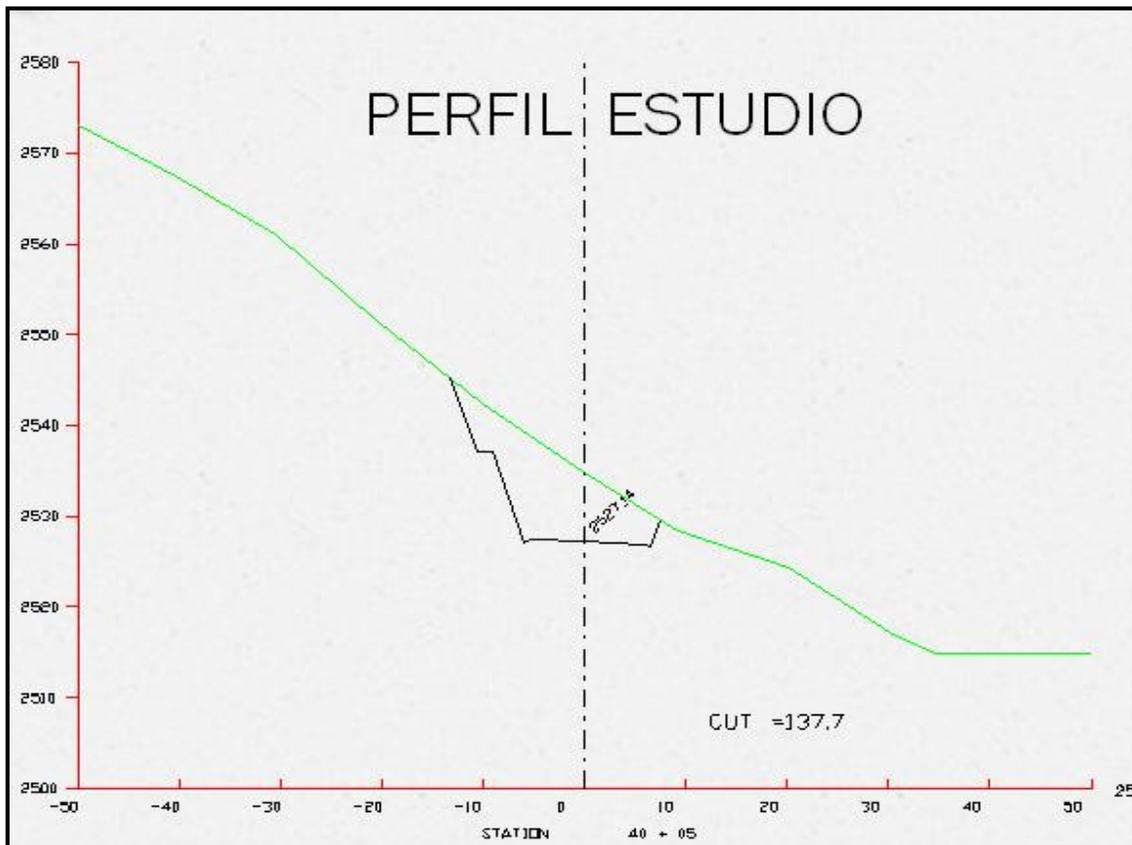


Figura 6.9.5 Sección transversal abscisa 4+000 perfil de estudio. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahujá-Pillate-Cotaló.

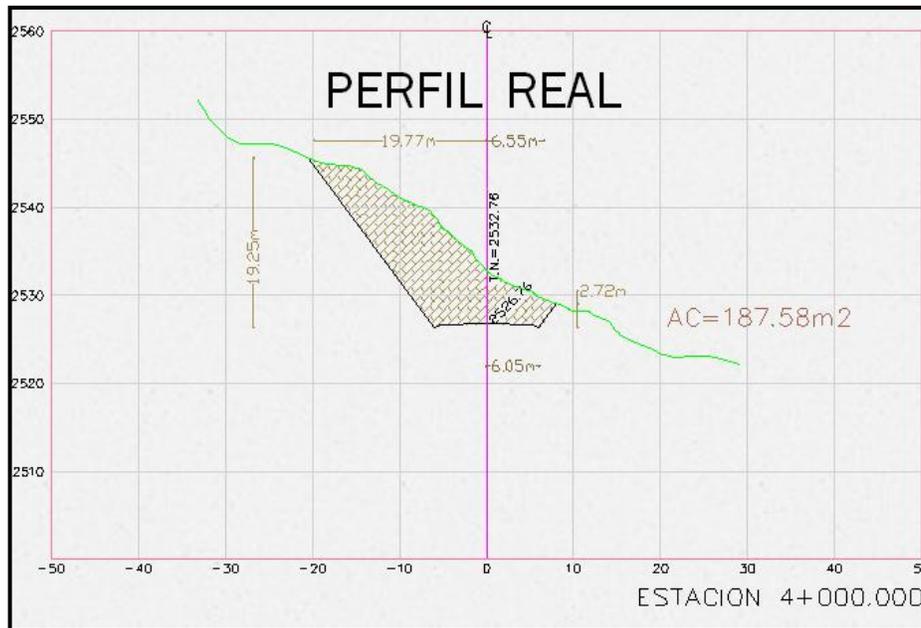


Figura 6.9.6 Sección transversal abscisa 4+000 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.



Foto 6.9.3 Sección transversal abscisa 3+000 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

➤ **ABSCISA 4+500**

PERFIL ESTUDIO: 295.40 m2.

PERFIL REAL: 2625.06 m2.

DIFERENCIA: 2329.66 m2.

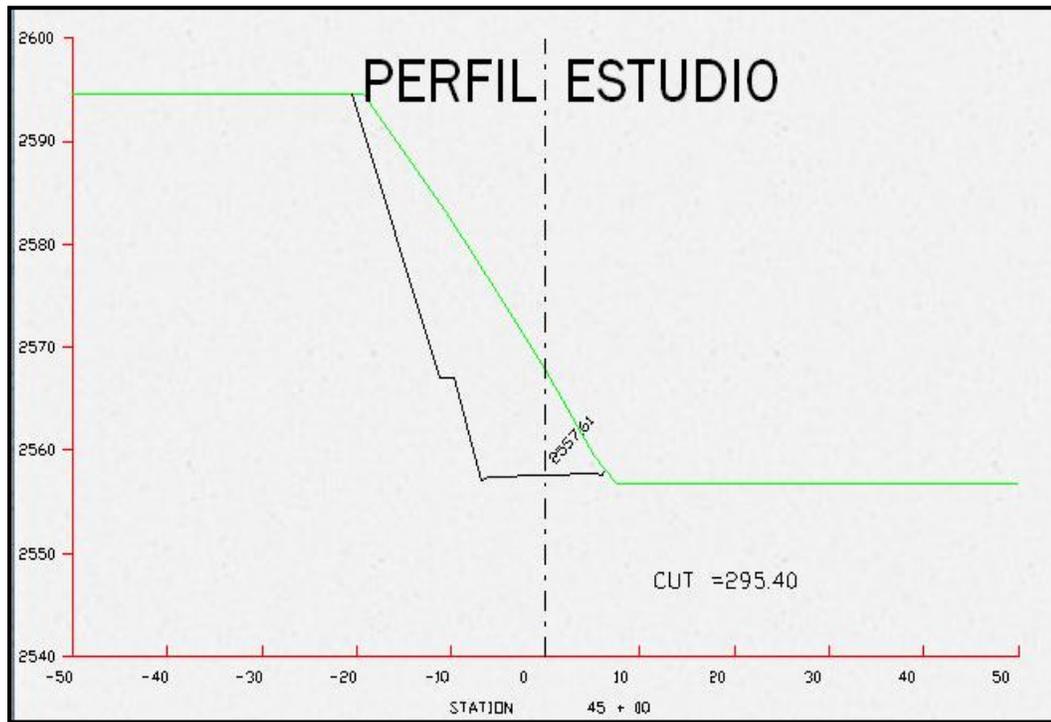


Figura 6.9.7 Sección transversal abscisa 4+500 perfil de estudio. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

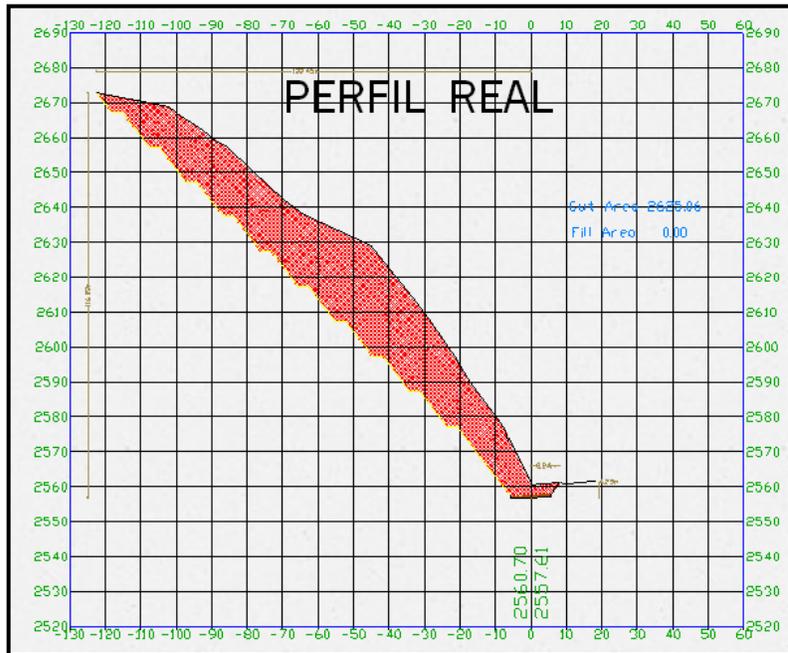


Figura 6.9.8 Sección transversal abscisa 4+500 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.



Foto 6.9.4 Sección transversal abscisa 4+500 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

➤ **ABSCISA 5+000**

PERFIL ESTUDIO: 60.10 m².

PERFIL REAL: 171.82 m².

DIFERENCIA: 111.72 m².



Figura 6.9.9 Sección transversal abscisa 5+000 perfil de estudio. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahujá-Pillate-Cotaló.

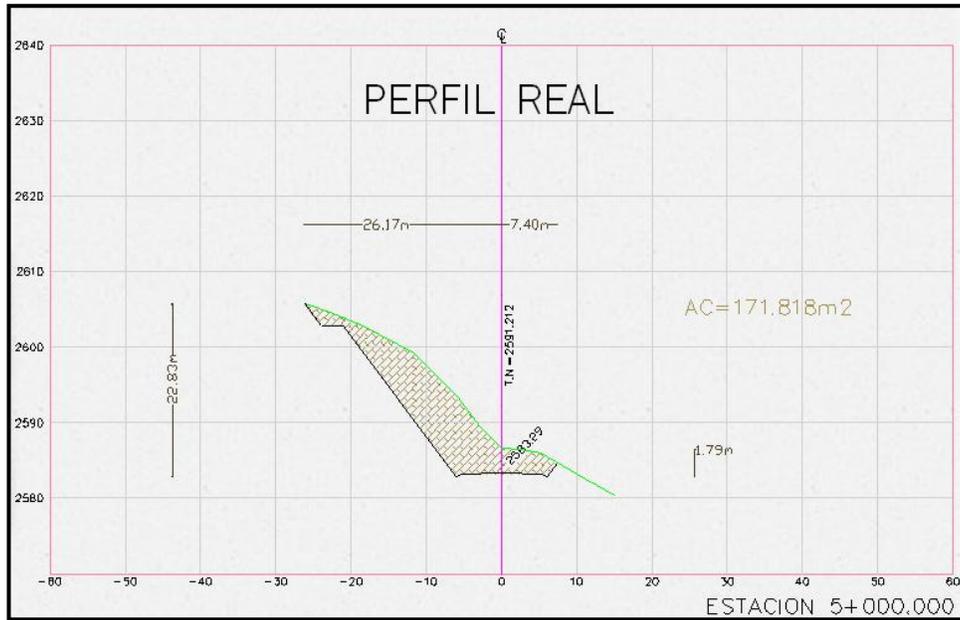


Figura 6.9.10 Sección transversal abscisa 5+000 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahujá-Pillate-Cotaló.



Foto 6.9.5 Sección transversal abscisa 5+000. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahujá-Pillate-Cotaló.

➤ **ABSCISA 5+500**

PERFIL ESTUDIO: 1039.90 m².

PERFIL REAL: 1894.27 m².

DIFERENCIA: 854.37 m².



Figura 6.9.11 Sección transversal abscisa 5+500 perfil de estudio. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

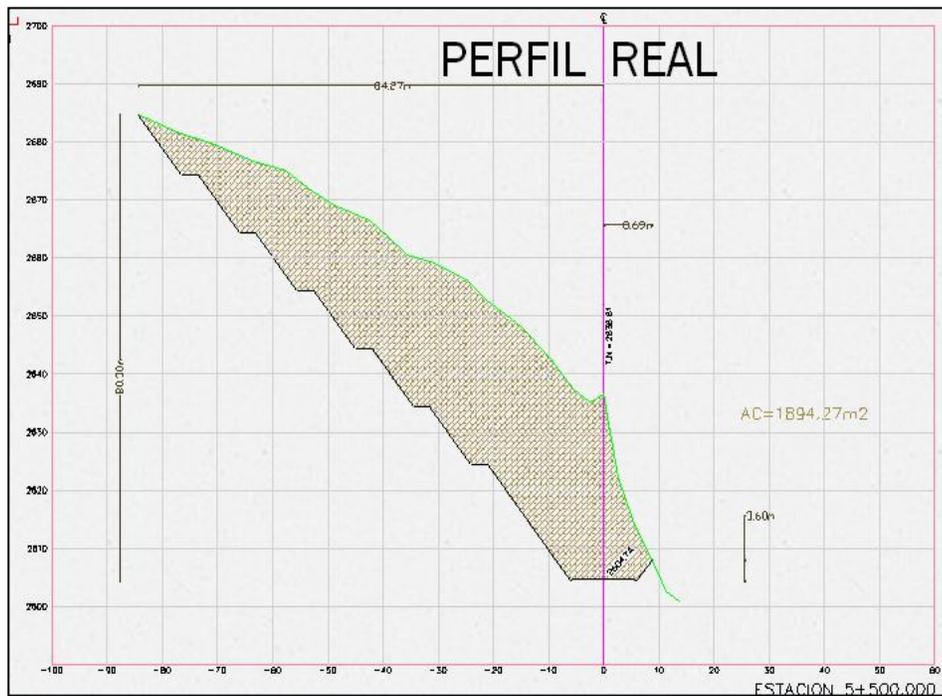


Figura 6.9.12 Sección transversal abscisa 5+500 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.



Foto 6.9.6 Sección transversal abscisa 5+500. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

➤ **ABSCISA 6+000**

PERFIL ESTUDIO: 477.30 m².

PERFIL REAL: 1139.96 m².

DIFERENCIA: 662.66 m².

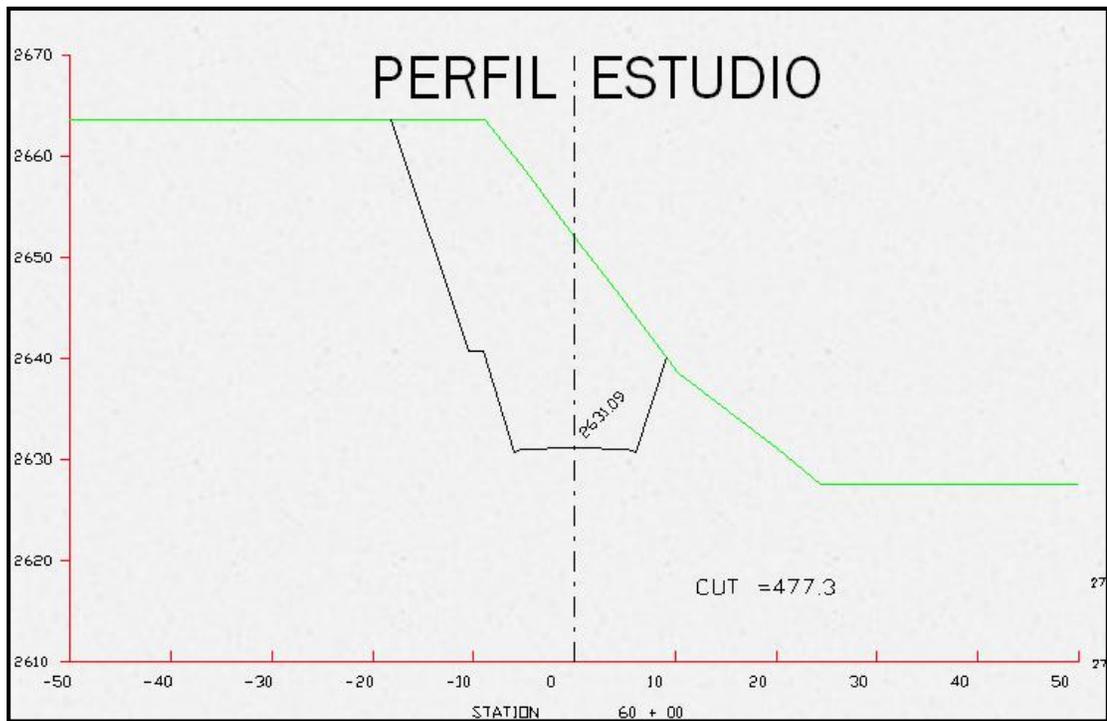


Figura 6.9.13 Sección transversal abscisa 6+000 perfil estudio. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

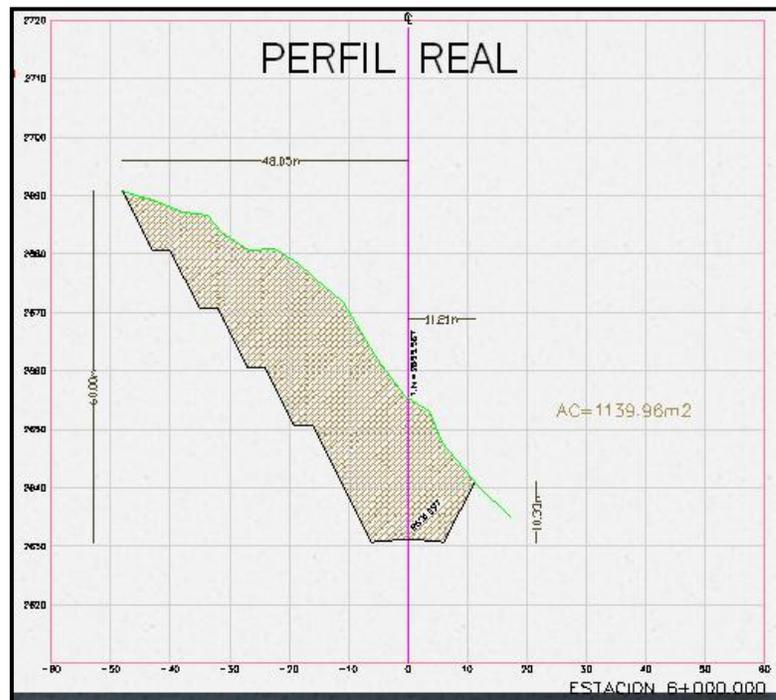


Figura 6.9.14 Sección transversal abscisa 6+000 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahujá-Pillate-Cotaló.



Foto 6.9.7 Sección transversal abscisa 6+000 perfil real. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahujá-Pillate-Cotaló.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tabla 6.9.1 Movimiento de tierras abscisas y volúmenes

ABSCISAS	VOLUMENES DE CORTES	
	ESTUDIO (m3)	REAL (m3)
Km 0+000 - 0+720	356,510.00	257,025.50
Km 0+720 - 6+390	1`213540,00	3`572,570.06
Km 6+390 - 9+246	512,969.00	607,565.69
Km 9+246 - 12+700	363,768.00	383,719.94
Km 12+700 - 16+740	485,506.00	462,041.21
Km 16+740 - 22+500	359,514.00	410,815.40
Km 22+500 - 25+080	454,226.00	415,551.02
TOTAL PARCIAL	3`746,033	6`109,288.83
Acceso a Guanando	65,601.00	315,089.28
Intersección a Baños	15,351.00	15,350.91
GRAN TOTAL	3`826,984.00	6`439,729.02

Fuente: Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

EVALUACIÓN DE RIPABILIDAD A LO LARGO DEL PROYECTO (ESTUDIO)

Tabla 6.9.2 Evaluación de ripabilidad 1

ABSCISAS	RIPABILIDAD			% TOTAL
	Suelo (%)	Marginal (%)	Roca (%)	
0+000-0+200	100	-	-	100
0+200-0+245	-	-	-	0
0+245-1+000	100	-	-	100
1+000-4+100	80	20	-	100
4+100-6+600	10	20	70	100
6+600-10+800	80	15	5	100
10+800-13+650	100	-	-	100
13+650-25+110	85	10	5	100

Fuente: G.A.N. Ing. Gustavo Acosta, Estudios y diseños de la vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

Tabla 6.9.3 Evaluación de ripabilidad 2

ABSCISAS	RIPABILIDAD			TOTAL
	Suelo (m3)	Marginal (m3)	Roca (m3)	
0+000-0+200	135,876.00			135,876.00
0+200-0+245	34,662.00			34,662.00
0+245-1+000	185,952.00			185,952.00
1+000-4+100	347,948.80	86,987.20		434,936.00
4+100-6+600	82,391.10	164,782.20	576,737.70	823,911.00
6+600-10+800	585,501.60	109,781.55	36,593.85	731,877.00
10+800-13+650	115,186.00			115,186.00
13+650-25+110	1'091,088.05	128,363.30	64,181.65	1'283,633.00
Acceso a Guanando		65,601.00		
Intersección a Baños	15,351.00			
	2'593,956.55	555,515.25	677,513.20	3'826,984.00
Porcentaje	67.78%	14.52%	17.70%	

Fuente: G.A.N. Ing. Gustavo Acosta, Estudios y diseños de la vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

EVALUACIÓN DE RIPABILIDAD A LO LARGO DEL PROYECTO (REAL)

Tabla 6.9.4 Evaluación de ripabilidad 1

ABSCISAS	RIPABILIDAD			% TOTAL
	Suelo (%)	Marginal (%)	Roca (%)	
0+000-0+200	-	75	25	100
0+200-0+245	-	75	25	100
0+245-1+000	79.58	15.31	5.1	100
1+000-4+100	43.13	39.58	17.29	100
4+100-6+600	13.78	33.05	53.18	100
6+600-10+800	52.03	17.91	30.06	100
10+800-13+650	10.27	89.73	-	100
13+650-25+110	63.21	25.33	11.46	100

Fuente: Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

Tabla 6.9.5 Evaluación de ripabilidad 2

ABSCISAS	RIPABILIDAD			TOTAL
	Suelo (m3)	Marginal (m3)	Roca (m3)	
0+000-0+200	-	91,474.15	30,491.38	135,876.00
0+200-0+245	-	19,581.37	6,527.12	34,662.00
0+245-1+000	87,583.12	16,852.47	5,617.49	185,952.00
1+000-4+100	471,428.64	432,618.37	189,032.16	434,936.00
4+100-6+600	351,712.96	843,630.98	1'357,625.91	823,911.00
6+600-10+800	438,369.21	150,905.88	253,307.39	731,877.00
10+800-13+650	13,951.71	121,888.63	-	115,186.00
13+650-25+110	775,430.39	310,694.69	140,564.79	1'283,633.00
Acceso a Guanando		315,089.28		
Intersección a Baños	15,350.91			
	2'153,826.94	2, '302,735.82	1'983,166.25	6'439,729.02
Porcentaje	33.45%	35.76%	30.80%	

Fuente: Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

Tabla 6.9.6 Evaluación de Ripabilidad – Presupuesto

	CANTIDADES PRESUPUESTO ESTUDIO CONTRATO		CANTIDADES PRESUPUESTO ESTUDIO		CANTIDADES PRESUPUESTO REAL	
	m3	%	m3	%	m3	%
EXCAVACIÓN SUELO	2,678,889.00	70.00%	2,593,956.55	67.78%	2,153,826.94	33.45%
EXCAVACIÓN MARGINAL	765,397.00	20.00%	555,515.25	14.52%	2,302,735.82	35.76%
EXCAVACIÓN ROCA	382,698.00	10.00%	677,513.20	17.70%	1,983,166.25	30.80%
	3,826,984.00		3,826,984.00		6,439,729.02	

Fuente: Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

PRESUPUESTO CONTRATO ORIGINAL

Tabla 6.9.7 Presupuesto estimado

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARI O	VALOR TOTAL
Excavación en suelo	m3	2,678,889.00	1.46	3,911,177.94
Excavación en roca	m3	382,698.00	7.14	2,732,463.72
Excavación en marginal	m3	765,397.00	1.94	1,484,870.18
Limpieza de derrumbes	m3	574,048.00	1.70	975,881.60
Escombreras	M3	3,167,956.00	0.41	1,298,861.96
Transporte material de excavación(transporte libre 500m) (a sitios de bote)	m3/Km.	21,268,731.0 0	0.29	6,167,931.99
				16,571,187.39

Fuente: Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

PRESUPUESTO REAL

Tabla 6.9.8 Presupuesto Real

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	V. TOTAL
Excavación en suelo	m3	2,153,826.94	1.46	3,144,587.33
Excavación en roca	m3	1,983,166.25	7.14	14,159,807.03
Excavación en marginal	m3	2,302,735.82	1.94	4,467,307.49
Limpieza de derrumbes	m3	1,086,693.28	1.70	1,847,378.58
Escombreras	M3	5,499,648.91	0.41	2,254,856.05
Transporte material de excavación(transporte libre 500m) (a sitios de bote)	m3/Km.	23,705,331.39	0.29	6,874,546.10
				32,748,482.58

Fuente: Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

Tabla 6.9.9 Cronograma contrato

CRONOGRAMA CONTRATO (m3)	
MES 2	255132.27
MES 3	255132.27
MES 4	255132.27
MES 5	255132.27
MES 6	255132.27
MES 7	255132.27
MES 8	255132.27
MES 9	255132.27
MES 10	255132.27
MES 11	255132.27
MES 12	255132.27
MES 13	255132.27
MES 14	255132.27
MES 15	255132.27
MES 16	255132.27
VOLUMEN CONTRATADO	3'826,984.00
MESES PROGRAMADO CONTRATO	15
VOLUMEN REAL	6'439,729.02
PROMEDIO VOLUMEN MENSUAL	255132.27
MESES REALES REQUERIDOS	25

Fuente: Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

CONCLUSIÓN

Se ha descrito la situación actual de la vía, comparando perfiles de estudio y reales, obteniendo un considerable incremento en volúmenes de obra como se puede observar:

Movimientos de tierra

Volumen de corte estudio = 3'826,984.00 m³

Volumen de corte real = 6'439,729.02 m³

Presupuesto del contrato original = 16'571,187.39 dólares

Presupuesto real = 32'748,482.58 dólares

Aquí se presentan muchos problemas durante la construcción de la vía, ya que no se realizó una buena planificación, ya sea por los trabajos extras a realizarse (nuevas excavaciones, elementos de retención y drenaje, nuevas alcantarillas etc.) o por los tiempos de ejecución ya establecidos en el contrato.

Como se puede observar se da un incremento aproximadamente del doble del contrato original, con lo cual se corrobora la necesidad de una planificación adecuada durante y después de la elaboración de un proyecto vial, partiendo desde el diseño de la vía hasta su construcción.

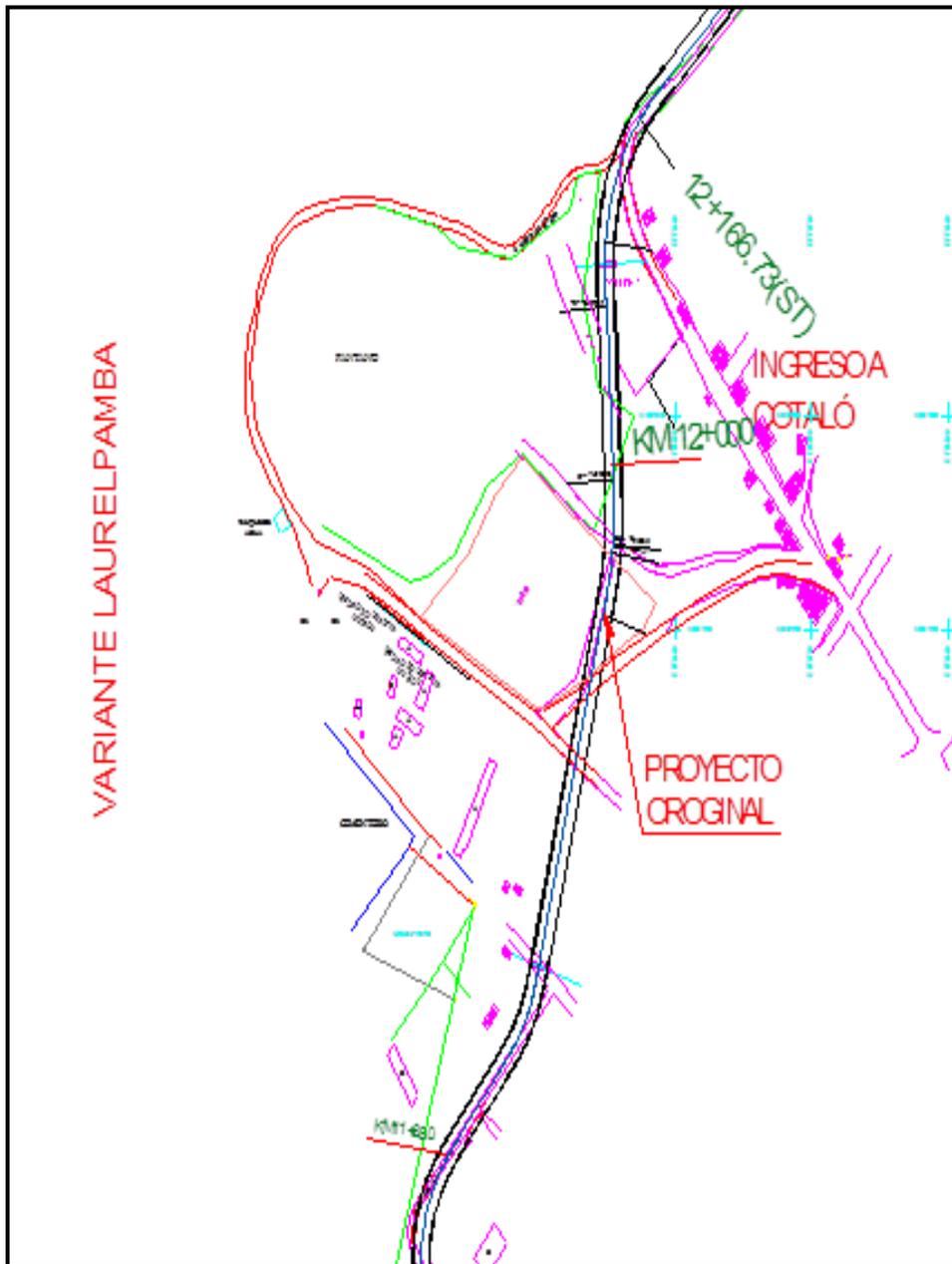


Figura 6.9.15 Variante Laurelpamba. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo construcciones en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló

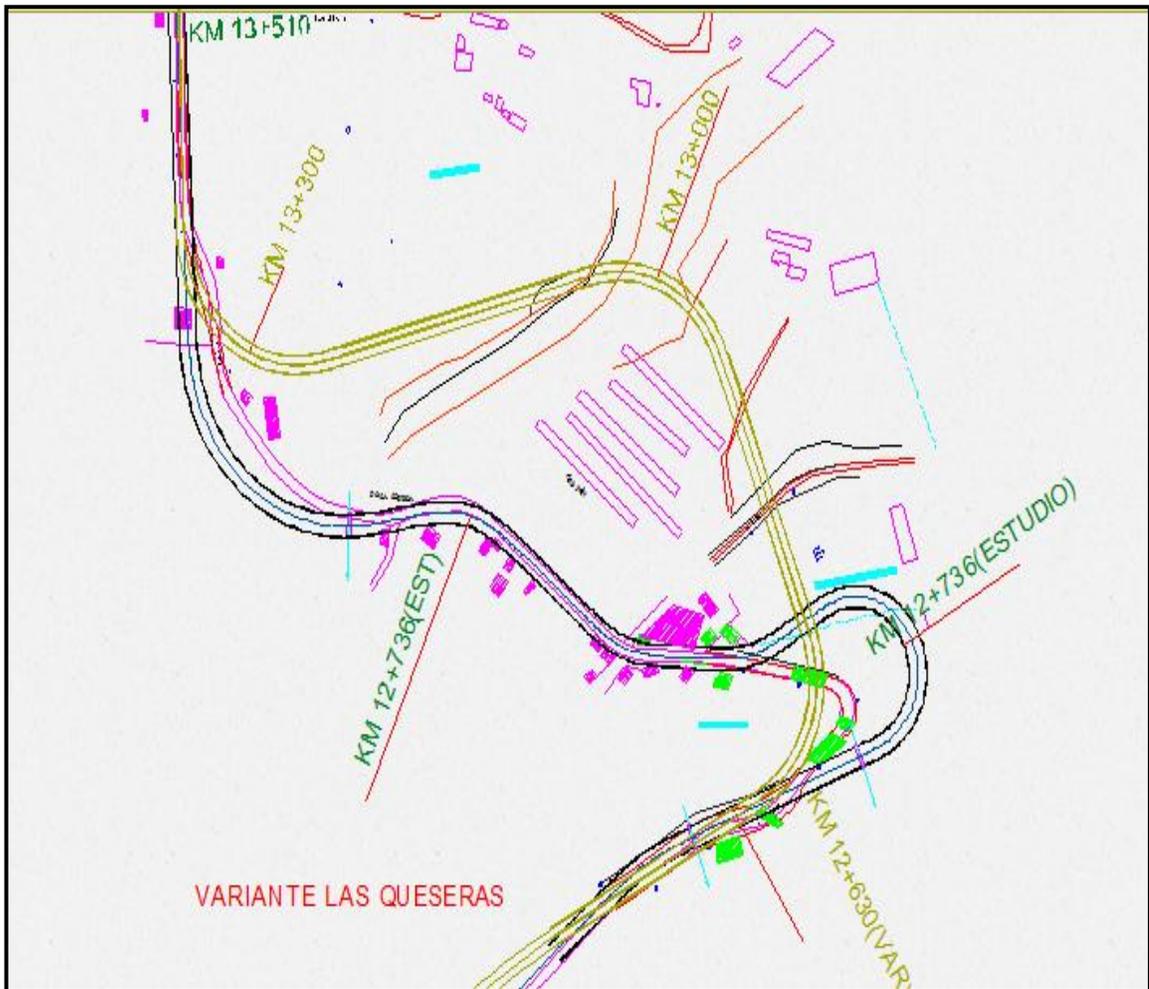


Figura 6.9.16 Variante las Queseras. **Fuente:** Libro de obra compañía Hidalgo & Hidalgo construcciones en la construcción de vía Cahuají-Pillate-Cotaló

6.10 BENEFICIO DE LA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE UN CAMINO DE SEGUNDO ORDEN

En los estudios se han descrito varios aspectos importantes que entran en este proyecto vial, aspectos que al momento de construir la vía pueden ser mejoradas notablemente.

6.10.1 Beneficios directos

El beneficio de esta planificación es mejorar la construcción de un camino, reduciendo costos en movimientos de tierras, impacto ambiental, estabilización de taludes, etc., presentando prácticas benéficas que ayudan al profesional o empresa encargada del proyecto vial, además de esto, ayudará a la comunidad al tener una vía ya disponible con la mayor rapidez, incrementando la actividad económica y mejorando el transporte.

Entre estos beneficios podemos mencionar los siguientes:

6.10.1.1 Ahorro en los costos de operación

Evitando cortes excesivos, se pueden reducir costos de operación, movimiento de personal y maquinaria.



Foto 6.10.1 Adaptación de la topografía con el lugar, una de las soluciones que presenta la guía en el proceso de excavación. **Fuente:** Libro de obra en construcción de la vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

- **En el proceso de desbroce y limpieza**, teniendo en nuestro proyecto más de 26.12 Ha, se pueden evitar daños considerables a la flora y fauna del lugar.



Foto 6.10.2 Deforestación inadecuada, aumentando el monto original del contrato, incluso creando rubros no establecidos. **Fuente:** Libro de obra en construcción de la vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

- **En la excavación,** de acuerdo al estudio geológico los materiales a excavar, se estiman en un 70% para suelo, 20% como marginal y un 10% para roca, evaluación realizada de acuerdo al tipo de material presente en superficie.

Tabla 6.10.1 Volumen de excavación del proyecto

Total de excavación =	3`826.985 m3.
Total de relleno =	659.029 m3
Diferencia (escombreras)=	3`167.956 m3

Fuente: G.A.N. Ing. Gustavo Acosta, Estudios y diseños de la vía Cahujá-Pillate-Cotaló.

Aquí se producen muchos problemas durante la construcción, ya sea por asentamientos, inestabilidad del suelo, pérdida de capacidad de soporte del suelo, etc., produciendo impactos negativos (afectación al suelo, flora y fauna, paisaje, agua, contaminación por polvo), que con la guía implantada para este proyecto trata de reducir estos impactos.

6.10.2 Reducción de costos en el mantenimiento vial

Las acciones de administración y conservación vial, deberán estar enmarcadas, en conseguir vías seguras, cómodas, rápidas, y al menor costo tanto de la institución, como de los usuarios, para ello se deberá realizar todas las actividades necesarias para conseguir los resultados esperados, estas actividades pueden ser las siguientes:

- Evaluación periódica de la condición de la infraestructura;
- Priorización de acciones;
- Cantidad de trabajo a realizar;

- Organización y programación;

- Asignación de recursos financieros.

Las ventajas de la aplicación de un sistema de gestión de conservación, es que ofrece a los administradores viales una herramienta de aplicación, para administrar eficientemente los recursos disponibles, mediante la planeación, ejecución, control de los proyectos.

Se optimizará las inversiones en la infraestructura vial, proporcionando niveles de servicio satisfactorio a los usuarios, disminuyendo los costos de operación vehicular, los costos de las actuaciones de conservación en relación a las de rehabilitación, reduciendo además del tiempo de recorrido y los índices de accidentes de tránsito.

6.10.3 Organización y planificación

Para la implementación de la propuesta, se requiere de un sistema administrativo, que tenga una estructura orgánica y funcional, que logre ejecutar de forma adecuada el modelo propuesto para eso se requerirá que los administradores viales, creen un departamento o unidad de conservación vial.

Las acciones de administración y gestión de la unidad de conservación vial, deberán estar enmarcados, en conseguir vías seguras, cómodas, rápidas, y al menor costo tanto de la institución, como de los usuarios, para ello se deberá realizar todas las actividades necesarias para conseguir los resultados esperados.

6.10.4 Etapa constructiva

Como se observó en los datos del estudio, se obtuvieron con los cuales se pretendía mejorar la ejecución del proyecto vial, en este caso en singular no se tomaron algunos aspectos importantes como:

- Realizar el levantamiento topográfico para determinar las rasantes satisfactorias, un buen alineamiento horizontal y vertical, etc.
- Construcción de cunetas y alcantarillas correctamente ubicadas.
- Protección de obras de arte como muros, cabezales, etc.
- Realización de una evaluación ambiental óptima, a fin de identificar problemas durante la construcción del proyecto vial.
- Prevención, identificar problemas existentes y potenciales.
- Mostrar alternativas óptimas de solución en la presentación de un problema.
- Evaluación de imprevistos y medidas correctivas inmediatas.



Foto 6.10.3 Controlar cortes de talud para reducir el impacto al paisaje del lugar. **Fuente:** Libro de obra en construcción de la vía Cahuají-Pillate-Cotaló.



Foto 6.10.4 Controlar el polvo durante los movimientos de tierra. **Fuente:** Libro de obra en construcción de la vía Cahuají-Pillate-Cotaló.

6.11 METODOLOGÍA

6.11.1 Planificación del sistema constructivo para caminos de segundo orden permitirá reducir el incremento en el costo de la obra.



INTRODUCCIÓN

La intención de esta planificación práctica es proporcionar una visión general de los aspectos clave de planeación, ubicación, diseño, construcción y mantenimiento de caminos que pueden causar impactos ambientales y enumerar las maneras más adecuadas de prevenir esos impactos. Se utilizan técnicas o métodos de diseño las cuales, cuando se aplican, evitan o disminuyen la contaminación y reducirán el impacto ambiental. Las mejores prácticas han sido desarrolladas por muchos organismos, proporcionando buenas prácticas de ingeniería y de administración. Los caminos que no tienen una buena planeación, que no se localizan correctamente, que no se diseñan ni construyen debidamente, ni tampoco se les da el mantenimiento adecuado, o que no están hechas con materiales durables, con frecuencia producen efectos negativos a la economía, a la sociedad o al medio ambiente.

En esta planificación se presentan prácticas de ingeniería fiables, rentables en cuanto a costos al evitar las fallas y reducir las necesidades de mantenimiento y los costos de reparación.

Se ha tomado en cuenta los aspectos más fundamentales de los caminos de una manera lo más sencilla posible. Estas prácticas fundamentales se aplican a caminos de todo el mundo con una amplia gama de usos y estándares. Con frecuencia se tienen que adaptar las prácticas recomendadas para satisfacer las condiciones locales y los materiales disponibles.

En esta planificación se presentan técnicas que se pueden aplicar en la administración de caminos, a fin de reducir o eliminar muchos problemas derivados de la construcción con el objeto de tener un proyecto vial rentable, alargando su vida útil eliminando las necesidades de reparación y reduciendo el mantenimiento.

1 ANÁLISIS AMBIENTAL

En el análisis ambiental se identifican problemas, conflictos o limitaciones de recursos que puedan afectar al ambiente natural o a la viabilidad de un proyecto, proporcionando beneficios al constructor de caminos y a las comunidades que pudieran resultar afectadas por la construcción del camino y actividades de mantenimiento.



Foto 1.1 Un aspecto clave del proceso de análisis ambiental es la comunicación con los usuarios beneficiarios del proyecto vial. **Fuente:** Miguel Lascano, vía Cahuaji-Pillate-Cotaló



Foto 1.2 Un camino bien construido contribuye al servicio de la población local. **Fuente:** Google, caminos del Ecuador.

Tabla 1.1 Etapas del análisis ambiental.

Etapas del análisis ambiental	
1)	Identificar el objetivo y las metas de la propuesta.
2)	Establezca el objetivo y efectos de la implantación del proyecto.
3)	Identificar los efectos probables de la implantación del proyecto.
4)	Diseño de alternativas, tomando en cuenta un rango considerable de ellas, tomando en cuenta la mitigación de impactos.
5)	Pronosticar efectos físicos, biológicos, económicos. Considerar tres efectos: directos, indirectos y acumulados.
6)	Comparación de alternativas, midiendo anticipadamente las alternativas con respecto a los efectos.
7)	Aviso de la decisión y consulta pública, eligiendo la alternativa preferida, permitiendo los comentarios por parte de los afectados.
8)	Implementación, seguimiento y monitoreo, registrando resultados asegurándose que las medidas de impacto ambiental se están siguiendo.

Fuente: Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar pág. 150.

1.1 Beneficios del análisis ambiental

Entre los beneficios clave de un análisis ambiental aplicado al proyecto de un camino, se pueden incluir los siguientes:

- Reducir en costo y tiempo la implementación de un proyecto.
- Evitar modificaciones costosas durante la construcción.
- Determinar el equilibrio correcto entre la necesidad de caminos y los impactos ambientales.

- Aumentar la aceptación del proyecto por parte del usuario.
- Evitar los impactos negativos y la violación de las leyes y reglamentos.



Foto 1.3 Impacto ambiental adverso producido por la erosión de la superficie del camino, derivada de pendientes fuertes y de drenes transversales inadecuadas. El mantenimiento de este camino también se vuelve difícil. **Fuente:** Google, caminos dañados.

- Mejorar el diseño y comportamiento del proyecto.



Foto 1.4 Camino bien diseñado de “impacto mínimo”, que tiene una especificación adecuada para su uso, buen drenaje y taludes estables. **Fuente:** Google, caminos.

- Producir un ambiente más saludable al evitar o mitigar los problemas, minimizar los conflictos relacionados con el uso de los recursos naturales.



Foto 1.5 El movimiento de tierras produce algunos problemas, ruido, polvo, afectación a riachuelos, etc. Proceso que debe ser controlado. **Fuente:** Google, movimiento de tierras.

1.2 Medidas típicas de mitigación

Entre los ejemplos de medidas típicas de mitigación de los problemas ambientales asociadas a proyectos de caminos, que han sido desarrolladas como resultado de los análisis ambientales, están las siguientes:

- Estructuras adicionales de drenaje transversal a la superficie del camino para disminuir la concentración de agua y los problemas de erosión subsecuentes.



Foto 1.5 La construcción y mantenimiento de cunetas es esencial para mantener en funcionamiento el camino. **Fuente:** Google, construcción de cunetas.

- Relocalización de un camino para evitar cruzar una pradera o una zona sensible.
- Adición de tubos extra de alcantarilla para mantener flujos distribuidos a través de una pradera y así evitar la formación de barranquillas producidas por los caudales concentrados.
- Colocar o adicionar agregado o algún otro tipo de pavimento a la superficie de rodamiento del camino, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y los problemas de polvo, así como para disminuir la frecuencia de mantenimiento y mejorar el confort del conductor.
- Desarrollar una cantera para el proyecto usando materiales locales, pero ubicada en una zona no sensible, y rehabilitar el sitio una vez terminado el proyecto.
- Aplicar medidas específicas de reforestación y de control de erosión para un proyecto, utilizando especies nativas adecuadas de vegetación y un vivero local para el proyecto que proporcione los tipos adecuados de plantas de rápido crecimiento, buena cobertura del suelo y raíces profundas.



Foto 1.6 La reforestación es una buena alternativa para controlar la erosión en los taludes.

Fuente: Google, medidas de forestación.

2 PLANIFICACIÓN

2.1 Aspectos claves de la planificación

Hay que tomar en cuenta aspectos claves del camino durante la fase de planificación de un proyecto de caminos, antes de la construcción o antes de mejorar los caminos de acceso hacia una cierta región.

Estos aspectos clave incluyen cambios o impactos que un camino puede producir en una zona que puedan considerarse como significativos, irreversibles o difíciles de mitigar.

Entre los aspectos claves, se incluyen los siguientes:

- Impactos en el crecimiento de la zona, uso del suelo, deforestación e impactos en comunidades locales o en poblaciones nativas (influencias más allá del derecho de vía del camino).
- Localización óptima del camino y del sistema, para satisfacer tanto las necesidades locales, como las necesidades específicas del proyecto (rediseño).
- Uso potencial a largo plazo del camino en comparación con el uso actual.
- Evitar impactos locales en la calidad del agua y su degradación (mantener los caminos alejados de las corrientes de agua y desligados de éstas).
- Identificar las zonas de vulnerabilidad histórica o potencial, tales como materiales o áreas geológicamente inestables, zonas propensas a inundación, o zonas de alto riesgo volcánico o sísmico.



Foto 2.1 Un mal estudio hidrológico conlleva a una inundación, poniendo en riesgo el proyecto vial como a la comunidad beneficiada. **Fuente:** Google, inundaciones.

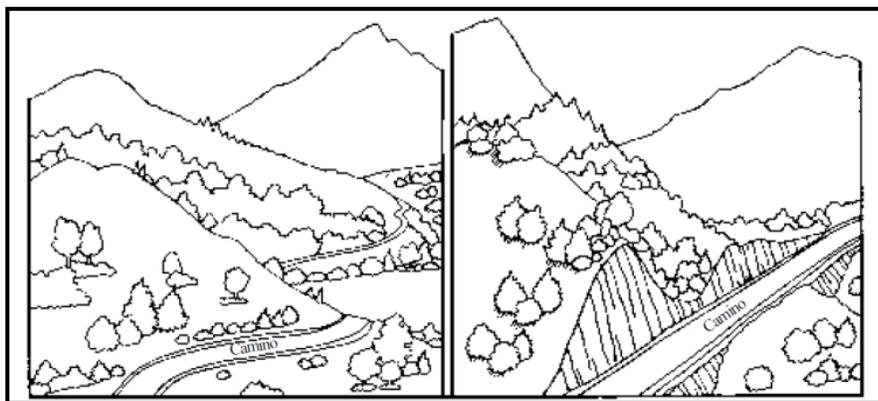
- Evitar zonas problemáticas así como la ubicación de caminos en zonas de alto riesgo de peligros naturales, tales como deslizamientos de tierra, zonas de caídas de roca, taludes de fuerte pendiente (de más de 60-70%), áreas húmedas, y suelos saturados.



Foto 2.2 Es deslizamiento de tierras puede ocasionar graves pérdidas humanas y económicas. **Fuente:** Google, deslizamiento de tierras.

- Proporcionar un buen drenaje superficial a la calzada y ondular la pendiente del camino, de tal manera que el agua se disperse del camino frecuentemente y se minimice la concentración de la misma.

- Mantener los taludes de cortes y terraplén con la mínima inclinación posible y bien cubiertos (estabilizados) con vegetación a fin de minimizar tanto los desprendimientos como la erosión superficial. Sin embargo, los taludes verticales que minimizan el área expuesta pueden resistir mejor la erosión superficial para suelos altamente erosivos pero que están bien cimentados.
- Usar vegetación con raíces profundas para la estabilización biotécnica de taludes. Use una combinación de cobertura vegetal de buena calidad con plantas de raíces profundas, de preferencia especies nativas, para minimizar la inestabilidad del suelo a gran profundidad, así como para ofrecer protección contra la erosión superficial.
- Minimizar los impactos en las plantas y animales locales, tanto directa como indirectamente.
- Identificar y evitar las zonas problemáticas, tales como deslizamientos de tierra, pantanos, suelos pobres o pendientes excesivamente fuertes.



Camino de bajo impacto

Camino de alto impacto

Figura 2.1 Caminos de bajo impacto comparados con los de alto impacto. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar.

2.2 Indicadores de sitios problemáticos

Los indicadores son hechos o condiciones tangibles simples que pueden mostrar avances hacia metas o impactos. Ellos pueden destacar las tendencias, la necesidad de estudios adicionales, las oportunidades de gestión, o las modificaciones necesarias de diseño y construcción.

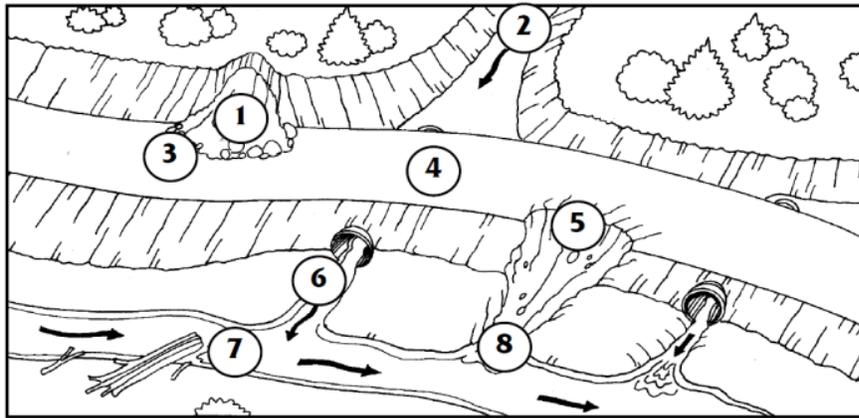


Figura 2.2 Principales fallas en un camino.

- 1) Falla de un corte del camino;
- 2) Drenaje natural;
- 3) Escombros del deslizamiento de tierra hacía del drenaje;
- 4) Calzada;
- 5) Erosión de la superficie;
- 6) Sedimentos del relleno hacia el arroyo;
- 7) Arroyo;
- 8) Plumitas de sedimentos.

Fuente: Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar.

Los siguientes aspectos deberían tomarse en cuenta:

- **Posición del talud y riesgo de falla del talud:** Existe la posibilidad de una falla del camino o del talud debido a la localización de un camino sobre el talud de una ladera inestable o saturada, de un cañón o de su ubicación en el fondo de un valle, en la llanura de inundación.



Foto 2.1 Camino problemático debido a fallas en los cortes del camino. Los problemas de inestabilidad ocasionan retrasos en los usuarios del camino y altos costos de mantenimiento o de reparación. **Fuente:** Google, derrumbes en caminos.

- **Riesgo de falla del cruce camino-arroyo:** La estructura de cruce del camino la capacidad suficiente para el sitio y la adecuada protección de las márgenes del arroyo.



Foto 2.2 Ubicación inadecuada de un camino, el cual se ha convertido en “riachuelo” y está hidrológicamente “conectado” a los arroyos que lo circundan. **Fuente:** Google, riachuelos en caminos.

- **Proximidad de arroyos y descarga de sedimentos en los cuerpos de agua y en las zonas ribereñas:** El camino se encuentra demasiado cerca de un arroyo, y están los sedimentos producidos por el camino siendo descargados en tierras húmedas, lagos o arroyos.

- **Regímenes de aguas subterráneas y superficiales:** En el camino interceptan aguas subterráneas o interfieren con la dirección, variación estacional o cantidad de los caudales de aguas subterráneas o superficiales.
- **Fauna silvestre, pesquerías y hábitat acuático:** Los impactos del camino en las poblaciones de peces y de fauna silvestre, en las rutas migratorias, en la fragmentación del hábitat y particularmente en las especies sensibles y en su hábitat, a escalas tanto local como regional.
- **Trastornos causados por el hombre:** La red de caminos es responsable de la contaminación del aire (polvo), de basureros, de ocupación ilegal y acopio, o de residuos sólidos peligrosos.



Foto 2.3 El polvo producido por la maquinaria vial es una de las grandes molestias que tienen las comunidades. **Fuente:** Google, polvo en caminos.

- **Densidad de caminos:** El sistema de caminos es demasiado grande, ineficiente, o desperdicia tierras valiosas, con respecto a otros usos mejores de esa tierra.



Foto 2.4 La alteración de ecosistemas es el impacto más negativo sobre la fauna y la flora. Por tanto, es recomendable que se extremen las precauciones para evitar la modificación de lugares que no sean estrictamente necesarios. **Fuente:** Google, maquinaria vial.

3 ORGANIZACIÓN

El contratista o entidad contratante deberán establecer para la obra una organización para la ejecución del control de calidad, paralela a la organización de ejecución de obra.

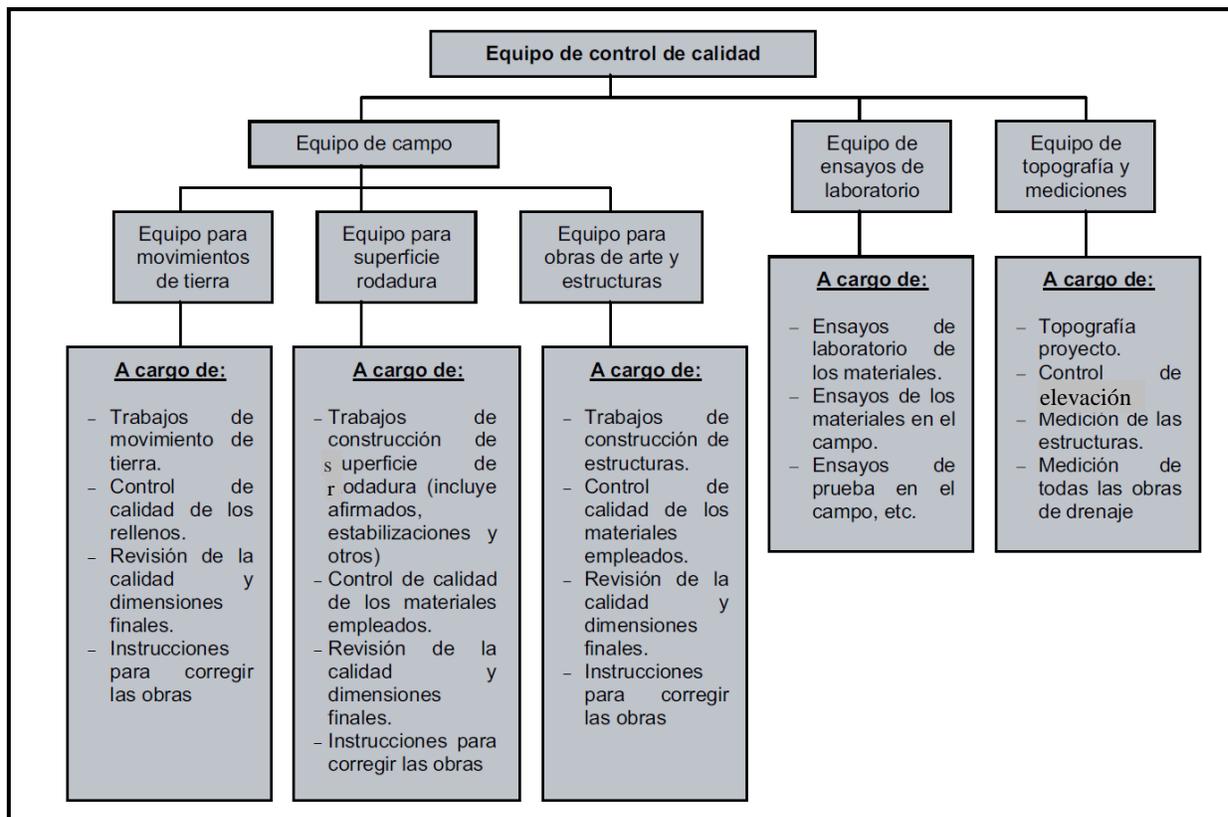
Esta organización deberá estar compuesta como mínimo de las siguientes personas:

- Ingeniero fiscalizador: Ingeniero civil colegiado especializado en vías, pavimentos o mecánica de suelos, con experiencia mínima de cinco (5) años, dentro de los cuales cuenta las utilizadas en estudios.
- Laboralista jefe: Ingeniero, bachiller en ingeniería civil o tecnólogo con experiencia mínima de cinco (5) años en el manejo de laboratorios de suelos y pavimentos.
- Laboralistas inspectores: Tecnólogos con experiencia en supervisión. El número de laboralistas será planteado de acuerdo con la longitud de vía.
- En todos los casos, deberá existir por lo menos un laboralista inspector por cada frente de trabajo.

- Ayudante de laboratorio: Personal auxiliar para la ejecución de ensayos de laboratorio y de campo.
- El equipo de laboratorio, de acuerdo al tipo y magnitud de obra, será especificado en las bases de licitación.
- El grupo fiscalizador deberá contar permanentemente con vehículo o vehículos independientes del trabajo de producción.
- Es recomendable que la organización para el control de calidad de los trabajos esté compuesto por tres equipos principales:
 - a) Equipo de campo;
 - b) Equipo de ensayos de laboratorio;
 - c) Equipo de topografía y mediciones.

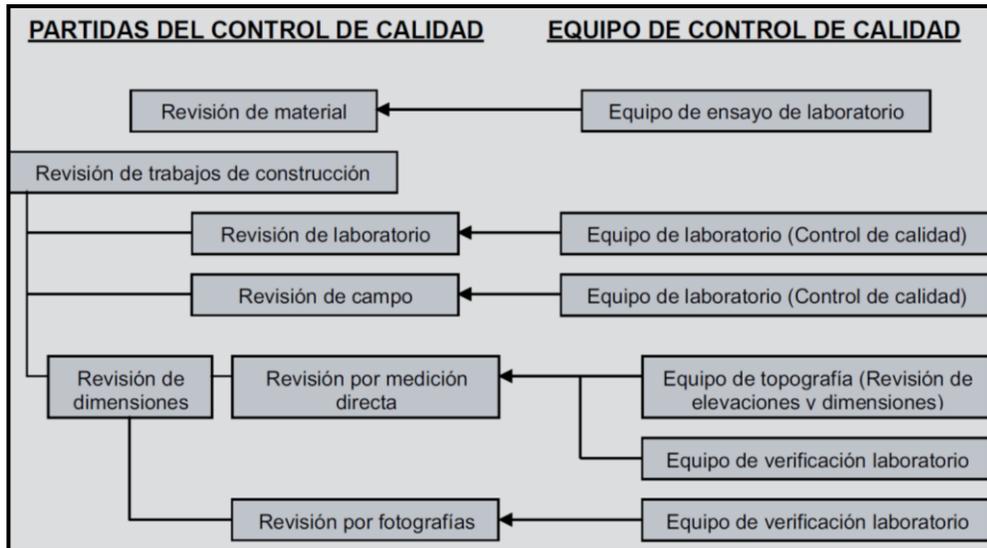
Para obtener un buen sistema de control de calidad debe existir una buena coordinación entre los tres equipos antes mencionados. Como ilustración de organización se muestra el siguiente esquema:

Figura 3.1 Organización para un buen control de calidad.



Fuente: Manual de especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras de bajo volumen de tránsito (EG-CBT-2008).

Figura 3.2 Relación equipo de partidas de control de calidad - control de calidad



Fuente: Manual de especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras de bajo volumen de tránsito (EG-CBT-2008).

3.1 (MTOP 103-2.01) Iniciación y programación de los trabajos

El contratista deberá iniciar los trabajos dentro de los quince (15) días de haber iniciado el plazo contractual, y llevarlos a cabo en forma expedita, bajo su propio control, para que la obra quede concluida dentro del plazo estipulado y de conformidad con los requisitos técnicos del contrato.

En caso de que el contratista iniciará la ejecución de la obra antes de recibir el aviso de comenzar, lo hará a su propio riesgo y no tendrá derecho a ningún reclamo si el contrato no se formalizará por causas que tienen fuerza de ley. Además, cualquier comienzo anticipado será supeditado a las siguientes condiciones:

- a) El contratista (adjudicatario) deberá notificar al fiscalizador, por escrito, y por lo menos con 5 días hábiles de anticipación, su intención de comenzar los trabajos y la fecha de comienzo propuesta

b) El contratista deberá observar y respetar todas las estipulaciones de los documentos contractuales desde el comienzo del trabajo

c) En caso de no formalizarse el contrato, el adjudicatario, por su cuenta, deberá efectuar los trabajos que sean necesarios, a juicio del fiscalizador, para dejar la obra iniciada en condiciones aceptables

d) Todo trabajo que sea ejecutado, luego que el fiscalizador del aviso de comenzar, será considerado como trabajo autorizado y será pagado de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el contrato, una vez que esté aprobado.

3.2 (MTOP 103-2.02) Personal, equipo y métodos de construcción

En todo momento el contratista deberá emplear equipo, maquinaria, personal y métodos de construcción adecuados para la correcta y expedita ejecución. El fiscalizador podrá requerir del contratista que despida a cualquier empleado que considere incompetente o negligente en su oficio, o que se negare a cumplir las instrucciones debidamente dadas por él o por sus representantes, o cuya conducta sea incorrecta. Si el contratista no emplea personal y equipo en la cantidad y de la calidad requeridas, o no utiliza métodos de construcción adecuados, o se niega a despedir a personal inaceptable, el fiscalizador podrá suspender la obra hasta obtener el cumplimiento, por parte del contratista, de sus instrucciones, o el contratante podrá rescindir el contrato conforme se estipula en el numeral 3.3 de este texto.

El equipo y maquinaria empleados deberán ser adecuados en tamaño, capacidad y condición, de manera que el ritmo y la calidad de los trabajos sean aceptables.

Cuando en el contrato se especifique la utilización de cierto equipo o maquinaria, o el empleo de ciertos métodos de construcción, el contratista deberá acatar tales estipulaciones. De no estar especificados los métodos y equipos que han de ser

empleados en la construcción, el contratista podrá utilizar cualquier equipo y método que logren la adecuada construcción de la obra, de acuerdo con el contrato y aprobados por el fiscalizador.

En caso de que el contratista deseara emplear otros métodos o equipos diferentes a los especificados en los documentos contractuales, deberá solicitar por escrito la aprobación del director, adjuntando a la solicitud una descripción completa de los equipos y métodos que el propone y las razones por las que desea hacer los cambios propuestos. Si se aprueba la mencionada solicitud, será en el supuesto de que el contratista se responsabilizará por la adecuada ejecución de la obra, de conformidad con los requisitos contractuales.

En caso de determinarse que los métodos o equipos alternativos no producen trabajos aceptables, el contratista deberá dejar de emplearlos y volver a utilizar los métodos y equipos especificados. El contratista deberá remover y reemplazar cualquier trabajo deficiente que resultare del empleo de equipos o métodos alternativos, o corregirlo conforme instruya el fiscalizador.

La autorización del empleo de métodos o equipos alternativos no será considerada como base para ninguna modificación en los precios contractuales de los rubros correspondientes, ni en el plazo del contrato.

3.3 (MTOPI 103-2.06) Terminación de los contratos

Los contratos terminan:

- a) Por cumplimiento de las obligaciones contractuales,
- b) Por mutuo acuerdo de las partes,
- c) Por sentencia ejecutoriada que declare la nulidad del contrato,
- d) Por declaración unilateral del contratante, en caso de incumplimiento del contratista,
- e) Por sentencia ejecutoriada que declare la resolución del contrato, a pedido del contratista; y
- f) Por muerte del contratista o por disolución de la persona jurídica contratista, que no se origine en decisión interna voluntaria de los órganos competentes de tal persona jurídica.

3.4 Requerimientos de construcción

3.4.1 Permisos y licencias

El contratista deberá obtener todos los permisos y licencias para el desarrollo de sus trabajos y pagar todos los derechos e impuestos de los que no se haya exonerado. En cuanto a la base legal sobre permisos de extracción de materiales, debe remitirse a lo estipulado en la legislación vigente.

El representante de la entidad deberá gestionar los permisos de extracción de materiales de acarreo de cauce de álveos o ríos a nombre de la entidad contratante, con anticipación a fin de que el contratista pueda realizar la extracción de estos materiales.

3.4.2 Patentes y regalías

El contratista es el único responsable del uso y pago de regalías y cualquier costo relacionado con el uso de patentes, marcas registradas y derechos reservados ya sea de equipo, dispositivos, materiales, procedimientos u otros. En los precios contractuales deberá incluir estos costos, ya que la entidad contratante no reconocerá ningún pago por estos conceptos.

3.4.3 Ruinas y sitios históricos

En el caso de existencia de ruinas y sitios históricos, se deberá tener en cuenta la normatividad vigente sobre preservación del patrimonio arqueológico y cultural y la ley orgánica de municipalidades en cuanto a la participación funcional de los gobiernos locales y el código penal.

Los planos y documentos del proyecto deberán detallar la existencia de restos arqueológicos registrados en la zona en que se ejecutarán las obras. En el caso de existencia de sitios de interés arqueológico, paleontológico, minas, asentamientos humanos antiguos o de época colonial, monumentos históricos, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico, deberán ser consignados en el proyecto con su respectivo levantamiento topográfico y delimitación del área coordinada y autorizada por el MOPT. En estos casos, el trazo de la vía no deberá afectar las áreas así definidas y el proyecto debe contar con el certificado de inexistencias o inafectación de restos arqueológicos.

Durante la ejecución de las obras, se deberán seguir las siguientes estipulaciones:

a) Si el proyecto ha consignado áreas de interés histórico, el contratista asegurará la presencia de un profesional arqueólogo quien tendrá a su cargo el monitoreo de las actividades de preservación y tratamiento del área cultural a que hubiere lugar en la etapa constructiva, hasta el término de la obra de la carretera. Dicho profesional preparará los informes sobre el desarrollo de su actividad para conocimiento del contratista y el supervisor, los cuales, a su vez, alcanzarán el informe a la entidad contratante con copia al MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE.

b) Si durante la ejecución de obras se encuentran ruinas o sitios de carácter histórico no detectados previamente y no incluidos en los archivos del ministerio de cultura, el contratista deberá suspender de inmediato los trabajos en el área del hallazgo, notificando a la supervisión que comunicará tal hecho a la entidad contratante para las coordinaciones y acciones con el ministerio de cultura.

3.4.4 Uso de explosivos

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del supervisor, previa presentación de la información técnica y diseño del plan de voladura que el contratista presente. Antes de realizar cualquier voladura se deberán tomar todas las precauciones necesarias para la protección de las personas, vehículos, la plataforma de la carretera, instalaciones y cualquier otra estructura y edificación adyacente al sitio de las voladuras.

Es responsabilidad del contratista establecer medidas preventivas de seguridad, las cuales serán verificadas por el supervisor en el plan y en el informe posterior a la actividad ejecutada.

Considerar que:

1) La voladura se efectúe siempre que fuera posible a la luz del día y fuera de las horas de trabajo o después de interrumpir éste. Si fuera necesario efectuar voladuras en la oscuridad debe contarse con la iluminación artificial adecuada.

2) El personal asignado a estos trabajos debe estar provisto de los implementos de seguridad: casco, zapatos, guantes, lentes y tapones de oídos apropiados.

3) Aislar la zona en un radio mínimo de 500 metros. Para impedir el ingreso de personas a la zona peligrosa mientras se efectúan los trabajos de voladura, tomar las siguientes medidas:

a) Apostar vigías alrededor de la zona de operaciones.

b) Desplegar banderines de aviso.

c) Fijar avisos visibles en diferentes lugares del perímetro de la zona de operaciones.

d) Cerrar el tráfico de vehículos y que no se encuentren estacionados vehículos en las inmediaciones.

4) Cinco minutos antes de la voladura y en secuencia periódica debe darse una señal audible e inconfundible (sirena intermitente) para que las personas se pongan al abrigo en lugares seguros previamente fijados.

Después de efectuada la voladura y una vez que la persona responsable se haya cerciorado de que no hay peligro, se dará una señal sonora de que ha cesado el peligro.

El contratista deberá tener en cuenta y cumplir fielmente las disposiciones legales vigentes para la adquisición, transporte, almacenamiento y uso de los explosivos e implementos relacionados, según lo establecido por el reglamento de seguridad e higiene minera.

Los vehículos que se utilicen para transportar los explosivos deben observar las siguientes medidas de seguridad, a fin de evitar consecuencias para la vida de los trabajadores y del público:

- Hallarse en perfectas condiciones de funcionamiento.
- Tener un piso compacto de madera o de un metal que no produzca chispas.
- Tener paredes bastante altas para impedir la caída de los explosivos.
- En el caso de transporte por carretera estar provistos de por lo menos dos extintores de incendios de tetracloruro de carbono.
- Llevar un banderín visible, un aviso u otra indicación que señale la índole de la carga.

Los depósitos donde se guarden explosivos de manera permanente deberán:

- Estar contruidos sólidamente y a prueba de balas y fuego.
- Mantenerse limpios, secos, ventilados y frescos y protegidos contra las heladas.

- Tener cerraduras seguras y permanecer cerrados con llave al cual solo tendrán acceso el personal autorizado y capacitado.
- Solo utilizar material de alumbrado eléctrico de tipo antideflagrante.
- Mantener alrededor del depósito un área limpia de 8 metros de radio de distancia como mínimo, sin materiales de desperdicio, hojas secas o cualquier combustible.

Cualquier daño resultante de las operaciones de voladura deberá ser reparado por el contratista a su costo y a satisfacción de la entidad contratante.

Dentro de este aspecto, también se deberá considerar el cumplimiento de planes de compensación y reasentamiento involuntario de poblaciones afectadas por variaciones de trazo, cuyo pago debe estar incluido e identificado en determinadas partidas de pago del proyecto de obra.

El contratista suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su ubicación y estado de conservación garantizarán, en todo momento, su perfecta visibilidad.

El almacenamiento, transporte, manejo y uso de explosivos se realizará según lo establecido en el reglamento de seguridad e higiene minera, en lo que se refiere a la utilización de explosivos, incluyendo, además, algunas recomendaciones como las que se mencionan a continuación:

- El contratista deberá contar con los mecanismos y procedimientos que garanticen la mínima afectación a los recursos naturales de la zona y a las poblaciones cercanas. Se establecerá un manejo adecuado de los explosivos

para prevenir y minimizar los daños que se pueda ocasionar al medio ambiente, al mismo tiempo, evitar la remoción innecesaria de material.

- Su uso requerirá la supervisión de personal capacitado, asegurando que no se ponga en peligro las vidas humanas, el medio ambiente, obras, construcciones existentes por riesgo a accidentes.
- Se deberá almacenar el mínimo posible de explosivos que permita realizar normalmente las tareas habituales. El manejo de explosivos debe ser realizado por un experto a fin de evitar los excesos que puedan desestabilizar los taludes, causando problemas en un futuro.

El proveedor se encargará de entregar al contratista los explosivos en el sitio de obra. En caso de que el contratista transporte los explosivos, deberá usar un vehículo fuerte y resistente, en perfectas condiciones, provisto de piso de material que no provoque chispas, con los lados y la parte de atrás de altura suficiente para evitar la caída de material, deben llevar extintores de tetracloruro de carbono y, de utilizarse un camión abierto, deben cubrirse con una lona a prueba de agua y fuego.

3.4.5 Protección ambiental

Los impactos ambientales de cualquier actividad productiva se clasifican en función de si se producen como consecuencia del proceso de entrada de recursos consumos, ya sea de productos, agua o energía, del proceso de salida emisiones, vertidos y residuos- o se deben a la acción de la actividad sobre el territorio en el que se realiza impactos sobre el medio.

A continuación se describen las afecciones más notables que el desarrollo de las actividades de construcción y conservación de carreteras pueden originar y un

conjunto de medidas que van desde los métodos más sencillos, a la incorporación de nuevos materiales o técnicas, que amortiguan los efectos derivados de su aplicación.

En la siguiente figura, podemos describir los impactos causados por la construcción de un camino:

Afección fauna y flora	Afección suelo	Emisiones atmósfera	Impacto visual	Residuos	Ruido	Vertido
						
Consumos						
Agua	Energía	Materiales de gran consumo	Otros materiales			
		Áridos Cemento Hormigón Materiales Bituminosos Suelo Zahorra	Aceite Acero Aditivos químicos Aparatos eléctricos electrónicos Cal Disolventes Explosivos Fitosanitarios Fundentes	Geotextil Luminarias Madera Material absorbente Material de oficina Material plástico Microesferas Pintura Prefabricados Productos de limpieza		

Figura 3.3 Principales impactos durante la construcción vial. **Fuente:** Manual de buenas prácticas Medioambientales para carreteras. Pág. 18.

3.4.5.1 Protección de flora y fauna

La alteración de ecosistemas es el impacto más negativo sobre la fauna y la flora. Por tanto, es recomendable que se extremen las precauciones para evitar la modificación de lugares que no sean estrictamente necesarios. Los impactos más evidentes se describen a continuación:

- En las tareas de construcción como de conservación de carreteras producen alteraciones y molestias de la flora y fauna, bien sea por ruido, bien sea por generación de polvo.

- Las infraestructuras suponen en la mayoría de las ocasiones una barrera para los animales, puesto que los cerramientos perimetrales de las vías o el propio tráfico no les dejan pasar de un lado a otro, repercutiendo en los movimientos que los animales realizan para alimentarse o reproducirse.
- Los trabajos de desbroce y limpieza, además de afectar a la flora, pueden afectar a algunos animales en determinadas épocas del año. Los márgenes de las carreteras suponen grandes extensiones de territorio, a ellos están asociadas gran cantidad de flora y fauna. Destrucción de nidos, galerías o nichos ecológicos.
- Alteración, molestias y atropellos de animales, debido al movimiento y circulación de vehículos y maquinaria.
- El uso de fitosanitarios herbicidas puede suponer un riesgo para los animales.

Aquí se presenta las mejores prácticas para la protección de flora y fauna:

- Cuando las obras estén atravesando áreas ambientales sensibles, se deben de extremar las medidas de vigilancia sobre el personal de obra en lo que respecta a caza, pesca, tráfico de especies animales y vegetales, para lo cual se instalarán cercos perimetrales a fin de mantener una mejor vigilancia las 24 horas del día.
- Se deberá evitar la contaminación de arroyos, lagos, lagunas y estanques con sedimentos, combustibles, aceites, betunes, químicos u otros materiales dañinos y para evitar la contaminación de la atmósfera con material de partículas o gaseosas.

- Especies autóctonas o de crecimiento natural en la zona puede ayudar a reducir las tareas de mantenimiento. Sus requerimientos y atenciones son menores que con especies de otras zonas, se garantiza el mantenimiento de la diversidad biológica local evitando posibles invasiones de especies foráneas y se reducen los efectos de los ataques de plagas y enfermedades. Estas medidas de revegetación se aplicarán cuando la protección a la vegetación no sea del todo posible, haciéndose necesario la recuperación de la cubierta vegetal autóctona, creando las condiciones óptimas que posibiliten a corto plazo la implantación de especies herbáceas anuales y de especies leñosas, y a medio plazo, la instalación de la vegetación autóctona inicial.



Foto 3.1 Medidas de reforestación. **Fuente:** Google, medidas de forestación.

- Identificar la vegetación existente antes de proceder a su eliminación.
- Instalar mecanismos de absorción de polvo, si procede. Evitar la producción de polvo mediante el riego periódico de las zonas y materiales.



Foto 3.2 El control del polvo mediante el riego permanente durante la construcción es una medida que produce un impacto mínimo”, que tiene una especificación adecuada para su uso, buen drenaje y taludes estables. Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h. **Fuente:** Google, control de polvo.

- Es aconsejable que los elementos o infraestructuras auxiliares permanentes o temporales se sitúen en zonas de escaso valor natural, evitando su asentamiento en zonas de paso de fauna o en zonas con vegetación.
- Instalación de cerramientos de protección para animales o señales preventivas para evitar el paso de animales y así el atropello, hitos anti-fauna o reflectores.
- En las labores de talas y podas se deberá prestar especial atención a la presencia de nidos para evitar que estos sean afectados, y si fuera necesario realizar su traslado. En los taludes pueden anidar aves del sitio, por lo tanto se ha de tener especial cuidado en escoger el tipo de soporte reticular o geomalla.

3.4.5.2 Protección al suelo

El suelo es un recurso finito, que requiere cuidado y conservación. Es necesario que se extremen las precauciones en el uso del suelo como recurso, favoreciendo la restauración, siempre que sea posible, y evitando la pérdida y contaminación.

Los principales impactos se producen por:

- Cambio de uso del suelo en la construcción de carreteras, pérdida de la biodiversidad y de suelos fértiles (uso agrícola, pastos, etc.).
- Compactación del terreno por el paso de maquinaria.
- Préstamos, arranque y acopio de tierra fértil o estéril que produce un impacto asociado al cambio de uso del suelo, afección a la flora, fauna y al paisaje.
- Gestión inadecuada en la descarga y retirada de tierra y material en zonas de acopio o terraplenes. Erosión en taludes, desmontes y terraplenes.

- Determinadas actividades en la construcción y conservación de carreteras pueden generar afecciones al suelo por derrames al manipular o almacenar productos como disolventes, pinturas, fitosanitarios y fertilizantes, aceite e hidrocarburos procedentes de los vehículos y maquinaria.

Las principales prácticas para evitar la contaminación del suelo son las siguientes:

- Restringir la zona de circulación, estableciendo las zonas de trabajo y evitando el movimiento innecesario de maquinaria y personal.



Foto 3.3 Una correcta señalización y ubicación de un sitio de trabajo evita inconvenientes en la construcción. **Fuente:** Google, señalización en caminos.

- Los vehículos que efectúen el transporte de tierras y materiales lo harán en las debidas condiciones (Caja cubierta con lona, cierre estanco del portón de descarga, etc.) para evitar el vertido accidental de su contenido.
- Gestionar adecuadamente los restos de hormigón, cemento... para evitar ocupaciones permanentes del suelo.
- Uso de productos absorbentes, oleofílicos, para la recogida de derrames de combustible, aceite... que se gestionarán como residuos peligrosos.

- Las plantaciones de arbustos, efecto positivo, mejoran las características físico-químicas del suelo y evitan la erosión.
- Las zonas del parque de maquinaria destinadas al mantenimiento y repostaje, susceptibles de recibir aportes de hidrocarburos, área de llenado de tanques y mantenimiento y limpieza de vehículos, se protegerán mediante superficies construidas con materiales impermeabilizantes que impidan filtración de líquidos o sustancias en el suelo y que garanticen el rápido drenaje de los mismos hacia las unidades de control.

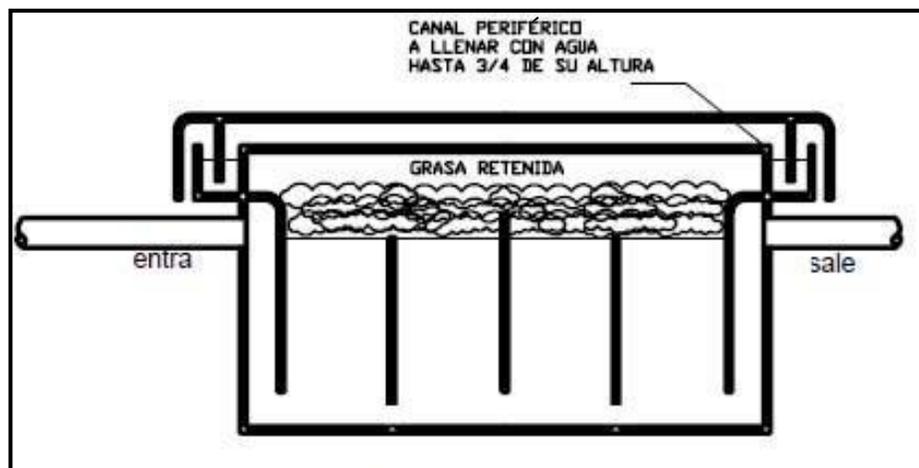


Figura 3.4 Ubicar una trampa de grasas en el lugar en donde se ubica y se da mantenimiento a la maquinaria. **Fuente:** Google, trampa de grasa.

- Las labores de retirada del suelo vegetal, si procede, se simultanearán con el desbroce de vegetación, de manera que la tierra retirada incorpore los restos de la vegetación existente, herbáceas y semillas.
- Se separará cada una de las capas de tierra identificadas para que no se diluyan las cualidades de las más fértiles.



Foto 3.4 El almacenamiento de la capa de tierra vegetal debe efectuarse con cuidado, para evitar su deterioro por compactación y de esta manera preservar la estructura del suelo.

Fuente: Google, remoción capa vegetal.

- Evitar el paso frecuente de maquinaria sobre ella.

- Se cortará la superficie, para proporcionar un buen contacto entre la capa de tierra vegetal y el terreno antes de cubrirlo. Esta operación mejora la infiltración del agua, evita el deslizamiento de la tierra extendida y facilita la penetración de las raíces.

3.4.5.3 Emisiones

Las principales emisiones atmosféricas en la construcción y conservación de carreteras son:

- a) Gases de combustión.

- b) Polvo, partículas en suspensión.

- c) Los producidos por los compuestos orgánicos volátiles.

La emisión de partículas ya sea en forma de polvo o partículas generadas puede repercutir sobre el desarrollo de plantas y cultivos próximos, depositándose sobre las plantas impidiendo que realicen su respiración, puede producir afección a terceros, así como afectar a las aguas superficiales o caminos públicos por deposición del polvo en suspensión.

El uso de determinados productos como pinturas y aerosoles que contienen compuestos orgánicos volátiles genera emisiones a la atmósfera que están limitadas y deben ser controladas.

El mayor impacto proviene de las emisiones de gases efecto invernadero producidas por vehículos, maquinaria y equipos, que deben ser revisados y controlados periódicamente sobre todo en lo concerniente a emisiones atmosféricas.



Foto 3.5 Los diferentes vehículos utilizados en transporte emitirán más o menos cantidad de contaminantes en función del tipo de vehículo del que se trate. **Fuente:** Google, maquinaria vial.

Las mejores prácticas para reducir las emisiones de vehículos, maquinaria y equipos son:

- Es conveniente disponer de un listado de todos los vehículos, equipos y maquinaria y llevar un registro de cada uno de ellos, con características, conductor, rutas, etc. que permitan controlar cualquier desviación.

- Ajustar la capacidad de la máquina al trabajo a desarrollar.
- Para el control de las emisiones se debe realizar un buen mantenimiento de vehículos y maquinaria para garantizar su correcto funcionamiento.
- Seguir criterios de conducción eficiente y colocar cobertores en las volquetas.
- Aunque cada vez los motores de las máquinas son más eficientes, se recomienda apagarlos si no se van a usar durante un tiempo superior a 60 segundos.
- A la hora de comprar un nuevo vehículo, se recomienda incluir criterios ambientales junto a los de rentabilidad y funcionalidad.



Figura 3.5 Una conducción eficiente, evitará la emisión excesiva e innecesaria de contaminantes a la atmósfera, reduciendo las emisiones hasta un 15%, con mayor confort y seguridad. **Fuente:** Google, conducción eficiente.

- En pistas de tierra es conveniente establecer y señalizar la velocidad de los vehículos para disminuir la generación de polvo.
- Regar frecuentemente las superficies de trabajo susceptibles de generar polvo, con especial atención a los tramos que se encuentren cercanos a núcleos de población o a fauna y flora sensible.

3.4.5.4 Impacto visual

El impacto visual es una perturbación que hace que cambie el aspecto de un determinado lugar, los carteles publicitarios, puentes, taludes, etc. Los cambios de forma y color en el territorio son susceptibles de generar impactos visuales.

La determinación del impacto visual, se realiza definiendo parámetros como son: la composición escénica, fondo escénico y posición del observador.

Las mejores prácticas que se deben tomar en cuenta evitar el impacto visual son los siguientes:

- La principal acción preventiva para evitar incidencias sobre el paisaje deberá adoptarse en la fase de diseño de la infraestructura, favoreciendo los ajustes del trazado.
- Restaurar o acondicionar el entorno limpiando la zona y recogiendo los restos de materiales y residuos al final de obra.
- Integrar visualmente las instalaciones con el entorno, siempre que sea posible, silos, almacén de suministros, etc. Integrar los elementos de drenaje con el entorno.
- Cuando se produzcan movimientos de tierra se hará una restauración de estas zonas, añadiendo tierra vegetal y realizando hidrosiembra o plantación en superficie, y recuperando el uso del suelo en la medida de lo posible.
- Utilizar especies nativas que necesitan menos mantenimiento adaptadas al clima y al suelo de la zona.

- La revegetación de los taludes constituye una medida muy efectiva para contribuir a la integración paisajística de la carretera, siendo un indicador de las buenas prácticas y compromiso de la empresa ejecutora.



Foto 3.6 La creación de pantallas arbustivas o de tierra vegetal de forma perimetral constituyen medidas muy efectivas, no solo para hacer frente a efectos como el ruido o el polvo, sino como pantalla visual. **Fuente:** Google, medidas de forestación.

- Pintar las estructuras de colores que sirvan para integrarlas en el paisaje.
- En carreteras de interés paisajístico sustituir barreras de seguridad para conseguir un menor impacto visual al mejorar la integración con el paisaje

3.4.5.5 Residuos

Los residuos se pueden clasificar de acuerdo a su origen en diversas categorías: urbanos, industriales, de construcción y demolición, agrarios, etc. Los residuos generados en las actividades de construcción y conservación de carreteras, están incluidos dentro del grupo denominado residuos de construcción y demolición

Tabla 3.1 Residuos con obligaciones adicionales

Residuos cuya gestión requiere obligaciones adicionales:
Industriales no peligrosos
Vehículos al final de su vida útil
Neumáticos fuera de uso
Pilas y acumuladores
PCB's (policlorobifenilos) y PCT's (policloroterfenilos)
Aceites industriales usados
Aparatos eléctricos y electrónicos
Residuos sanitarios
Subproductos animales no destinados a consumo humano y cadáveres de animales
Residuos de construcción y demolición
Residuos sólidos urbanos o municipales

Fuente: Manual de buenas prácticas medioambientales, Alfonso Vicente Barra.

Las buenas prácticas que deben seguirse para la gestión de residuos son las siguientes:

- En primer lugar, nuestros esfuerzos han de ir encaminados a la reducción en peso, volumen o toxicidad del residuo: Evitar en la medida de lo posible generar un residuo, y en el caso de residuos peligrosos, cambiar el compuesto o material que ha generado el residuo peligroso por otro que no lo genere o que derive un residuo menos peligroso



Figura 3.6 Cambiar un producto de limpieza tóxico por otro menos agresivo y/o biodegradable. **Fuente:** Google, reciclaje.

- Por último, intentar reciclar, esto es, transformar un residuo en un producto que se utilizará con un fin distinto o igual del original
- Como último recurso, se procede a su eliminación mediante el depósito de los residuos en vertedero.
- Almacenar los residuos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad: suelo impermeable (hormigón o cemento), protegidos del sol y la lluvia, en una zona ventilada, alejados de la red de saneamiento, dispuesto sobre un elemento o dispositivo que garantice una retención del residuo, cubeto o bordillo para evitar derrames, con el objeto de minimizar los riesgos en caso de accidente y/o incidente.



Figura 3.7 Colocar contenedores para cada tipo de residuos en los lugares adecuados para facilitar la implicación de los trabajadores. **Fuente:** Google, reciclaje.

3.4.5.6 Ruido

Contaminación acústica, presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen o causen perjuicio al medio ambiente.

La determinación del nivel de ruido se realiza y expresa en decibelios (db). La capacidad auditiva se deteriora en la banda comprendida entre 75 db y 125 db y pasa a un nivel doloroso cuando se superan los 125 db. Para conocer el nivel de ruido que se genera en el desarrollo de una actividad, es necesario medirlo. Para medir el ruido se utilizan de manera habitual los sonómetros.

La generación de ruido se puede producir por:

- Operaciones relacionadas con la construcción y conservación generadas por maquinaria y equipos, como pueden ser podas y talas, pintado, reparaciones, etc.
- Operaciones relacionadas con el movimiento de tierras y rocas mediante equipos móviles: explanaciones, excavaciones, rellenos, firmes, arranque y carga de material, perforaciones, adecuación de taludes.
- Movimiento y circulación de vehículos.

Esta contaminación durante la construcción de la vía produce los siguientes problemas:

- El riesgo que supone para la salud de los trabajadores. La exposición prolongada a altos niveles de presión sonora, puede dar lugar al aumento del umbral de audición; pérdida auditiva temporal o permanente.



Figura 3.8 La maquinaria y equipos cuyo funcionamiento genera excesivos niveles de ruido deberán (sobre los 75 dB) ser movilizadas desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados, y retornarán al trabajo una vez que éstos cumplan con los niveles admisibles y se haya asegurado que las tareas de construcción que realizarán se efectuarán dentro de los rangos de ruido estipulados en la ley de prevención y control de la contaminación – reglamento referente al ruido. (MTOF Sección 217). **Fuente:** Google, ruido.

Las siguientes referencias son medidas para la prevención y vigilancia en el uso de vehículos, maquinaria y equipos en la construcción y conservación de carreteras se describen a continuación:

- Elaborar procesos de trabajo, diseñar procesos de trabajo, de forma que cuando sea posible se sustituyan las operaciones más ruidosas por otras equivalentes que generen menos ruidos, planificación de actividades durante el horario nocturno, en caso de ser necesario, evitando las más ruidosas.



Foto 3.7 Control de los puntos de descarga, orientado a la regulación de las alturas en la caída del material. **Fuente:** Google, transporte de materiales.

- Mantenimiento de los equipos de trabajo, realizar los mantenimientos periódicos de las máquinas y vehículos de acuerdo con las instrucciones del fabricante, transmisión, tubo de escape y todas las partes que puedan producir vibraciones, así como la presión de hinchado de los neumáticos. Control de los sistemas neumáticos e hidráulicos, revisión de los conductos, bridas, válvulas, juntas, etc.
- Uso de equipos de trabajo con bajo nivel de ruido, utilizar equipos de trabajo donde el control de las emisiones de ruido haya sido considerado en el diseño del equipo por el fabricante.
- Modificación y sustitución de componentes de los equipos, siempre que sea posible, para que se reduzca el nivel de ruido. Utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de volquetes.
- Evitar dejar en marcha máquinas y vehículos, incluido al ralentí, cuando no se están utilizando.

- Realizar un cerramiento, limitando la propagación al exterior del ruido producido, pueden ser completos o parciales. Capotaje de cintas transportadoras, cierre de las cintas en toda su longitud, con elementos rígidos, semirrígidos o lonas. Estas estructuras requieren un mantenimiento.

Las siguientes son medidas para minimizar la contaminación acústica de la red de carreteras:

- Elección de recorrido alternativo, evitando el paso por núcleos de población o áreas sensibles.
- Apantallamiento, existen varios tipos, apantallamiento artificial con estructuras a modo de paredes de distintos materiales. Pantallas vegetales, mediante la plantación de árboles o de arbustos conformando una pantalla, cordones de tierra o estériles entre las fuentes de ruido y áreas sensibles, apantallamiento del propio terreno.
- Mantenimiento periódico de las superficies de rodadura, independientemente del tipo que sea.
- Medir periódicamente el nivel de ruido, cuando exista certeza de superar los límites permitidos.



Foto 3.8 Cerramientos artificiales contribuyen al control de ruidos. **Fuente:** Google, cerramiento artificial.

3.4.5.7 Vertido

El vertido o contaminación de aguas, alteración de las propiedades físico-químicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre deteriorando su bienestar o su medio ambiente.

Los vertidos que se generan en las operaciones de conservación y ejecución de carreteras , que pueden afectar a la calidad de las aguas proceden de:

- Aguas de lavado de vehículos, maquinaria y equipos, con restos de aceite y grasas.
- Aguas sanitarias.
- Vertidos accidentales, de productos tóxicos o peligrosos.

El principal problema de estos vertidos peligrosos es la contaminación de cursos de ríos, lagos, aguas superficiales y subterráneas.

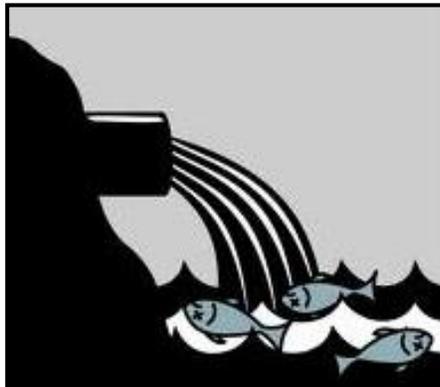


Figura 3.9 El vertido de 1 litro de aceite puede contaminar 400.000 litros de agua. **Fuente:** Google, contaminación en el agua.

Para una buena manipulación de vertidos que causen daño al medio ambiente, se aconseja seguir las siguientes prácticas:

- Se evitará la ubicación de parques de maquinaria, acopios de materiales o instalaciones auxiliares en las inmediaciones de riachuelos o sus puntos de recarga.
- Establecer instrucciones de limpieza que minimicen el consumo de agua y de detergentes. Utilizar detergentes para el lavado de vehículos, maquinaria y equipos con algún distintivo de garantía de calidad ambiental, los detergentes entran a formar parte de los vertidos.
- Recoger los vertidos con material absorbente y evitar el uso de agua.
- Control de los vertidos de materiales, lubricantes y combustibles para evitar que sean arrojados a ríos o arroyos, lo que podría provocar la contaminación de cursos de agua con efectos negativos sobre la fauna de medios acuáticos, incluso de zonas alejadas.
- Controlar los límites establecidos de vertido y efectuar los pre-tratamientos necesarios para garantizarlos.



Figura 3.10 Un elemento de prevención de la contaminación de aguas es la instalación de un separador de hidrocarburos en talleres y zonas de lavado de vehículos. **Fuente:** Google, control de hidrocarburos.

- Las actuaciones susceptibles de producir vertidos accidentales de productos tóxicos o peligrosos, se realizarán en el parque de maquinaria, que deberá disponer de una zona adecuada para tal fin. En caso de no existir parque de maquinaria en la obra, los subcontratistas realizarán las operaciones de mantenimiento de la maquinaria en talleres autorizados.

3.4.6 Responsabilidad del contratista

Hasta la recepción final de la obra por parte de la entidad contratante, el contratista será responsable de mantener la carretera a su costo y cuidado, tomando todas las precauciones contra daños o desperfectos a cualquier parte del mismo, debido a la acción de los elementos o por cualquier otra causa, bien sea originada por la ejecución o la falta de ejecución del trabajo. El contratista deberá reconstruir, reparar, reponer y responder por todos los daños o desperfectos que sufra cualquier parte de la obra y correrá por su cuenta el costo de los mismos, con excepción de daños producidos por acciones imprevisibles como terremotos, marejadas, cataclismos, terrorismo y otros que estén cubiertos por las respectivas pólizas de seguros, según lo establecido en el contrato.

En casos de suspensión de los trabajos por cualquier causa, el contratista será responsable del mantenimiento de la carretera, del funcionamiento del sistema de drenaje y deberá construir cualquier estructura provisional que fuese necesaria para proteger las obras ejecutadas y mantener el tránsito hasta la reanudación de los trabajos o según lo disponga la entidad contratante. Los costos que se generan bajo esta eventualidad, serán reconocidos de mutuo acuerdo entre el contratista y la entidad contratante.

3.4.7 Derecho de vía

La vía en si tiene límites establecidos por la ley de caminos, uno de ellos es el derecho de vía, el cual sirve para una futura ampliación, protección a vehículos dañados, rectificación de la vía. Este es un factor muy importante que debe ser tomado en cuenta para que durante la construcción del camino no se presente inconvenientes.

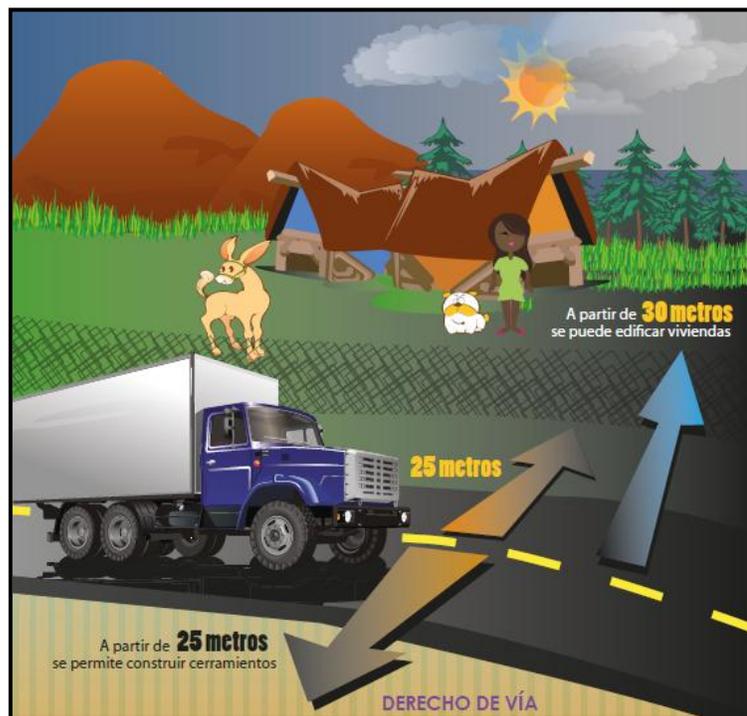


Figura 3.11 Derecho de vía. **Fuente:** Ley de Caminos del Ecuador.

Se debe evitar que la ciudadanía resida y construya al borde de las carreteras, para no poner en riesgo la vida de sus familias y la pérdida de cultivos y animales, como consecuencia de accidentes de tránsito.

Igualmente queda prohibido llevar ganado, transitar, ubicar kioscos y hacer ventas al pie de la carretera.

Además respetando la ley de caminos se puede contar con un espacio para que los vehículos livianos y pesados que sufran fallas mecánicas u otros desperfectos, puedan ubicarse a un costado de la carretera.

3.4.8 Accidentes

El contratista deberá informar al supervisor de la ocurrencia de cualquier accidente sucedido durante la ejecución de los trabajos en forma inmediata y en el término de la distancia, debiendo además efectuar la denuncia respectiva a la autoridad competente de la jurisdicción. Asimismo, deberá mantener un archivo exacto de todos los accidentes ocurridos que resulten en muerte, enfermedad ocupacional, lesión incapacitante y daño a la propiedad, tanto del estado como a cualquier privado. El archivo de accidentes deberá estar disponible en todo momento para ser inspeccionado por el supervisor.



Figura 3.12 Implementos de seguridad indispensables como botas con punta de acero, mascarillas, casco, chaleco, guantes, etc., son muy importantes para la seguridad de los trabajadores. **Fuente:** Google, seguridad vial.

Es responsabilidad del supervisor programar periódicamente y a intervalos apropiados las respectivas inspecciones de la implementación de los planes de seguridad. El supervisor debe coordinar con el contratista y elaborar un informe de observación con las indicaciones respectivas cuando se verifique la necesidad de prever un ajuste o subsanar un vacío en cuanto medidas de seguridad.

3.4.9 Salubridad

La responsabilidad mantener en estado óptimo los espacios ambientales de trabajo, la eliminación de factores contaminantes y el control de los riesgos que afectan la salud del trabajador son factores muy importantes en el control de la salubridad.

Se deberá proveer y mantener en condiciones limpias y sanitarias todas las instalaciones y facilidades que sean necesarias para uso de sus empleados. Ningún pago directo será hecho por este concepto, pero los costos que demande serán considerados como incluidos en los precios de licitación del contrato.

El contratista no podrá obligar a ningún empleado a trabajar bajo condiciones que sean poco sanitarias, arriesgadas o peligrosas a la salud o seguridad sin haber tomado todas las precauciones y recaudos necesarios.

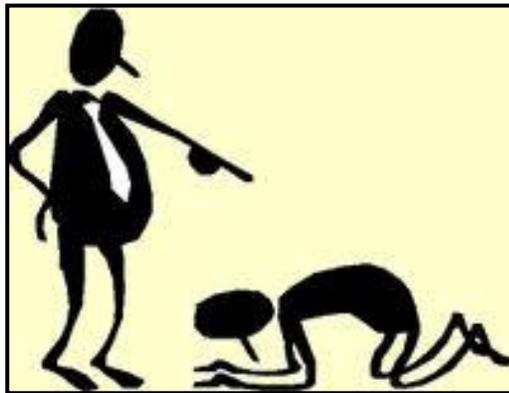


Figura 3.13 Hay que tener buenas condiciones laborales, favoreciendo las salud física, mental y la relación social con los trabajadores (Ley de seguridad social, Código de Trabajo del Ecuador). Fuente: Google, condición laboral.

3.4.10 Equipo

Las máquinas de gran potencia sirven de apoyo en la ejecución de obras viales, mayormente en la preparación del terreno, excavaciones, desmontes, perfilado, etc.

Se recurre a las máquinas o equipos para la ejecución de movimiento de tierra, que constituyen el 50% del monto total de los proyectos aproximadamente.



Foto 3.9 Los equipos a utilizar deben operar en adecuadas condiciones de carburación y lubricación para evitar las emanaciones de gases contaminantes a la atmósfera. **Fuente:** Google, mantenimiento de maquinaria.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente. Además, mantener en buen estado los sistemas de carburación y silenciadores a fin de evitar la emisión de gases contaminantes, así como ruidos excesivos, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturbe la tranquilidad, los cuales contarán con autorización del supervisor.

El contratista debe instruir al personal para que por ningún motivo se lave los vehículos o maquinarias en cursos de agua o próximos a ellos.

3.4.11 Supervisión de la obra (fiscalización)

Entre los principales aspectos para supervisar una obra tenemos:

- Las obras estarán sometidas durante su ejecución, a la permanente supervisión y control de la entidad contratante. El contratista deberá prestar todas las facilidades a los funcionarios de la entidad contratante para la revisión del avance de las obras bajo su ejecución y proporcionar la información que se le solicite. Para tal efecto, la entidad contratante designará al supervisor de la obra (consultor contratado) o inspector (funcionario de la entidad) que, por delegación, tendrá a su cargo el control técnico y económico, debiendo sus indicaciones ser atendidas por el contratista.

- El libro de obra es el medio de comunicación ordenado entre el contratista y el supervisor en la obra. Estará físicamente bajo la custodia y responsabilidad del contratista y en condiciones de ser exhibido en cualquier momento ante las autoridades de la entidad contratante. Adicionalmente, se tendrá la comunicación computarizada vía red interconectada entre el supervisor y la entidad contratante. En el cuaderno de obra, el contratista anotará:
 - a) Para decisión del supervisor: sus pedidos, consultas, observaciones, etc. en directa relación a la obra.

 - b) Para informe del supervisor sus reclamos y planteamientos en general vinculados a la obra que excedan la capacidad de decisión del supervisor, pero que necesariamente requieren de su pronunciamiento.

 - c) Para conocimiento del supervisor transcribirá el texto de sus gestiones que, en directa relación a su contrato, haya formulado ante la entidad.

- En el cuaderno de obra, el supervisor anotará:
 - a) Para ser cumplido por el contratista: Sus órdenes y observaciones, así como las respuestas a las consultas o pedidos de aclaración que le hubieran sido formulados dentro de los cinco 5 días calendario de planteados.
 - b) Para conocimiento del contratista: Sus opiniones sobre los reclamos, planteamientos y el trámite dado, dentro de los cinco 5 días calendario de formulado.
 - c) Para atención del contratista: Transcribirá las directivas específicas recibidas de la entidad contratante y las disposiciones administrativas genéricas, que en su concepto, tengan vinculación con los trabajos.

- El supervisor tendrá autoridad suficiente para suspender los trabajos y rechazarlos materiales cuando así se justifiquen, a fin de asegurar la calidad de la obra y resolverá las interrogantes que puedan presentarse durante su ejecución.

- El supervisor tiene facultad para ordenar el retiro de la obra del personal del contratista que comprobadamente cause desorden, fomite indisciplina en la obra o desacate sus indicaciones, dando cuenta a la entidad contratante.

- Sí en cualquier momento durante el proceso de construcción se evidencia algún error de posición, niveles, dimensiones o alineamientos de cualquier elemento del proyecto, el contratista procederá a rectificar tal error a total satisfacción del supervisor.

- Las interrupciones o atrasos que eventualmente pudieran experimentar las obras a consecuencia del rechazo de materiales que no satisfagan las condiciones del contrato, no facultan al contratista a pedir prórroga.

- El supervisor ordenará que se retiren de la obra, por cuenta del contratista, los materiales que han sido rechazados por su mala calidad, dejándose constancia en el cuaderno de obra.
- Si durante el proceso de construcción el contratista plantea un nuevo plan de trabajo o programa diferente al contractual que obligue al supervisor a incrementar sus recursos humanos y materiales, mayor a lo previsto y durante un período determinado, el contratista asumirá el presupuesto adicional que el supervisor presente a la entidad contratante, el que le será deducido de las valorizaciones de obra mensuales y de ser necesario en la liquidación del contrato de obra.

3.4.12 Residentes de obra y asistentes

- El contratista deberá mantener durante la ejecución de la obra al residente, quien deberá ser colegiado y habilitado. El profesional estará secundado por un número suficiente de ingenieros asistentes.
- El residente representa al contratista en la obra.
- El residente será la persona autorizada del contratista para hacer anotaciones en su nombre en el cuaderno de obra.
- Cuando por circunstancias excepcionales el residente no se encuentre en la obra, será sustituido por uno de sus asistentes especialmente designado para esas eventualidades.
- El contratista, a pedido del supervisor, separará de la obra a cualquier elemento que comprobadamente cause desorden o fomento indisciplina en la obra.

3.4.13 Personal

Todos los trabajadores para la obra serán contratados por el contratista que deberá cumplir con todas las disposiciones legales sobre la contratación del personal, de acuerdo a la legislación vigente (Ley de Seguridad Social, Capítulo 2 Art. 9).

Asimismo, el contratista se obliga al pago de todos los salarios y beneficios sociales que se establezcan en relación con los trabajadores y empleados.

Ninguna obligación del personal del contratista corresponde a la entidad contratante y ésta no asume responsabilidad, ni solidaridad alguna, con dicho personal.

El ejecutor de la obra debe asegurar que todos los trabajadores estén bien informados de los riesgos relacionados con sus labores y con la conservación del medio ambiente de la zona de trabajo, el conocimiento de las leyes y reglamentos laborales, las normas técnicas y las instrucciones relacionadas con la prevención de accidentes y los riesgos para la salud.

Ejecutar el trabajo en los términos del contrato, con la intensidad, cuidado y esmero apropiados, en la forma, tiempo y lugar convenidos

Restituir al empleador los materiales no usados y conservar en buen estado los instrumentos y útiles de trabajo, no siendo responsable por el deterioro que origine el uso normal de esos objetos, ni del ocasionado por caso fortuito o fuerza mayor, ni del proveniente de mala calidad o defectuosa construcción.

Trabajar, en casos de peligro o siniestro inminentes, por un tiempo mayor que el señalado para la jornada máxima y aún en los días de descanso, cuando peligren los intereses de sus compañeros o del empleador. En estos casos tendrá derecho al aumento de remuneración de acuerdo con la ley

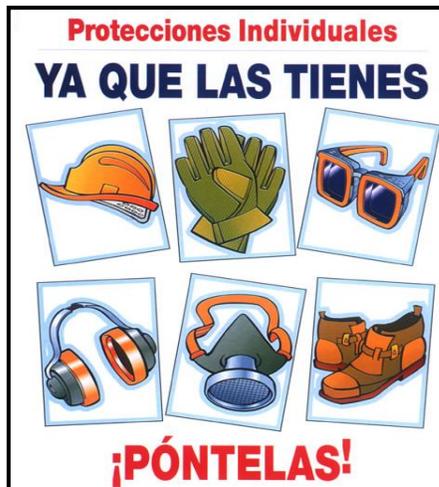


Figura 3.14 El contratista o entidad contratante está en la obligación de dotar a sus trabajadores con los implementos básicos de seguridad. **Fuente:** Implementos de seguridad.

4 CONSTRUCCIÓN

Un sistema de caminos rurales bien planeado, localizado, diseñado, construido y mantenido, resulta esencial para el desarrollo comunitario, para el flujo de bienes y servicios entre las comunidades, y para las actividades de gestión de recursos. Sin embargo, los caminos, y sobre todo la construcción de caminos, pueden producir más erosión en el suelo que la mayor parte de otras actividades que tienen lugar en zonas rurales.

Los sistemas de caminos pobremente planeados pueden llegar a tener altos costos de mantenimiento y de reparación, pueden contribuir a una erosión excesiva y pueden no satisfacer las necesidades de los usuarios.



Foto 4.1 El Contratista iniciará la obra, dentro del tiempo establecido en el contrato y proveerá suficiente personal y equipo para llevar a cabo el trabajo y asegurar la terminación de la obra dentro del límite de tiempo estipulado. **Fuente:** Google, inicio de obra.

4.1 Requerimientos del proyecto

Los requerimientos indispensables que se debe tener para la elaboración de un proyecto vial son:

- Movilización;
- Topografía para la construcción;
- Control de calidad del proyecto;
- Muestreo y ensayos;
- Tránsito del público;
- Control de la erosión del suelo.

4.1.1 Movilización

Aquí se incluye la movilización de personal, equipo, materiales y otros elementos al sitio del proyecto y la ejecución de todas las acciones necesarias antes de comenzar los trabajos en el sitio de la obra. La movilización incluye la obtención de permisos, seguros y garantías.



Foto 4.2 En caso de ser requerida la provisión de edificaciones para laboratorios y balanzas para el pesaje de materiales, se suministrará para uso de fiscalización, una edificación o casa rodante contando con todos los servicios básicos. **Fuente:** Google, equipos de laboratorio.

El oportuno embarque y transporte de sus plantas, maquinarias, vehículos y demás bienes que constituyen su equipo de construcción aprobado deben ser oportunos y programados, a fin de que las varias unidades lleguen al lugar de la obra con suficiente anticipación y asegurar el avance normal de los trabajos, de acuerdo al programa de trabajo aprobado.

4.1.2 Topografía para la construcción

Son las etapas dentro del proceso en las cuales se combinan las necesidades de los usuarios del camino con los factores geométricos y los rasgos topográficos, y el camino se construye sobre el terreno. Es necesario el levantamiento topográfico del camino o del sitio para identificar los rasgos topográficos tales como drenajes, afloramientos y pendientes del terreno, así como para agregar un cierto nivel de control geométrico a un proyecto.

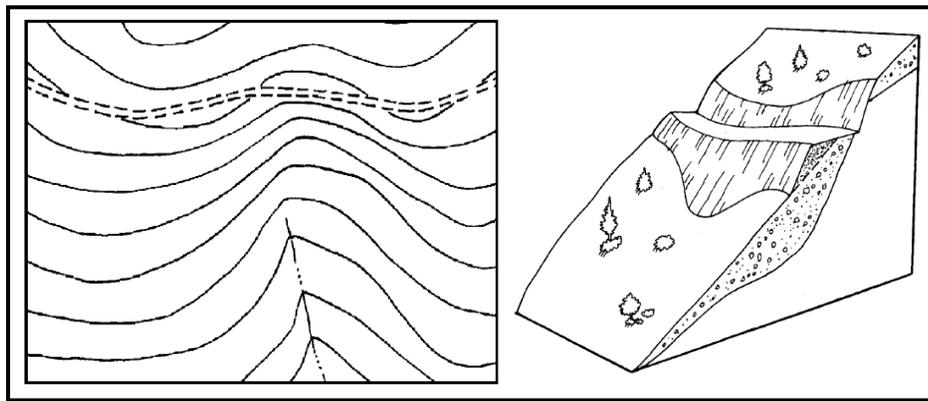


Figura 4.1 a) El corte través de la topografía produce movimientos de tierra excesivos, con grandes cortes y rellenos. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar.

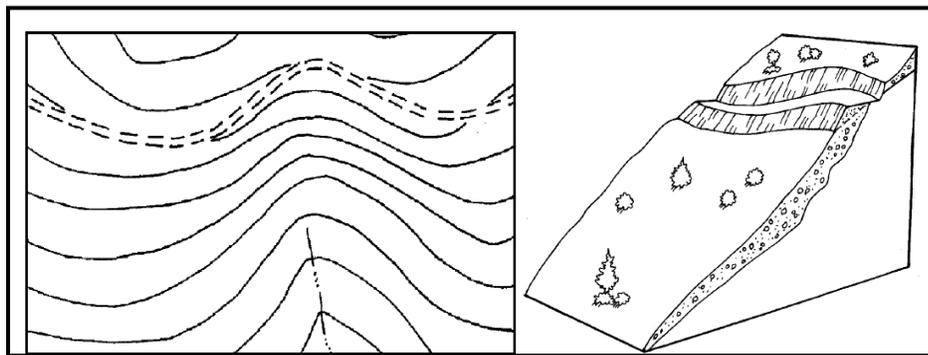


Figura 4.2 Adecuándose a la topografía para minimizar los movimientos de tierra. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar pág. 150.

Antes de iniciar la topografía, debe discutirse y coordinarse con el contratante lo siguiente:

- Métodos topográficos y de estacado.
- Anotaciones que se inscribirán en las estacas.
- Control de la gradiente en las diferentes capas de materiales.
- Puntos de referencia
- Control de estructuras existentes.
- Cualesquiera otros procedimientos y controles necesarios para el trabajo.

4.1.2.1 Requerimientos de la topografía

a) Puntos de control: Se debe relocalizar los puntos de control iniciales, tanto horizontales como verticales, que estén en conflicto con la construcción, trasladándolos a lugares que no serán perturbadas por las operaciones de construcción.

El contratante debe suministrarle las coordenadas y las elevaciones de los puntos que serán relocalizados, antes de que los puntos iniciales sean eliminados.

b) Secciones transversales: Las secciones transversales deben ser tomadas normalmente a la línea de centro. El espaciamiento de las secciones transversales en la línea de centro no debe exceder 20 metros. Deben tomarse secciones transversales adicionales en los quiebres topográficos y en los cambios de la sección típica. Para cada sección transversal deben medirse y registrarse todos los quiebres topográficos,

al menos cada 5 metros. Deben medirse y registrarse puntos al menos en las pendientes anticipadas y puntos de referencia.

c) Estacas de talud y referencias: Las estacas de talud y las de referencia deben colocarse a ambos lados de la línea de centro, en las mismas ubicaciones de las secciones transversales. Las estacas de talud deben colocarse como el punto real de intersección de la gradiente de diseño de la carretera con la línea del terreno natural. Las referencias de las estacas de talud deben ubicarse fuera de los límites la limpieza del terreno. Toda la información de los puntos de referencia y de las estacas de talud debe anotarse en las estacas de referencia.

d) Límites de la limpieza, chapeo y desbroce: Los límites de limpieza, chapeo y destronque deben señalarse a ambos lados de la línea de centro, en las ubicaciones de las secciones transversales de la vía.

e) Estacas de acabado: Las estacas de acabado deben colocarse de conformidad con las elevaciones de la gradiente y el alineamiento horizontal, en la línea de centro y en cada espaldón de la carretera, en los mismos sitios en que fueron tomadas las secciones transversales. Estas estacas deben señalar el nivel superior de la sub-rasante y el de cada una de las capas de agregados.

f) Estructuras de drenaje: Deben colocarse estacas en las estructuras de drenaje para que se ajusten a las condiciones del campo.

Si la ubicación de las estructuras difiere de los planos se efectuará lo siguiente:

- 1) Levantar y anotar el perfil del terreno a lo largo de la línea de centro de la estructura.
- 2) Establecer la pendiente en los puntos de entrada y salida de la estructura.

- 3) Fijar los puntos de referencia y anotar la información necesaria para determinar el largo de la estructura y las obras que deben ejecutarse al final de ésta.
- 4) Estacar las zanjas o gradientes necesarias para hacer funcional la estructura.
- 5) Trazar el perfil a lo largo de la línea de centro de la estructura para mostrar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la vía y la estructura misma.
- 6) Someter el plano con el diseño de campo de la sección transversal de la estructura a la aprobación del contratante de la longitud y alineamiento finales.

g) Puentes: Deben establecerse puntos de control vertical y horizontal, así como referencias adecuadas, para todos los componentes de la subestructura y superestructura de los puentes. Se demarcarán y colocarán referencias para la cuerda o tangente del puente, así como para las líneas de centro de curvas, bastiones y pilas.

h) Muros de retención: Para cada sección transversal, se medirán y registrarán puntos cada 5 metros, así como para todos los quiebres del terreno. Se establecerán referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

Tabla 4.1 Tolerancias en las mediciones para la construcción y el estacado

Fase del estacado	Horizontal	Vertical
Puntos de control	1:10.000	±5 mm
Puntos de la línea de centro ⁽¹⁾ (PC), (PT), (POT) y (POC), incluyendo las referencias	1:5.000	±10 mm
Otros puntos de la línea de centro	±50 mm	±100 mm
Puntos de las secciones transversales y estacas de talud ⁽²⁾	±50 mm	±100 mm
Referencias de las estacas de talud ⁽²⁾	±50 mm	±20 mm
Estructuras de alcantarillas, cunetas y drenaje menor	±50 mm	±20 mm
Muros de retención	±20 mm	±10 mm
Subestructura de puentes	1:5.000 NTE ⁽³⁾ ±20 mm	±10 mm
Superestructura de puentes	1:5.000 NTE ⁽³⁾ ±20 mm	±10 mm
Límites de limpieza y desbosque	±500 mm	-
Estacas de acabado de la subrasante de la carretera	±50 mm	±10 mm
Estacas de acabado de la rasante de la carretera	±50 mm	±10 mm

Nota (1) PC – Puntos de la línea de centro, PT – Punto de curva, POT – Punto de tangente, POC – Punto en la curva.

Nota (2) Tomar las secciones transversales normales a la línea de centro ±1 grado.

Nota (3) No exceder.

Fuente: Especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales.



Foto 4.2 Localice los caminos de tal manera que se adapten a la configuración del terreno natural y deje ondulaciones que permitan dispersar el agua frecuentemente. **Fuente:** Google, caminos adecuados al entorno.

4.1.3 Control de calidad del proyecto

En esta etapa se incluye la obtención de muestras y realización de ensayos para el control de calidad del proyecto, así como el suministro de la inspección y la administración del control, a efectos de asegurar que el trabajo se efectúe según los requerimientos del contrato.

4.1.3.1 Plan de control de calidad

Antes de iniciar el trabajo, se debe presentar por escrito un plan de control de calidad para la aprobación del contratante. Previa aprobación de éste, puede ser diferida la remisión del plan de control de calidad para los renglones del trabajo que no están programados inmediatamente al comienzo de las operaciones.

Adjunto al plan de control de calidad el contratista debe remitir lo siguiente:

a) Ensayos para control de los procesos: Lista de los materiales que serán ensayados, ensayos por ejecutar, localización de los puntos de muestreo y frecuencia de los ensayos.

b) Procedimientos de inspección y control: En las diferentes fases de la construcción, deben realizarse las siguientes acciones:

1) Fase preparatoria

- Revisar todas las exigencias del contrato.

- Asegurarse de que todos los materiales por usar cumplen con las exigencias del contrato.

- Coordinar todas las entregas de resultados de los ensayos, incluyendo las certificaciones de los materiales, cuando sea procedente.
- Asegurarse de la capacidad del equipo y del personal para cumplir con las exigencias del contrato.
- Asegurarse del cumplimiento de las especificaciones para los ensayos preliminares.
- Coordinar el trabajo de topografía y colocación de estacas.

2) Fase de inicio

- Revisar las exigencias del contrato respecto al personal que lo realizará.
- Inspeccionar el trabajo en su inicio.
- Establecer normas para el uso de la mano de obra.
- Suministrar el entrenamiento que sea necesario al personal.
- Establecer un programa de muestreo detallado basado en la producción contemplada en el programa de trabajo.

3) Fase de producción

- Conducir la inspección esporádica o continua, durante la construcción, para identificar y corregir deficiencias.

- Inspeccionar las fases terminadas antes de la aceptación programada con el contratante.

- Proveer retroalimentación y cambios al sistema para prevenir que se repitan deficiencias.

4.1.4 Muestreos y ensayos

Este trabajo consiste en la obtención de muestras para la realización de ensayos. El programa y frecuencia del muestreo deberá ser indicado por el contratante, usando un sistema numérico aleatorio.

Cuando exista en el contrato un renglón de pago para ensayos realizados por medio del contratista, este renglón cubre la ejecución y el correspondiente informe.

El material por ensayar debe ser muestreado. El programa y frecuencia del muestreo deberá ser indicado por el contratante, usando un sistema numérico aleatorio. En adición, debe muestrearse cualquier material que parezca ser defectuoso o diferente a material similar producido, a menos que éste sea removido previamente por el contratista y reemplazado o corregido.

4.1.5. Tránsito del público

Se debe proteger y controlar el tránsito del público en lugares adyacentes y dentro del proyecto. El tránsito debe efectuarse de manera que asegure la seguridad y conveniencia del público y la protección de los residentes y la propiedad adyacentes al proyecto.

El mantenimiento de los caminos involucrados en la construcción debe realizarse como sigue:

- a) Construir y remover caminos y puentes de desvío provisionales según sea requerido por el plan de control del tránsito.
- b) Mantener en adecuadas condiciones de tránsito las intersecciones con ferrocarriles, caminos, calles, negocios, lotes de aparcamiento, residencias, garajes, fincas y otros lugares semejantes.
- c) Mantenerse la vía de paso del tránsito razonablemente libre de polvo.
- d) Remover las acumulaciones de tierra y otros materiales de la vía de paso del tránsito.

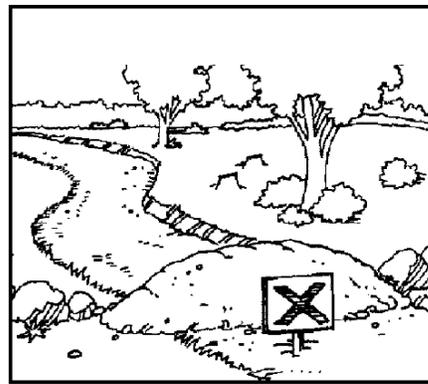
El contratista debe mantener un supervisor de tránsito y seguridad suficientemente calificado, que no debe ser el superintendente de la construcción. En la reunión de pre-construcción el contratista deberá dar el nombre de éste supervisor, su dirección y el número (s) telefónico donde puede ser localizado durante las 24 horas del día. En todo momento, durante la vigencia del contrato, incluyendo los períodos de suspensión y paros en la obra, debe llevarse a cabo lo siguiente:

- a) Implementar los planes de control del tránsito.
- b) Coordinar las operaciones de control del tránsito, incluyendo las de los contratistas y proveedores.
- c) Asegurar la condición, posición y aplicabilidad de los dispositivos de control del tránsito en uso.

- d) Coordinar el mantenimiento de las operaciones de control del tránsito con el contratante.
- e) Suministrar una certificación semanal de que las inspecciones y revisiones fueron realizadas y que los implementos de control del tránsito cumplen con las exigencias del contrato, incluir el número y tipos de implementos en uso e informar, todos los cambios o acciones correctivas tomadas para garantizar el paso seguro del público a través del proyecto.



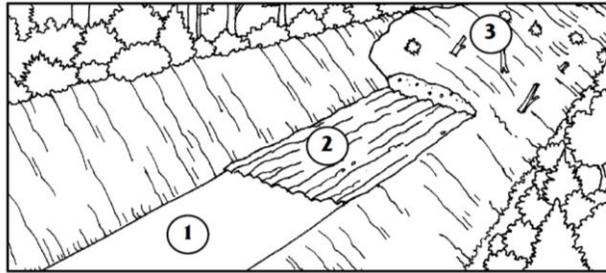
a) Cierre con barrera.



b) Cierre con monto de tierra o con berma.



- c) Puesta fuera de servicio: Cierre permanente del camino mediante escarificación de la superficie y siembra de semillas para reforestación, pero manteniendo la mayor parte de la plantilla del camino (geometría.).



e) Cancelación del camino

- 1) Superficie del camino antes de la cancelación.
- 2) Durante la cancelación, el antiguo camino es escarificado y rellenado.
- 3) Cancelación final, con el relleno y la configuración para recuperar la topografía original.

Figura 4.3 Opciones de cierre de camino, incluyendo cierre temporal (a,b), poner fuera de servicio (c) y d) cancelación total del camino. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar.

4.1.6 Control de la erosión del suelo

Las prácticas de estabilización de suelos y de control de la erosión son necesarias y se deben usar en zonas donde el suelo esté expuesto y la vegetación natural resulte inadecuada. El terreno desgastado por la erosión debería cubrirse, típicamente con pasto de semilla y con alguna forma de esteras o de cubierta vegetal. Esto ayudará a prevenir la erosión y el arrastre subsecuente de sedimentos hacia los arroyos, lagos y ríos.

Para la ejecución de las medidas de control de la erosión y de los sedimentos debe procederse como sigue:

- Implementar controles temporales de la erosión en etapas progresivas, conforme progrese la construcción.

- Construir obras temporales como drenajes en las laderas, canales de desvío y bermas de tierra para proteger áreas y pendientes perturbadas a menos que en el contrato se identifique una estación climática para la siembra, coloque césped de manera permanente en los taludes terminados, a las zanjas y cunetas.

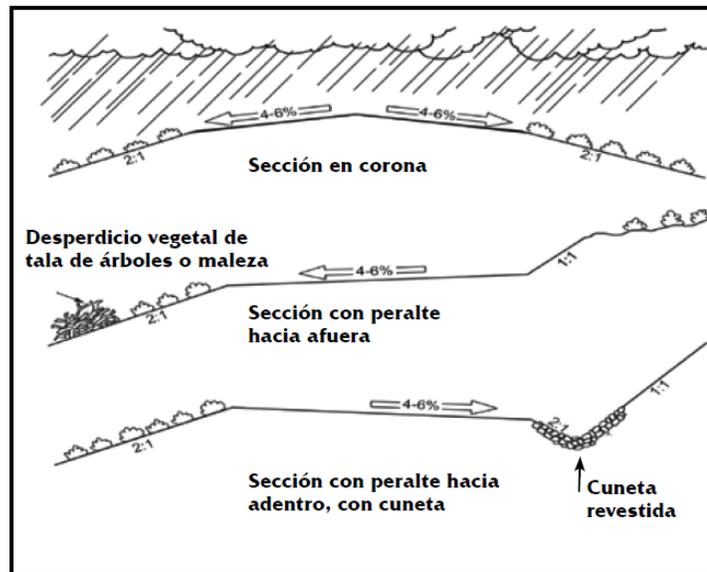


Figura 4.4 Opciones típicas para el drenaje de superficie de caminos. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar .

- Colocar recubrimientos temporales, u otras medidas aprobadas, para estabilizar el suelo en áreas alteradas, que vayan a permanecer expuestas por más de 30 días.
- Construir protecciones a la salida de alcantarillas y otras estructuras tan pronto como estén terminadas.
- Construir obras de control permanentes para la erosión, incluyendo revestimiento de canales y tratamientos de las laderas tan pronto como sea practicable o en el momento en que se termine el firme.

- Construir y mantener controles de la erosión en los apilamientos de suelo y sus alrededores para prevenir la pérdida de material.

4.1.6.1 Barreras filtrantes

Deben construirse barreras para filtrar el sedimento arrastrado por las escorrentías, las que pueden consistir en vallas de cieno, fardos de maleza y ramas de árboles, producto de las operaciones de limpieza, chapeo y desbroce.



Foto 4.3 Cuneta a un lado del camino, revestida con rocas bien graduadas para el control de la erosión.

Fuente: Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar .

4.1.6.2 Protección de la salida de la corriente

Deben construirse recubrimientos de escollera o estanques para reducir la velocidad del agua y prevenir el deterioro del terreno a la salida de la corriente en las estructuras temporales y permanentes de control de la erosión.



Figura 4.5 Tipos comunes de estructuras de control, el sistema de gradas es muy eficiente. **Fuente:**

Google: Estructuras de control.

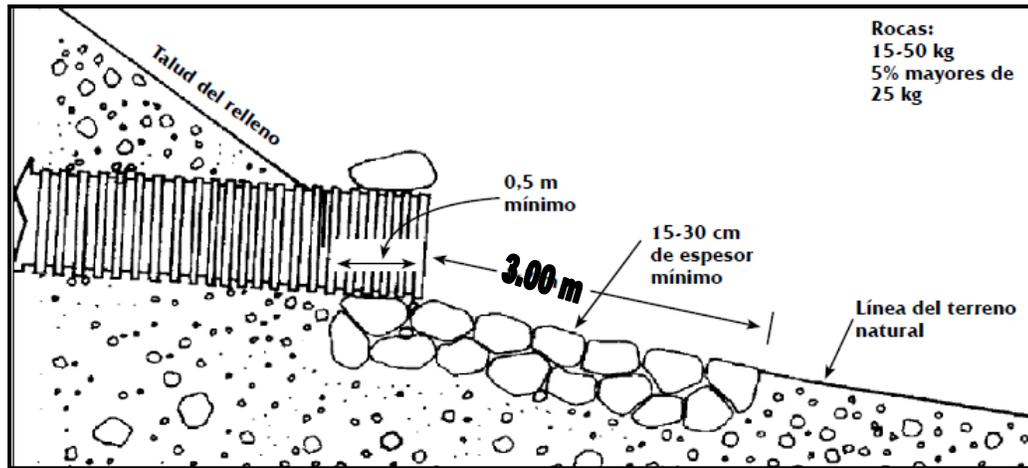


Figura 4.6 Detalle de la protección a la salida de una alcantarilla con roca. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar .

4.1.6.3 Corrientes de agua, protección y estabilización de taludes

Deben utilizarse revestimientos de plástico, escolleras, diques de control, colchonetas y esteras de control de erosión y drenajes temporales de los taludes, de acuerdo a lo siguiente:

- a) **Revestimientos de plástico:** Deben usarse revestimientos de plástico para proteger el suelo subyacente de la erosión. Colocar el revestimiento de plástico flojamente sobre una superficie de suelo lisa libre de proyecciones o depresiones que puedan causar agujeros o rasgaduras.

Las juntas transversales deben traslaparse un mínimo de 1 metro en la dirección del flujo. No deben usarse juntas longitudinales. El revestimiento debe anclarse en el lugar usando escolleras.



Foto 4.4 Tela de filtro (geotextil) como respaldo de un contrafuerte de talud, hecho con roca suelta que se usa para proporcionar filtración, permitir la infiltración y evitar el desplazamiento del suelo fino hacia la roca. **Fuente:** Google, utilización de geotextil.

- b) Muros:** La escollera debe colocarse en su espesor total en una sola operación, a efecto de evitar el desplazamiento del material subyacente. No debe ponerse el material de la escollera por métodos que causen segregación o dañen la superficie preparada. Las rocas individuales deben colocarse, o reordenarse, por medio de métodos mecánicos o manuales a fin de obtener un manto denso y uniforme, con una superficie razonablemente lisa.



Figura 4.7 Colocación de muros de retención. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar.

- c) **Diques de control:** Deben utilizarse muros, sacos de arena o bermas de tierra para presas temporales para reducir la velocidad de la escorrentía en zanjas y cunetas.

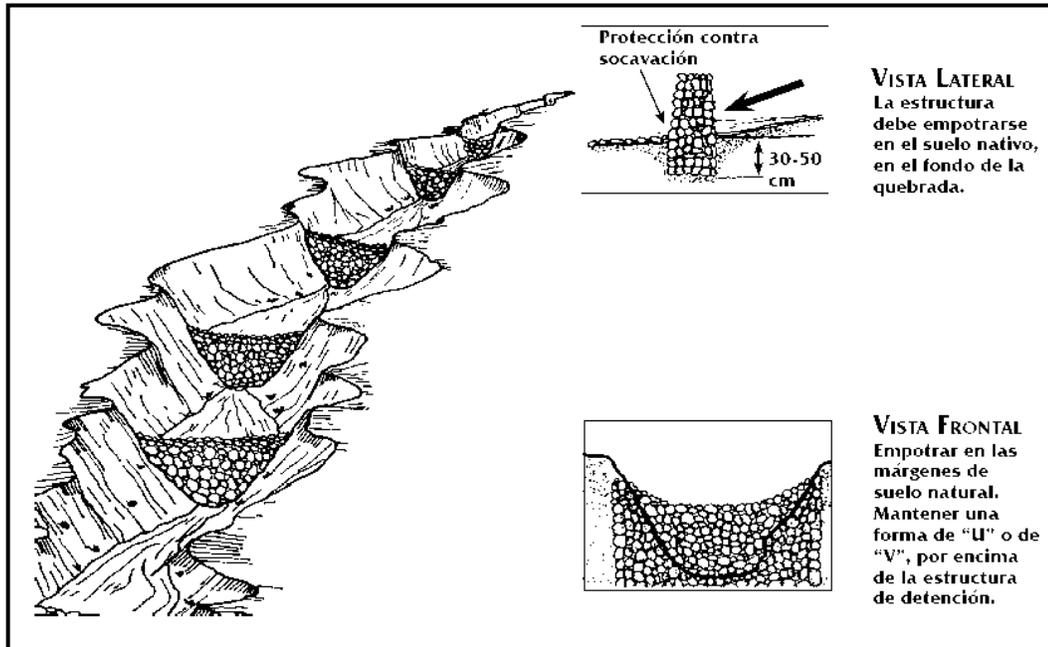


Figura 4.8 Colocación de muros de retención hechas en roca. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar.

- d) **Drenaje temporal de taludes:** Deben utilizarse tubos drenantes, muros o recubrimientos plásticos en las vías de agua para el drenaje temporal de taludes a los canales de conducción de la escorrentía canalice el agua al drenaje del talud con una berma de tierra construida en la parte superior del corte o relleno. Los drenajes del talud deben anclarse a la ladera. Debe proveerse protección a la salida del agua.

5 MOVIMIENTO DE TIERRAS

5.1 Generalidades

Los movimientos de tierras son aquellas acciones que realiza el hombre para variar o modificar la topografía de un área, faja o zona, adaptándola a un proyecto vial determinado, mediante el empleo de maquinaria vial diseñada especialmente con esta finalidad.

Los movimientos de tierra son actividades constructivas muy frecuentes en la ejecución de proyecto vial, influyendo en el desarrollo urbano, social e industrial de un país. Estas actividades son de la competencia de los profesionales de la construcción y en especial de los ingenieros civiles, capaces de diseñar y construir con eficiencia tales trabajos.

Estos movimientos se pueden clasificar en:

a) Conformaciones: Son aquellas actividades que no producen modificaciones sustanciales a la topografía, generalmente evitan cambios bruscos, que dificulten o pongan en peligro la vida de las personas.

b) Explanaciones: Son actividades que producen grandes modificaciones de la topografía lo cual conlleva al movimiento de grandes volúmenes de tierras (excavaciones y rellenos), usando el suelo como principal material de construcción empleando maquinaria, técnicas constructivas, estrategias y mediadas que aseguren una construcción en menor plazo. Las explanaciones se ejecutan realizando “estructuras de tierra y/o roca”, las cuales se clasifican:

Tabla 5.1 Clasificación de las estructuras de tierra y/o roca.

Estructuras de tierra y roca	
a)	Terraplenes y terrazas: Empleando materiales de relleno, generalmente usando suelos naturales de calidad adecuada.
b)	Escolleras: Estructuras formadas por rocas de granulometría uniforme y de gran tamaño.
c)	Pedraplenes: Estructura mixta formada por rocas de granulometría distribuida y suelos seleccionados, con una estructura de esqueleto resistente.

Fuente: Google, Movimiento de tierras.

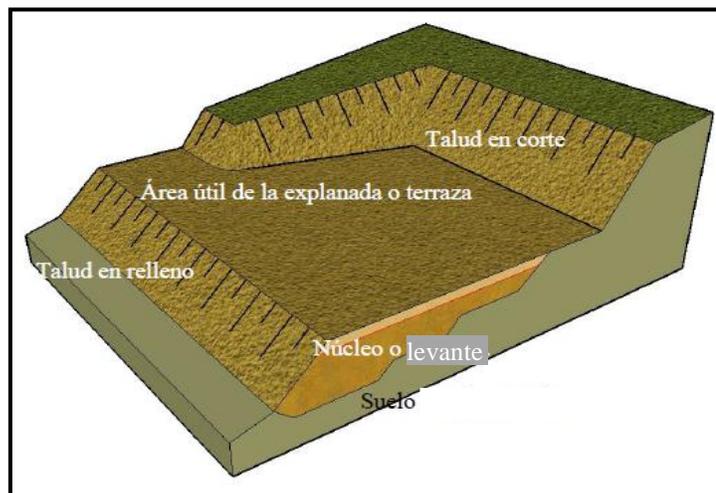


Figura 5.1 Partes o elementos principales de una explanada o terraza. **Fuente:** Google, Explanación.

5.2 Problemas más frecuentes de las explanaciones

Los principales problemas más frecuentes en el diseño geométrico, geotécnico y de construcción de las explanaciones son:

- Excesivos asentamientos originados por consolidación.

- Inestabilidad ante las cargas o acciones exteriores.
- Excesiva erosión debido a los agentes del intemperismo.
- Deficiencias durante su construcción.
- Problemas en el suelo de cimentación, presentando insuficiente capacidad de carga, excesiva consolidación.
- Inestabilidad de los taludes, hinchamiento y/o contracción de suelos.



Foto 5.1 Falla de relleno de un camino en terreno escarpado, para el que ahora se requiere una estructura de contención o un corte alto para retener o ampliar el camino alrededor de la falla.

Fuente: Google, Falla de un camino.

- Pérdida de la capacidad de soporte del suelo por presencia de agua.
- Grandes compresiones por terraplenes altos.

Los impactos directos que se producen por una mala planificación en el movimiento de tierras son:

a) Afectación al suelo:

- Destrucción de la capa vegetal.
- Creación de barreras físicas.

b) Afectación a la vegetación:

- Destrucción directa de la flora y fauna.

c) Afectación al agua:

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- Disminución del manto freático.

d) Afectación al paisaje:

- Pérdida del paisaje natural.
- Afectaciones al patrimonio natural y cultural.

e) Afectación a la atmósfera:

- Contaminación por gases, polvo y ruido.

- Modificación al régimen de vientos.

f) Afectación socio-cultural:

- Alteración y pérdida de la identidad cultural, costumbres y modos de vida.

5.3 Prácticas recomendadas para el movimiento de tierras

Para una buena construcción en el movimiento de tierras, se recomienda las siguientes prácticas benéficas con el contratista y el medio ambiente:

a) Suelo

- Realizar el descortezado necesario en una explanación, evitando la eliminación innecesaria de la capa vegetal.
- Distribuir racionalmente las masas de los suelos a mover, asegurando el máximo de compresión posible, ubicando convenientemente el material sobrante de tramos o zonas en corte o excavación (minimizar el movimiento de tierra y afectaciones al medio ambiente con material sobrante o indeseable).

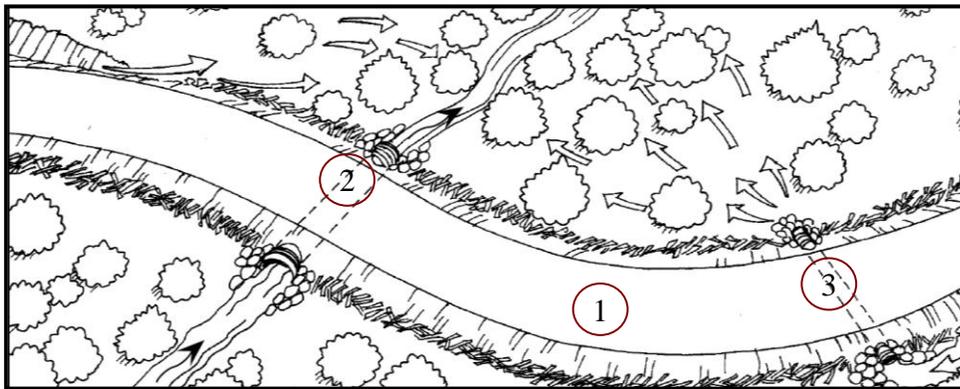
b) Vegetación

- Realizar el desmonte o tala de árboles y desbroce de la vegetación imprescindible, solo dentro de los límites de la faja de emplazamiento establecida en el proyecto de la explanación.

- Minimizar la apertura de caminos de acceso provisionales hacia la obra, sitios de bote o préstamos.

c) Agua

- Evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas al explotar las maquinarias de construcción.
- Construir correctamente el sistema de drenaje proyectado y mejorarlo si es posible durante su construcción.



- 1) Camino.
- 2) Drenaje de alcantarilla.
- 3) Drenaje superficial de camino.

Figura 5.2 Drenaje superficial básico del camino, con cunetas de descarga y drenes transversales de alcantarilla que descargan en la vegetación o en otro tipo de amortiguamiento a los lados del camino.

Fuente: Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar .

- Evitar la destrucción y desvíos de los acuíferos en la construcción de las explanaciones.

d) Paisaje

- Ubicar correctamente los sitios de préstamo, no tan cercanos que afecten el entorno de manera evidente y a la vez no tan distante de la obra para no elevar los costos de transportación.



Foto 5.2 Se evitará la extracción de áridos y suelos provenientes de canteras o fuentes de materiales en áreas protegidas, hábitats preferenciales de reproducción, alimentación o descanso de fauna; poblaciones humanas que se encuentren a menos de 500 m de distancia; tomas de abastecimiento de agua situadas a menos de 2 Km. de distancia. (MOPT 313-02.1 Fuentes de materiales). **Fuente:** Google, Extracción de material.

- Explorar correctamente los préstamos laterales, usando el área imprescindible que asegura los volúmenes de tierra necesarios.

e) Atmósfera

- Usar las técnicas de voladuras de tierra y roca solo en casos estrictamente necesarios.
- Mantener en un buen estado técnico el parque de máquinas.
- Evitar o disminuir al mínimo las nubes de polvo.

6 ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

6.1 Generalidades

Este trabajo comprenderá la realización de todas las obras que fueren necesarias para, en forma preventiva, proteger la vía recientemente construida, así como para conservar y mejorar el paisaje dentro de la zona lateral del camino.

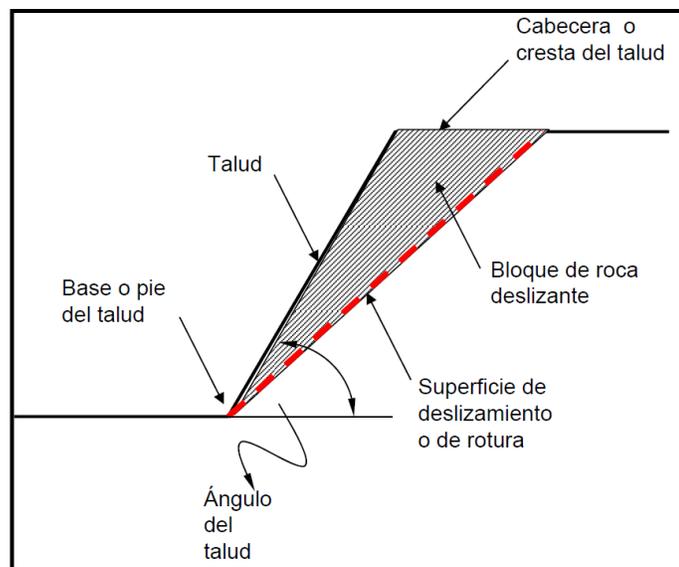


Figura 6.1 Corte tipo de un talud. **Fuente:** Google, partes de un talud.

6.2 Causas para la desestabilización de un talud

Entre las principales causas por las que se produce un desplazamiento de sedimentos y material durante la construcción de un camino son:

- Sobre excavación de la base del talud.

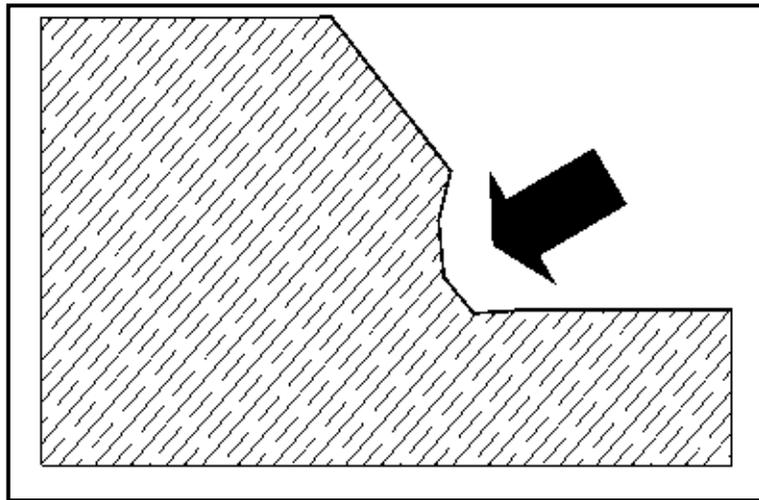


Figura 6.2 Sobre excavación de un talud. **Fuente:** Medidas de estabilización de taludes, Universidad de las lagunas.

- Excavación de taludes escarpados

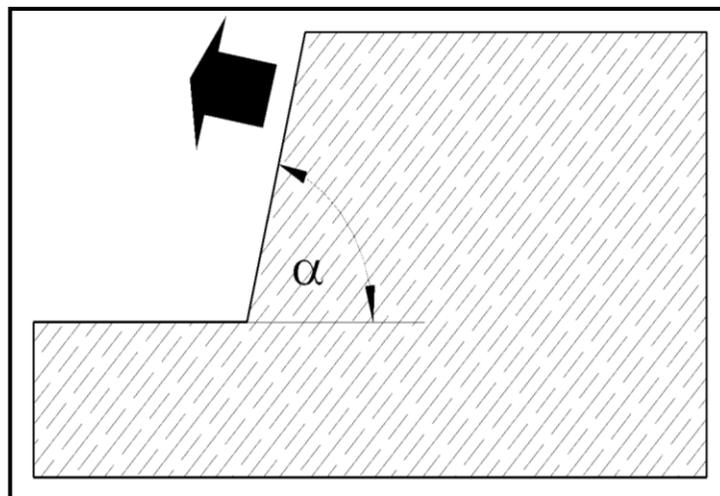


Figura 6.3 Taludes muy escarpados. **Fuente:** Medidas de estabilización de taludes, Universidad de Las Lagunas.

- Condiciones hidrogeológicas, produciendo aumento del peso del terreno, relleno de fisuras y grietas, cambios en la composición mineralógica; se producen por:

a) Presencia constante de lluvia

b) Presencia de agua subterránea



Figura 6.4 Condiciones hidrogeológicas. **Fuente:** Medidas de estabilización de taludes, Universidad de Las Lagunas.

- Prácticas inadecuadas de perforación y voladura.

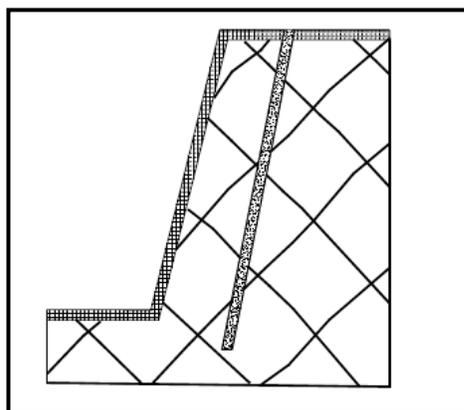


Figura 6.5 Perforación muy cercana, posible rotura de superficie. **Fuente:** Medidas de estabilización de taludes, Universidad de Las Lagunas.

- Presencia de planos de debilidad (fracturas, planos de estratificación, zonas de cizalla, etc.)

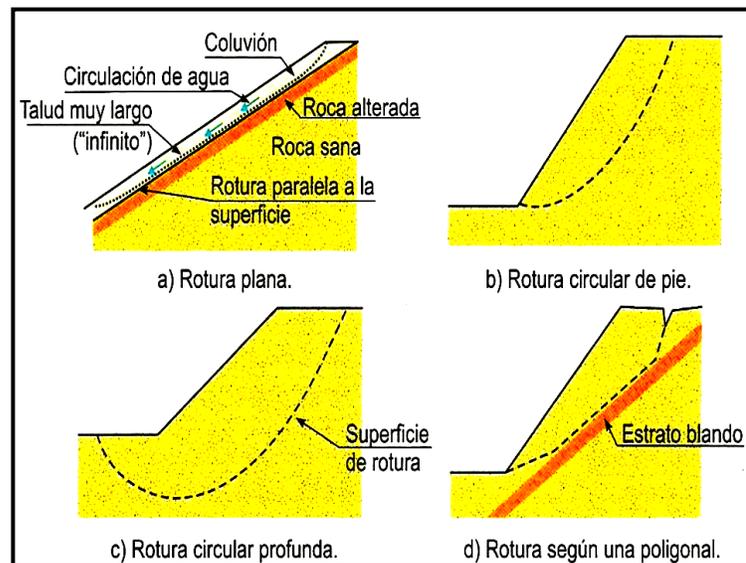


Figura 6.6 Modos de rotura de un talud. **Fuente:** Google, Falla de un talud.

6.3 Evidencias de la desestabilización de un talud

- Roturas de pendiente con acumulación de material al pie de talud;
- Bloques de roca caídos al pie de taludes y escarpes;
- Presencia de grietas de tracción;
- Deslizamiento de material blando;
- Árboles, arbustos o postes inclinados a favor de la pendiente;
- Cicatrices que evidencien planos de rotura.

6.4 Prácticas recomendadas para la construcción de taludes

Las principales prácticas para que no se produzcan retraso, pérdida de personal o económica en esta parte de la obra vial son:

- a) Modificación de la geometría;
- b) Medidas de drenaje;
- c) Elementos estructurales resistentes;
- d) Muros y elementos de contención;
- e) Medidas de protección superficial.

a) Modificación de la geometría

Aquí se distribuyen las fuerzas debido al peso de los materiales, obteniéndose una configuración más estable.

Entre las principales modificaciones tenemos:

- Disminución del ángulo del talud.

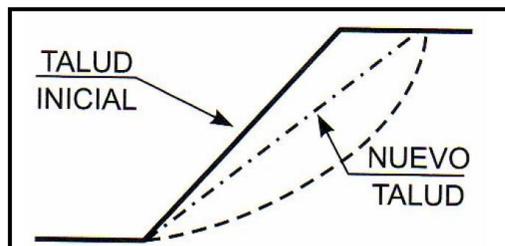


Figura 6.7 Disminución de inclinación de un talud. **Fuente:** Google, Control de taludes.

- Escalonar el talud, construir bancos y bermas.



Foto 6.1 Las construcción de bermas retienen bloques que se desprendan, roturas superficiales de un talud y permiten acceso para el saneamiento y control del talud. **Fuente:** Google, Construcción de Bermas.

- Excavación en la cabecera del talud, adición de peso en el pie de talud con escollera.

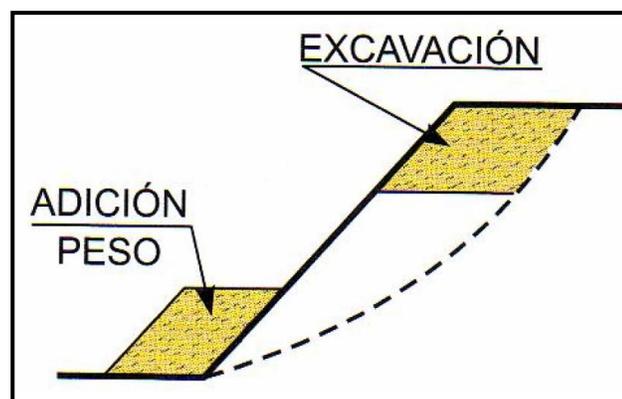


Figura 6.8 Excavando en la cabeza del talud reducimos fuerzas estabilizadoras, adicionando peso en el pie de talud con escolleras permitimos una mayor estabilidad y un buen drenaje. **Fuente:** Google, Control de taludes

b) Medidas de drenaje

Tiene la finalidad de eliminar o disminuir el agua sobrante en un talud, que actúa como un factor desestabilizador en las superficies de rotura y grietas de tracción.

Entre las principales medidas tenemos:

- Drenaje superficial, utilizando zanjas de drenaje y canalizaciones.



Foto 6.2 El drenaje superficial evita que las aguas de escorrentía se infiltren en el talud y reducen efectos erosivos. **Fuente:** Google, Drenaje superficial.



Foto 6.3 Se pueden usar ocasionalmente un contrafuerte de roca permeable para estabilizar una zona de falla de talud en corte. **Fuente:** Google, Contrafuerte de roca.

- Drenaje profundo, utilizando drenes horizontales, verticales y californianos; pozos y pantallas drenantes.

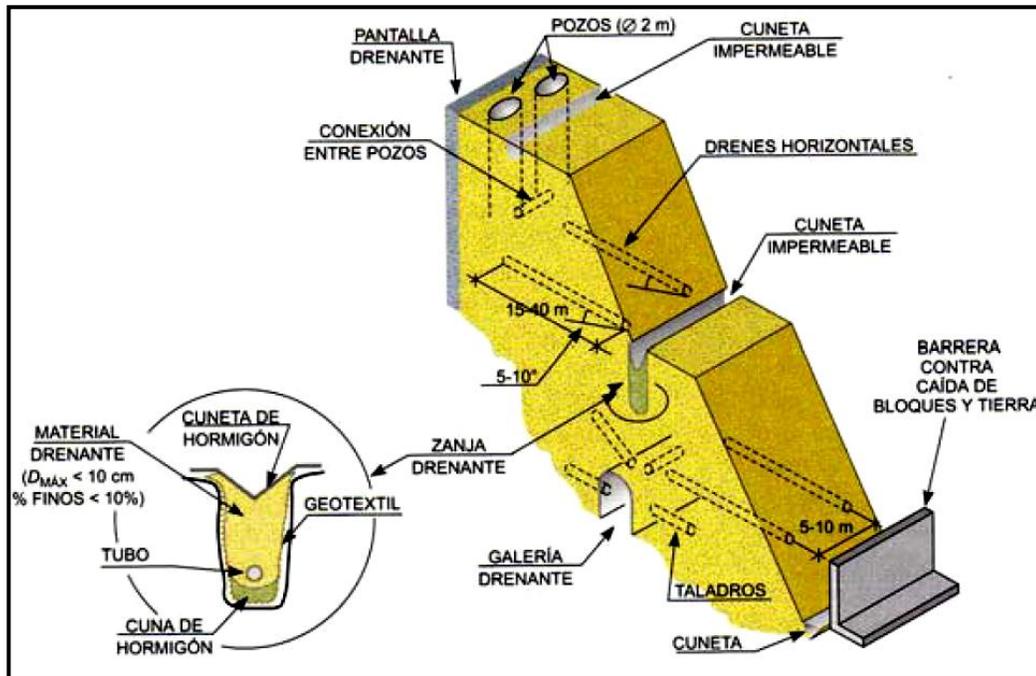


Figura 6.9 La finalidad de este dren es deprimir el nivel freático y evacuar el agua del interior del talud. **Fuente:** Google, Drenes para Taludes.

c) Elementos estructurales resistentes

Los elementos estructurales mejoran la resistencia del terreno en la superficie de rotura. Entre los principales elementos tenemos:

- Pilotes y micro pilotes, mejorando la superficie, anclándolos para evitar la superficie de rotura.

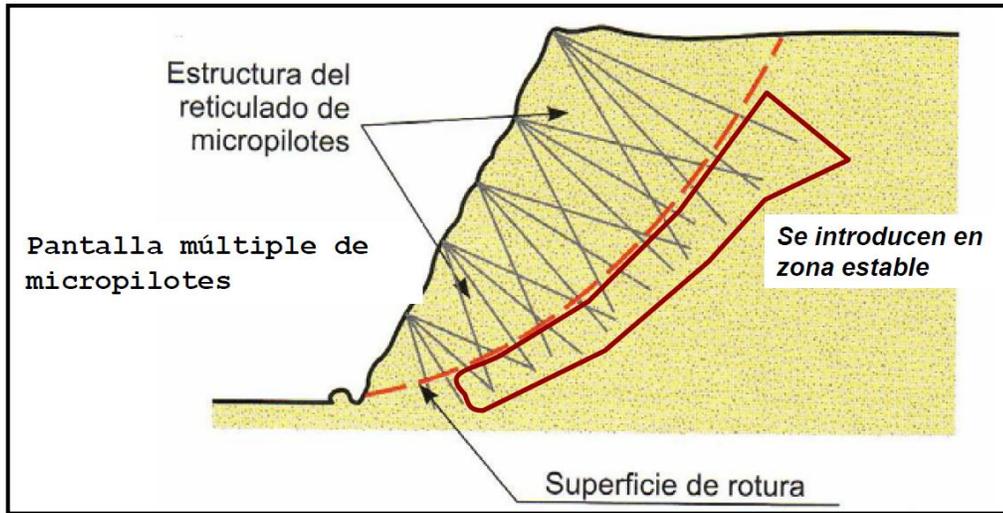


Figura 6.10 Estructura de pilotes y micro pilotes. **Fuente:** Google, Estabilización de taludes.

- Anclajes, aumentan las fuerzas tangenciales de rozamiento en la superficie de rotura.

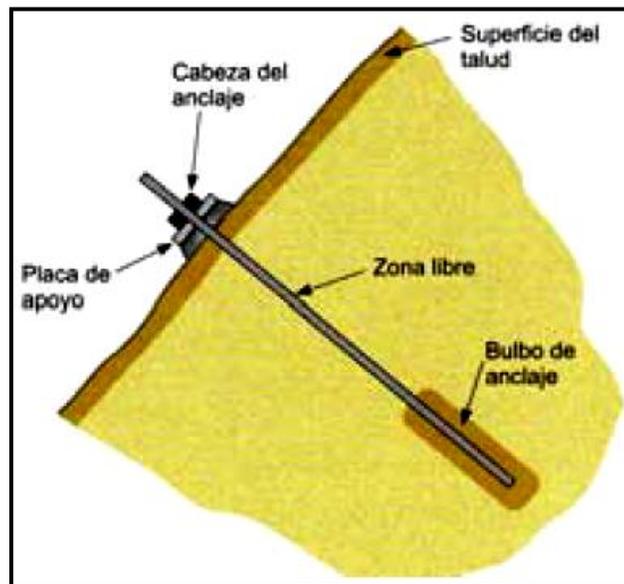


Figura 6.11 Detalle de un anclaje. **Fuente:** Google, Anclaje de talud.



Foto 6.4 Colocación de anclajes arriostrados con malla electrosoldada. **Fuente:** Google, Anclaje de talud.

d) Muros y elementos de contención

- Muros anclados, reforzados con anclajes para mejorar la resistencia al vuelco y al deslizamiento de la estructura.



Foto 6.5 Muro anclado en la parte inferior y superior de un talud. **Fuente:** Google, Muro anclado.

- Tierra armada, con placas prefabricadas de hormigón.



Foto 6.6 Muro de tierra armada. **Fuente:** Google.

- Muro de gaviones, la flexibilidad de su armazón les permite trabajar sin romperse.



Foto 6.7 Muro de gaviones. **Fuente:** Google.

e) Medidas de protección superficial

- Vegetación y forestación, plantas y árboles absorben el agua, sus raíces penetran y estabilizan la superficie del talud.



Foto 6.8 Revegetación y forestación de un talud. **Fuente:** Google.

- Riego de materiales estabilizantes.



Foto 6.9 Estabilización con lechadas de hormigón y malla electrosoldada. **Fuente:** Google.

7 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

7.1 La sub-rasante

La sub-rasante es el soporte natural, gradado y compactado, en el cual se puede construir un pavimento.

De la calidad de ésta depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito.

Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen. Los cambios de volumen en un suelo expansivo, pueden ocasionar graves daños a las estructuras que se apoyan sobre éste, por esta razón, al construir un pavimento hay que intentar al máximo controlar las variaciones volumétricas del mismo a causa de la humedad.

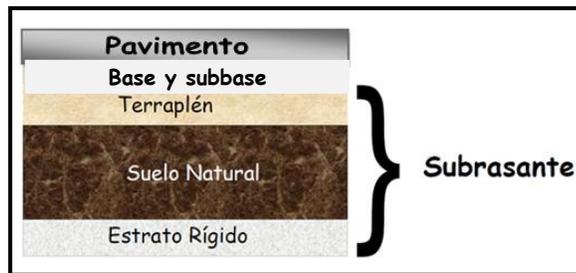


Figura 7.1 Partes de sub-rasante. **Fuente:** Google.

7.1.1 Problemas al no estabilizar una sub-rasante

- Si los suelos expansivos son compactados cuando están demasiado secos o si existe posibilidad de que se sequen antes de que se construya la capa de

pavimento, puede que se dé una expansión y contracción, generando apertura de las juntas y pérdida de la sección transversal.

- Cuando los pavimentos de concreto se construyen en suelos expansivos con contenidos de humedad muy variables, las subsecuentes expansiones y contracciones pueden ocasionar depresiones, elevaciones y ondulaciones en el pavimento.
- También se pueden presentar ondulaciones en el pavimento cuando se dan cambios bruscos de volumen.

7.1.2 Mejores prácticas para estabilizar una sub-rasante

- Unos suelos con la gradación apropiada y debidamente mezclados pueden dar unas condiciones de uniformidad razonables en la parte alta de la sub-rasante además de generar una transición gradual entre los suelos con diferentes propiedades de cambio de volumen.
- Con el fin de reducir los cambios de volumen en sub-rasante de suelos muy expansivos es importante que la compactación se realice con un contenido de humedad entre 1 y 3 % por encima de la óptima del ensayo próctor normal (AASHTO T 99).
- Donde se pueda, construir rasantes lo más altas posibles y zanjas laterales con el fin de incrementar la distancia entre el pavimento y el nivel freático.
- También es esencial evitar que la sub-rasante se seque antes de que se construya la sub-base o el pavimento mismo. Si el suelo expansivo se seca, debe re-compactarse con el contenido de humedad necesario y con una

profundidad acorde con lo que indique el perfil vertical de humedades de campo.

- Mejorar la sub-rasante con cal y cemento, reducen enormemente las propiedades de expansividad de los suelos.



Foto 7.1 Riego de cal en sub-rasante, mejora suelos expansivos. **Fuente:** Google.

- Mejoramiento con geotextil, reduce los cambios en el contenido de humedad de suelos expansivos, mantiene uniformidad de agregados.

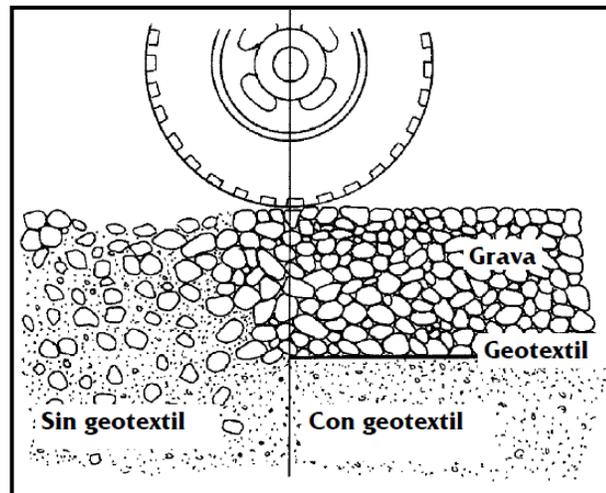


Figura 7.2 Aplicación de geotextil, separando la sub-rasante del refuerzo. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales, Keller y Sherar.

7.2 La sub-base

La sub-base previene el bombeo de los finos de los suelos fino granulares. La sub-base es obligatoria cuando la combinación de suelo, agua y tráfico pueden generar bombeo.

Normalmente el bombeo no se presenta en vías de tránsito liviano, calles residenciales y aeropuertos de tránsito liviano, en estos casos el uso de una sub-base no es económicamente justificable y los resultados deseados se pueden obtener con la apropiada, y menos costosa, preparación de la sub-rasante.

7.2.1 Clasificación de la sub-base

La sub-base se clasifica de acuerdo con los materiales a emplearse, teniendo un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25.

La capacidad de soporte corresponderá a un CBR (Capacidad de Soporte del Suelo) igual o mayor del 30%, esta es:

- Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas.
- Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas.
- Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados.

7.2.2 Funciones de la sub-base

- Evitar el bombeo (fenómeno mediante el cual se da un desplazamiento de una mezcla de suelo y agua que ocurre bajo las juntas de las losas, de las fisuras y de los bordes del pavimento. Si el bombeo es continuado y descontrolado se puede dar una pérdida de la uniformidad del soporte, por el desplazamiento del suelo, que puede hacer que los bordes de las losas queden en el aire)
- Ayuda a controlar el cambio de volumen para condiciones severas de cambios de volumen.
- Sirve como capa para drenar el pavimento, si es necesario.
- Da una plataforma de trabajo más estable durante la construcción del pavimento.
- Da una ventaja económica ya que nos ahorra dinero al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base.

7.2.3 Mejores prácticas para la construcción de la sub-base

- Colocar capas de sub-base en capas no mayores de 20cm de espesor para mantener un contenido de humedad óptimo.
- Colocar el material de sub-base de tal manera que no se produzca segregación y no cause daño a la superficie de asiento.

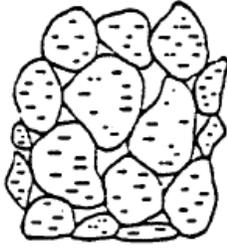
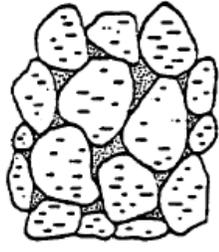
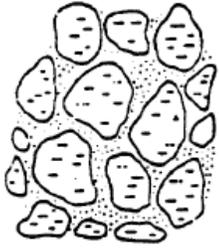
		
AGREGADO SIN FINOS	AGREGADO CON SUFICIENTES FINOS PARA LOGRAR LA DENSIDAD MÁXIMA	AGREGADO CON ALTO PORCENTAJE DE FINOS (>30%)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contacto entre granos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contacto entre granos, con mayor resistencia a la deformación . 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se destruye el contacto entre granos; el agregado “flota” dentro del suelo.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Densidad variable. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su resistencia aumenta hasta alcanzar la máxima densidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disminución de la densidad.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alta estabilidad estando confinado. Baja si no lo está. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baja permeabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baja permeabilidad.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ No es afectado por el agua. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Relativamente alta estabilidad en condiciones con y sin confinamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Baja estabilidad y resistencia.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Difícil de compactar. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Moderadamente fácil de compactar. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lo afecta mucho el agua.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se desmoronan fácilmente. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Buen desempeño en caminos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fácil de compactar ➤ Se vuelve polvo fácilmente.

Figura 7.3 Estados físicos de suelos y agregados. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales (Keller y Sherar) Fig.12.3.

- Mantener las ruedas de las volquetas limpias para evitar la contaminación de la superficie de la sub-rasante.
- Utilización de sub-bases permeables, dando una mayor permeabilidad y utilización de drenes laterales.

- Sub-bases tratadas con cemento o cal, permitiendo el uso de materiales locales y de pavimento reciclado.
- Permitir que los rayos del sol iluminen las pendientes de las zanjas y de las bases permeables no es bueno porque se estimula la germinación de vegetación y la acumulación de desechos. Por lo tanto se recomienda instalar tubería de desagüe; cuya separación no exceda los 100 a 150 m para asegurar un rápido drenaje.

7.3 La base

La base es la capa que se coloca entre la parte superior de una sub-base o de la subrasante y la capa de rodadura, esta capa recibe la mayor parte de esfuerzos producidos por los vehículos.



Figura 7.4 Estructura del pavimento, ubicación de la base. **Fuente:** Google.

El límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

La base estará debidamente preparada en conformidad con los alineamientos niveles y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

7.3.1 Clasificación de la base

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, libres de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas, según esto se clasifica en:

- Clase 1: Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% en peso.
- Clase 2: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso.
- Clase 3: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso.
- Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas.

7.3.2 Mejores prácticas para la construcción de la base

- No debe realizarse acarreo sobre la base no compactada.
- Sólo se autorizará la colocación de la base cuando la superficie sobre la cual debe asentarse (sub-base) tenga la densidad, humedad y las cotas indicadas o definidas.
- El material será extendido en una capa uniforme por medio de una motoniveladora, de tal forma que forme una capa suelta, de mayor espesor que la que debe tener la capa compactada.

- Se debe batir el material por medio de la cuchilla de la motoniveladora en toda la profundidad de la capa, llevándolo en forma alternada hacia el centro y los bordes de la calzada.
- El escarificado del material se deberá realizar para poder uniformizar con el riego de agua que se le aplicará y poder tener una humedad homogénea todo el material colocado en la calzada.
- Una vez acabado la distribución del material, cada capa de base deberá ser compactada en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios con un peso mínimo de 8 toneladas.

7.4 El pavimento asfáltico

El pavimento asfáltico es el conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito, es decir, de los vehículos que las transmiten a los estratos o capas inferiores en forma proporcional, obteniendo una superficie de rodamiento formada por una capa o franja.

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son: Anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar fallas y agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas y críticas. Así mismo, deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, también debe tener color y textura apropiados.

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior.

7.4.1 El pavimento flexible

El pavimento flexible está compuesto por una capa o carpeta asfáltica, es decir este pavimento utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena) con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo y de los productos de la hulla.

Esta mezcla es compactada, pero lo bastante plástica para absorber grandes golpes y soportar un elevado volumen de tránsito pesado.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir su vida útil.

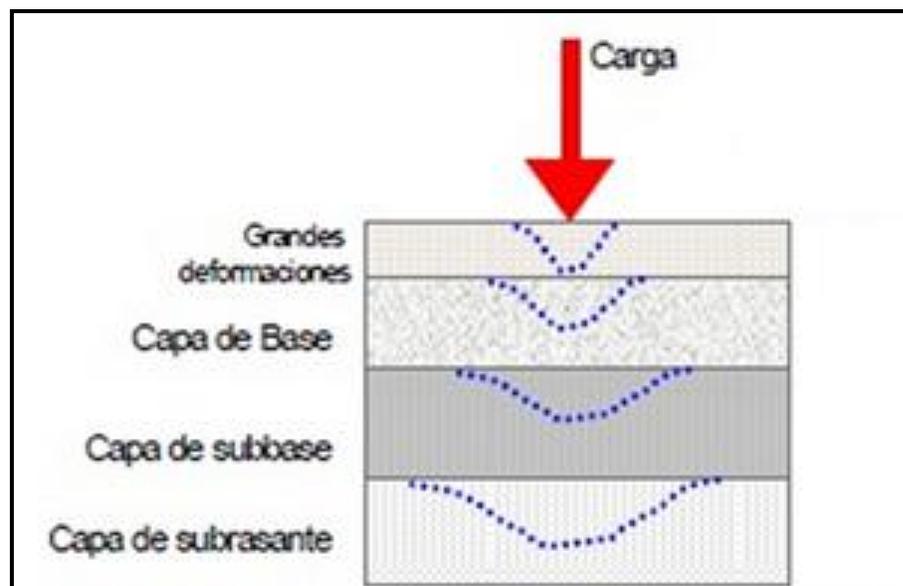


Figura 7.5 Estructura del pavimento flexible. **Fuente:** Google.

7.4.2 Mejores prácticas para la construcción de pavimentos flexibles

7.4.2.1 Tratamiento superficial

La imprimación superficial previene que se desarrolle un plano de deslizamiento entre la capa de base y la capa superficial; además evita que el material de base se desplace bajo las cargas de tránsito durante la construcción antes de que la primera capa sea colocada y finalmente protege la base de la intemperie.

Tabla 7.1 Tipos de tratamientos superficiales.

Tipo	Clase	Descripción
RIEGOS Riegos sin gravilla	En negro.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se usa en superficies de rodadura envejecidas. ➤ Solución provisional. ➤ Necesita un tratamiento de mayor entidad.
	Anti polvo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se utiliza en caminos no pavimentados. ➤ Protege al firme de la erosión y humedad.
	De imprimación.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tratamiento antes de la capa de rodadura. ➤ Penetra la capa granular, adecuando la superficie de apoyo. ➤ Contribuye al agarre de las capas.
	De adherencia.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es un ligante sobre una capa bituminosa previamente a la extensión de otra capa de la misma naturaleza.
	De curado.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Impide la pérdida de humedad en las capas tratadas con conglomerantes.

Tipo	Clase	Descripción
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES Riegos con gravilla	Monocapa.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Única aplicación de ligante con una sola capa de gravilla.
	Bicapa.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dos aplicaciones sucesivas de ligante y árido.
	Monocapa doble engravillado.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Un solo riego de ligante, una capa de grava gruesa y otra más fina.
	En sándwich.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Una capa de grava a modo de anclaje con gravilla.
LECHADAS BITUMINSAS		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tratamientos de sellado. ➤ Mejora de deslizamientos. ➤ Se puede pintar fácilmente marcas viales en su superficie.

Fuente: Tratamientos superficiales, Luis Bañón Blázquez.



Foto 7.2 Tipos de tratamientos superficiales sin gravilla, riego de imprimación. **Fuente:** Google

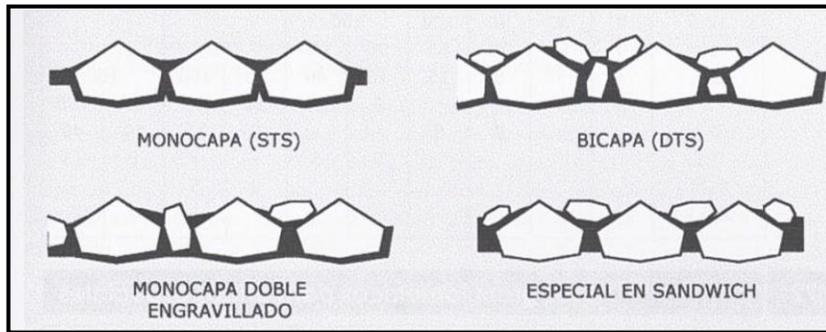


Figura 7.6 Tipos de tratamientos superficiales con gravilla. **Fuente:** Google

7.4.2.2 Riego de adherencia (material bituminoso ligante)

- Consigue la adherencia entre un pavimento y una nueva capa asfáltica.
- Los mejores resultados se obtienen si la superficie de la carretera está seca, a una temperatura superficial por encima de 27°C.
- Un asfalto diluido fluye fácilmente del distribuidor, lo cual permite una aplicación más uniforme del riego de adherencia.
- En el extremo del tanque distribuidor presenta barras de riego que pueden medir entre 3 a 8 m de la calzada, durante su aplicación la velocidad debe ser constante en todo momento.

7.4.2.3 Carpeta asfáltica

En esta etapa de la construcción de la estructura de pavimento, se deben seguir las siguientes recomendaciones para distribuir el asfalto:

- Ajustar la barra rociadora, los ejes verticales de las boquillas de riego deben quedar perpendiculares a la vía y las boquillas en un ángulo de 15° a 30°.

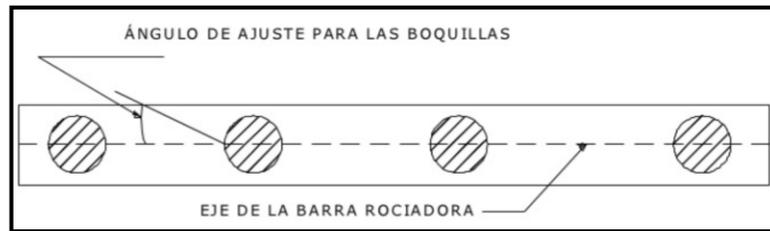


Figura 7.7 Ajuste de la barra rociadora, con esto se evita que los abanicos de rociado interfiera uno con el otro. **Fuente:** Ministerio de transporte y obras públicas MTOP.

- Otra opción de la barra rociadora es ajustar la altura de la barra.

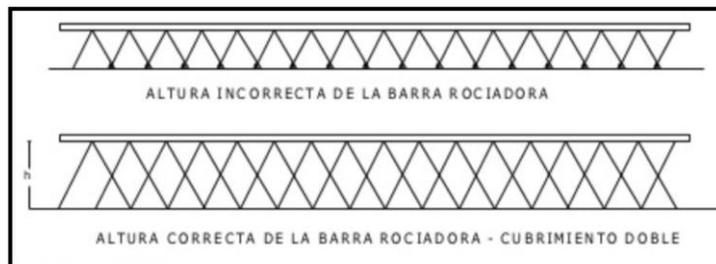


Figura 7.8 Ajuste de la barra rociadora, los abanicos de rociado deben superponerse en varios grados. **Fuente:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP.

Para su construcción se procederá de la siguiente manera:

- **Barrido:** Antes del riego, se procederá a barrer la superficie por tratar para eliminar todo el material suelto, polvo y materias extrañas.
- **Impregnado y curado:** Esto es opcional y depende de las condiciones de la base.
- **Riego de liga:** Debe ser aplicado por medio de una petrolizadora.

- **Aplicación del agregado:** Se aplica con esparcidores mecánicos jalados por camiones de volteo, por esparcidores adaptados a la puerta trasera del camión o por esparcidores autopropulsados con tolvas receptoras. El agregado es ocasionalmente esparcido manualmente del camión en movimiento.
- **Compactado y rastreado:** Se utiliza alternadamente el rodillo neumático o de rodillo liso y la escoba para suavizar y compactar la superficie.

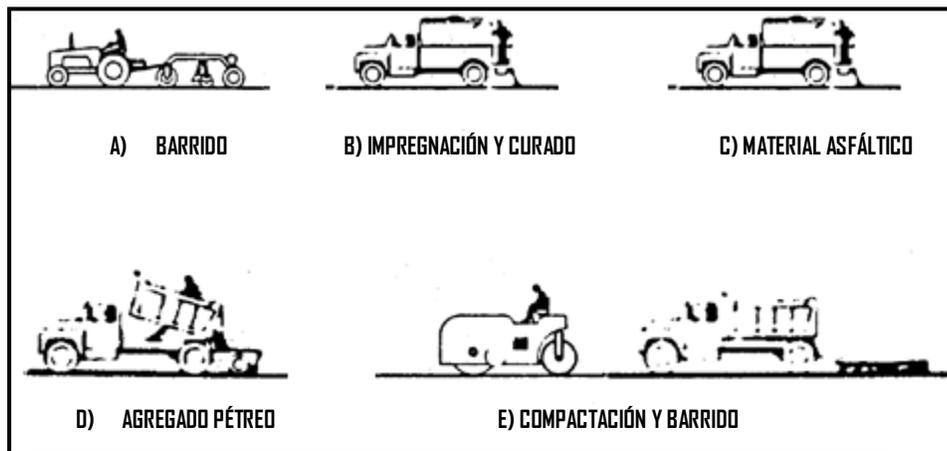


Figura 7.9 Proceso constructivo de la capa asfáltica. **Fuente:** Google.

8 DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN

8.1 Drenaje

La ubicación del camino y el drenaje de caminos, así como las zonas de construcción y otras áreas de actividad, constituyen los factores más importantes que pueden afectar la calidad del agua, la erosión y los costos de los caminos

La superficie del camino necesita configurarse de tal forma que el agua se disperse y se desplace fuera del camino lo más rápido y frecuente que sea posible.

8.1.1 Tipos de drenaje

8.1.1.1 Drenaje longitudinal

Este sistema está constituido por aquellos elementos que se desarrollan en forma aproximadamente paralela al eje de la carretera. El más notorio es la cuneta, canal que atrapa el caudal que discurre por la vía y lo canaliza. Por lo general entrega sus aguas arriba o debajo de una alcantarilla en una zona preparada para resistir el paso de agua.

8.1.1.2 Las cunetas

Son canales abiertos en los costados de las carreteras. Su objetivo principal es:

- Recoger las aguas de escorrentía provenientes de la calzada, taludes y laderas adyacentes, evitando encharcamientos en la vía, su sección puede tener las siguientes geometrías:

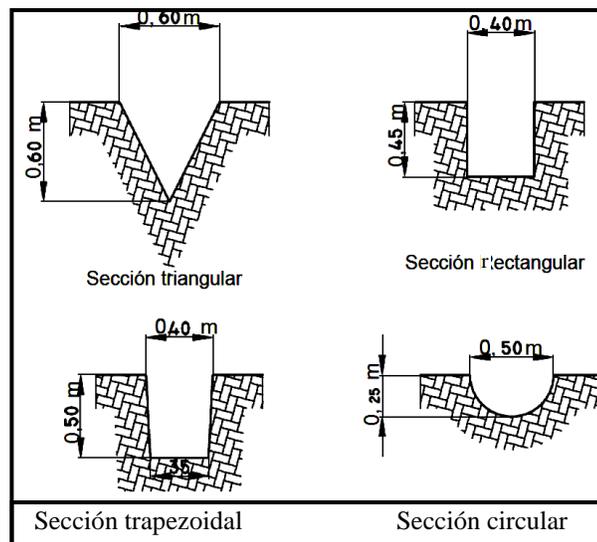


Figura 8.1 Tipos de cunetas. **Fuente:** Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje, Universidad Nacional de Colombia.

8.1.1.3 Drenaje transversal

El drenaje transversal consta de elementos que transportan agua cruzando el eje de la carretera. Por lo general el cruce se realiza de manera perpendicular al eje de la vía.

8.1.1.4 Alcantarillas

Son estructuras de evacuación de aguas de escorrentías y su función es drenar corrientes de agua permanentes o estacionales.

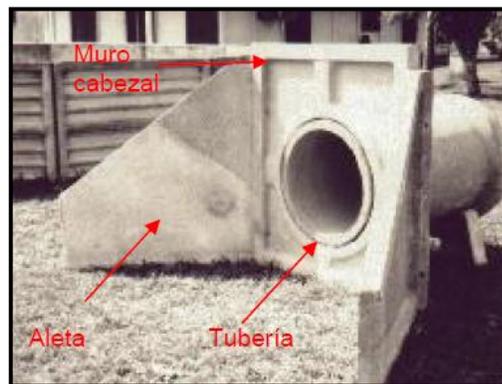
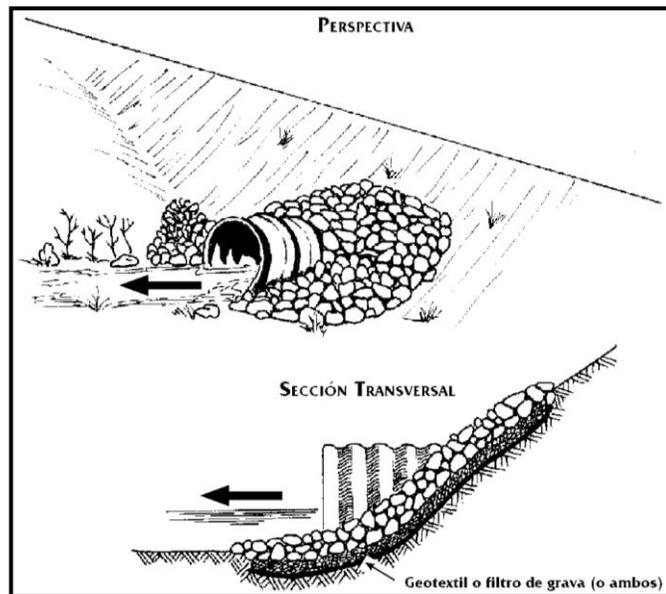


Figura 8.2 Partes de una alcantarilla. **Fuente:** Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje, Universidad Nacional de Colombia.

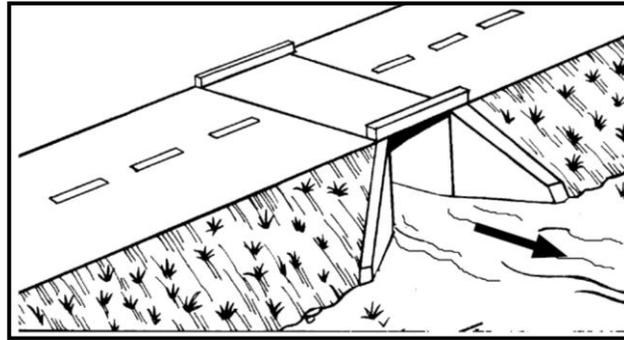
8.1.2 Mejores prácticas para el drenaje de carreteras

- El agua superficial de la calzada debe controlarse mediante medidas de drenaje positivas usando secciones con peralte hacia afuera, peralte hacia adentro, o en corona del camino.
- Las secciones en corona resultan adecuadas para caminos de dos carriles de más exigentes especificaciones con pendientes suaves.

- Evitar caminos con pendientes muy pronunciadas que sobrepasen de entre 12 y 18%, resulta muy difícil y costoso controlar debidamente el drenaje en pendiente muy inclinadas.
- Usar con frecuencia cunetas de desvío para evitar la acumulación de agua en exceso en las cunetas de la calzada.
- Proteger las salidas de drenes transversales con roca (enrocamiento de protección), maleza o desperdicio maderero, para disipar la energía y evitar la erosión, o localice la salida de los drenes transversales sobre suelos estables resistentes a la erosión, roca o en zonas con abundante vegetación.



- a) Instalación normal de alcantarillas de metal usando enrocamiento alrededor de la entrada y de la salida. Se usan también geotextiles (tela de filtro) o filtros de grava por debajo del enrocamiento en la mayoría de las instalaciones.



b) Alcantarilla de cajón de concreto con muros de alero de concreto para protección de la entrada y de la salida, así como para la contención del relleno.

Figura 8.3 Protección a la entrada y salida de una alcantarilla (a) y (b). **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales (Keller y Sherar).

- Instalar drenes transversales de alcantarilla con un ángulo de 0-30 grados perpendicular al camino, usando una peralte hacia afuera de 2% más alto que la pendiente de la cuneta, a fin de evitar taponamientos.

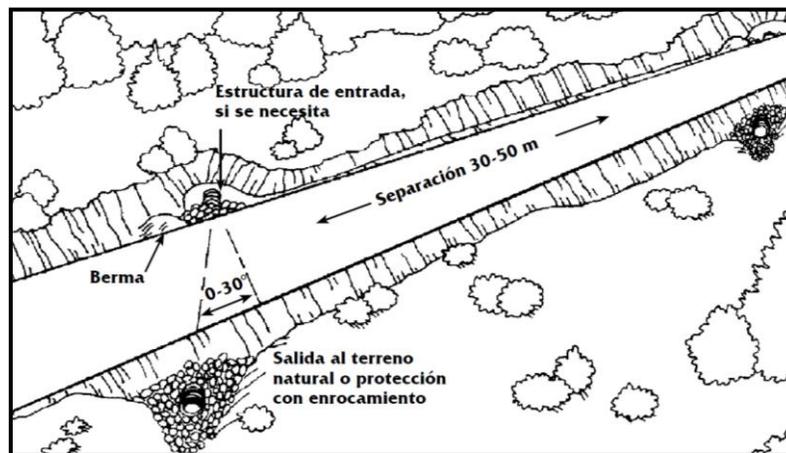


Figura 8.4 Drenes transversales de alcantarillas. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales (Keller y Sherar).

- Usar cunetas de captación de agua (cunetas de intercepción o coronamiento) a través del terreno natural por arriba de un talud de corte, sólo en aquellas zonas con una alta precipitación pluvial y escurrimientos superficiales altos.

- Usar estructuras de drenaje que mejor se adapten a la configuración del cauce natural y que idealmente sean tan anchas como el canal activo del arroyo (ancho con el caudal máximo). Minimizar los cambios en el cauce natural y el volumen de excavación o de relleno en el canal.

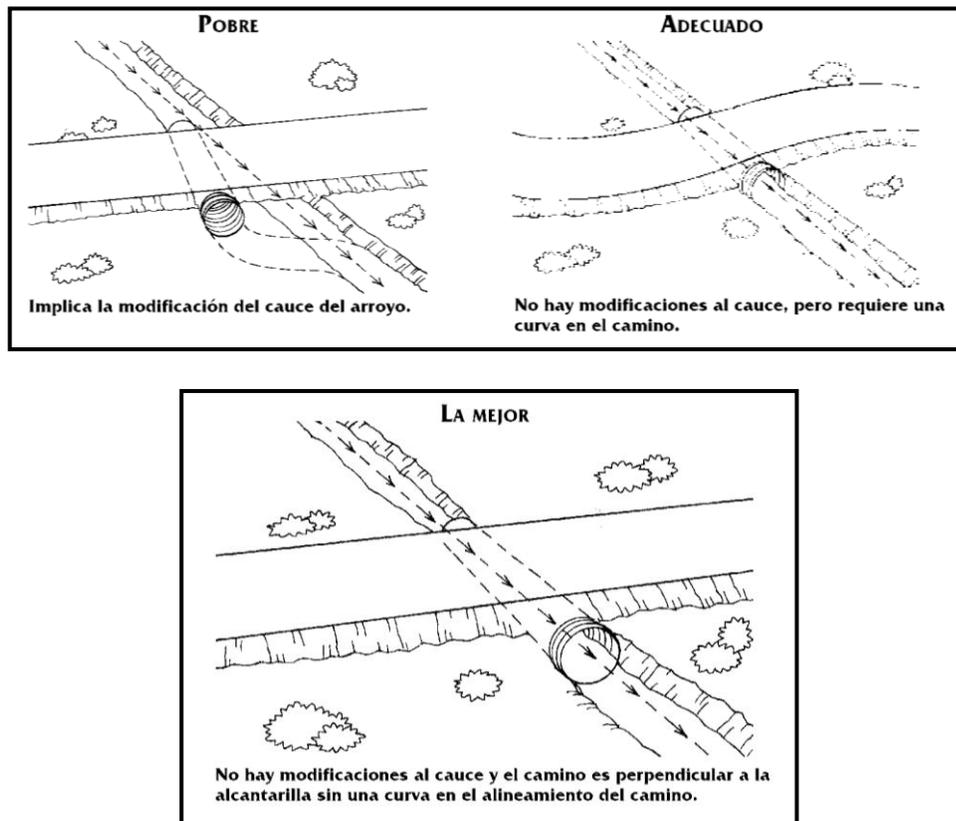


Figura 8.5 Alineación de alcantarillas. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales (Keller y Sherar).

- Compactar firmemente material de relleno bien graduado alrededor de las alcantarillas, sobre todo alrededor de la mitad inferior, colocando el material en capas para alcanzar un peso volumétrico uniforme.
- Cubrir la parte superior de tubos de metal y de plástico de alcantarillas con material de relleno hasta una profundidad de cuando menos 30 cm para evitar el aplastamiento del tubo al paso de camiones pesados. Usar una cubierta

mínima de 60 cm de relleno sobre la tubería de concreto. Para rellenos de gran altura, seguirlas recomendaciones del fabricante.

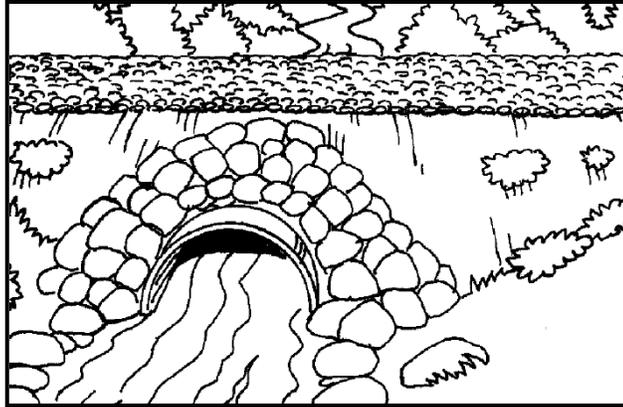


Figura 8.6 Salida de una alcantarilla con enrocado protector. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales (Keller y Sherar).

- Usar enrocamiento de protección, secciones metálicas terminales abocinadas o muros de cabeza o de remate ya sea de mampostería o de concreto alrededor de las bocatomas y de salida de las alcantarillas a fin de evitar que el agua erosione el relleno y socave el tubo, así como para mejorar la eficiencia del tubo.



Figura 8.7 Proteja la descarga del tubo de alcantarilla y los drenes de vados superficiales mediante enrocamiento o un vertedero de protección de mampostería, o seleccione áreas con roca sana o con vegetación densa. **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales (Keller y Sherar).

- En las bocas de salida de las alcantarillas donde se aceleran las velocidades de flujo por el tubo, proteger el canal ya sea con un tanque amortiguador (en pendientes suaves), con acorazamiento de roca (enrocamiento) o con un vertedero de protección que tenga una superficie entrante rugosa o de roca y un dentellón de anclaje.

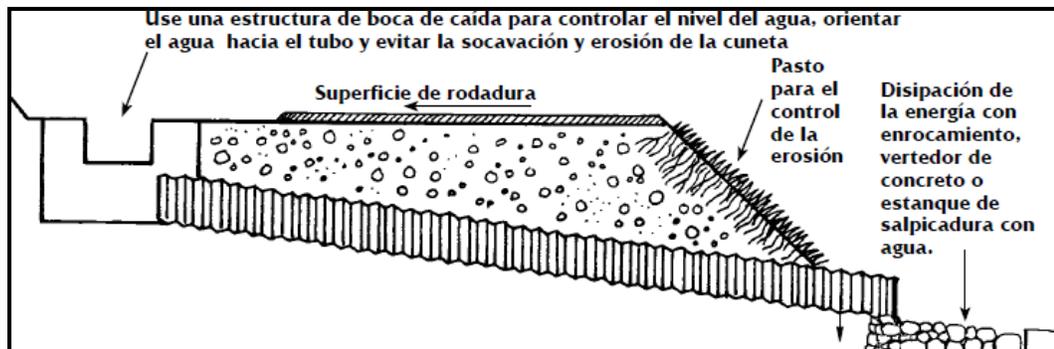


Figura 8.8 Tipo común de estructura de caída (sección transversal de una alcantarilla). **Fuente:** Ingeniería en caminos rurales (Keller y Sherar).

- En los tubos existentes susceptibles a taponarse, agregar una rejilla aguas arriba del tubo o a la entrada del tubo bocatoma para detener a los escombros antes de que obturen el tubo.
- Evite colocar bocas de salida de alcantarillas en la parte media de un talud de terraplén.

8.2 Estructuras de retención

El propósito de una estructura de contención es el resistir las fuerzas ejercidas por la tierra contenida, y transmitir esas fuerzas en forma segura a la fundación o a un sitio por fuera de la masa analizada de movimiento.

En el caso de un deslizamiento de tierra el muro ejerce una fuerza para contener la masa inestable y transmite esa fuerza hacia una cimentación o zona de anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse. Las deformaciones excesivas o movimientos de la estructura de contención o del suelo a su alrededor deben evitarse para garantizar su estabilidad.

8.2.1 Tipos de estructuras

Existen varios tipos generales de estructura, y cada una de ellas tiene un sistema diferente de transmitir las cargas.

8.2.1.1 Muros macizos rígidos

Son estructuras rígidas, generalmente de concreto, las cuales no permiten deformaciones importantes sin romperse. Se apoyan sobre suelos competentes para transmitir fuerzas de su cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generar fuerzas de contención.

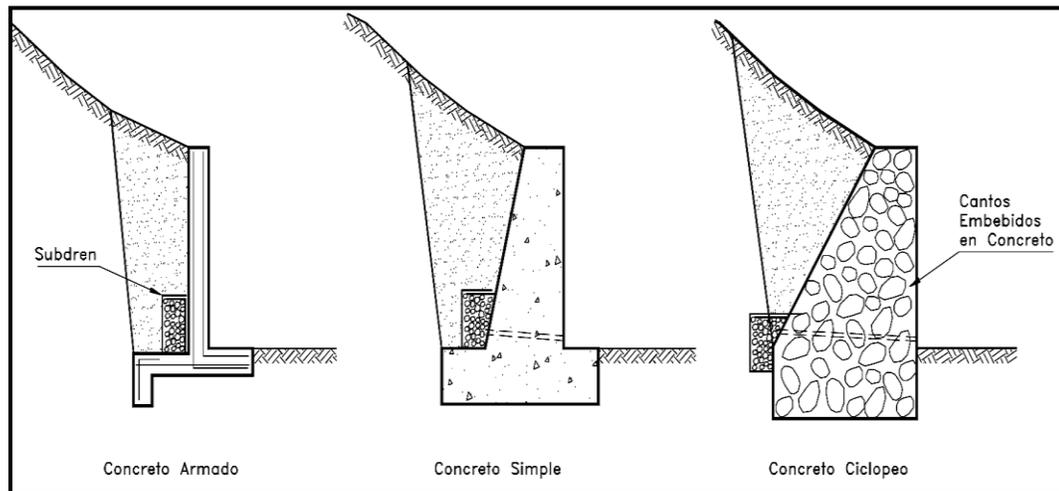


Figura 8.9 Tipos de muros rígidos. Fuente: Google.

Tabla 8.1 Ventajas y desventajas de los muro rígidos.

MURO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reforzado	Los muros de concreto armado pueden emplearse en alturas grandes (superiores a diez metros). Se utilizan métodos convencionales de construcción, en los cuales la mayoría de los maestros de construcción tienen experiencia.	Requieren de buen piso de cimentación. Son antieconómicos en alturas muy grandes y requieren de formaletas especiales.
Hormigón simple	Relativamente simples de construir y mantener, pueden construirse en curvas y en diferentes formas para propósitos arquitectónicos.	Se requiere una muy buena fundación y no permite deformaciones importantes, se necesitan cantidades grandes de concreto y un tiempo de curado. Generalmente son antieconómicos para alturas de más de tres metros.
Hormigón ciclópeo	Similares a los de concreto simple. Utilizan bloques o cantos de roca como material embebido, disminuyendo los volúmenes de concreto.	El concreto ciclópeo (cantos de roca y concreto) no puede soportar esfuerzos de flexión grandes.

Fuente: Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

8.2.1.2 Muros macizos flexibles

Son estructuras macizas, flexibles. Se adaptan a los movimientos. Su efectividad depende de su peso y de la capacidad de soportar deformaciones importantes sin que

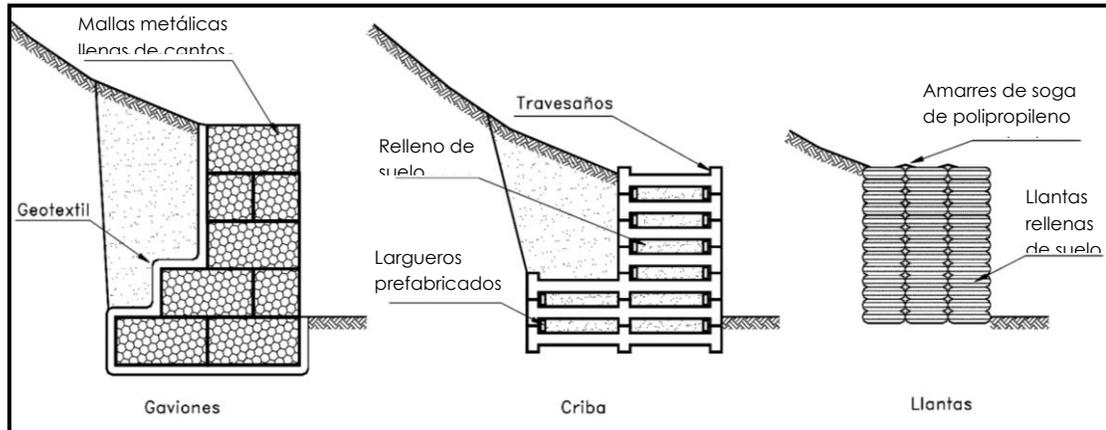


Figura 8.10 Tipos de muros flexibles. **Fuente:** Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

Tabla 8.2 Ventajas y desventajas de los muro macizos flexibles.

MURO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Gaviones	Construcción sencilla y económica. Fácil alivio de presiones de agua.	Las mallas de acero galvanizado se corroen fácilmente en ambientes ácidos.
Criba	Simple de construir y mantener. Utiliza elementos prefabricados con mayor control de calidad.	Se requiere material granular autodrenante que encarece la obra. No funciona en alturas superiores a siete metros.
Neumáticos	Fáciles de construir y ayudan al reciclaje.	No existen procedimientos confiables de diseño y su vida útil es desconocida.
Piedra	Económicos y fáciles de construir si hay piedra disponible.	Requieren de la utilización de bloques relativamente grandes.

Fuente: Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

8.2.1.3 Tierra reforzada

Son terraplenes donde el suelo es su principal componente que en el proceso de compactación se colocan elementos de refuerzo para aumentar su resistencia a la tensión y al cortante. Son fáciles de construir y pueden adaptarse a la topografía de la zona.

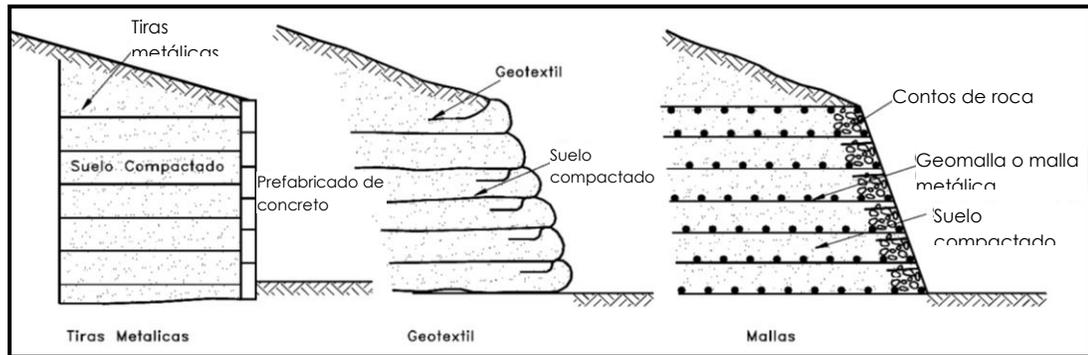


Figura 8.11 Tipos de estructuras de tierra reforzada. **Fuente:** Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

Tabla 8.3 Ventajas y desventajas de la tierra reforzada.

MURO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Refuerzo con tiras metálicas	Los refuerzos metálicos le dan rigidez al terraplén y los prefabricados de concreto en su cara de fachada los hace presentables y decorativos.	Las zonas de refuerzo requieren protección especial contra la corrosión.
Refuerzo con geotextil	Son generalmente muy económicos y fáciles de construir.	Son muy flexibles y se deforman fácilmente. El geotextil se descompone con la luz solar.
Refuerzo con malla	La malla le da cierta rigidez al terraplén y las capas no constituyen superficies de debilidad.	Dependiendo del material constitutivo la malla puede descomponerse o corroerse.

Fuente: Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

8.2.1.4 Estructuras ancladas

Se colocan varillas o tendones generalmente, de acero en perforaciones realizadas con taladro, posteriormente se inyectan con un mortero de cemento.

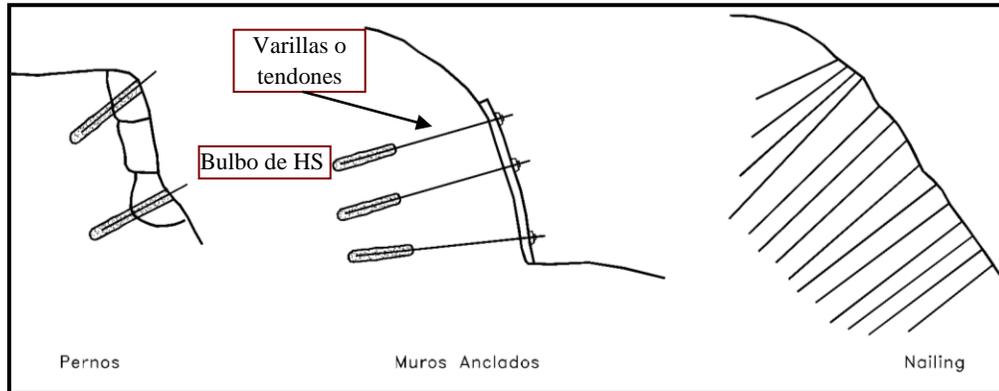


Figura 8.12 Tipos de estructuras ancladas. **Fuente:** Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

Tabla 8.4 Ventajas y desventajas de las estructuras enterradas.

MURO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Anclajes y pernos individuales	Permiten la estabilización de bloques individuales o puntos específicos dentro de un macizo de roca.	Pueden sufrir corrosión.
Muros anclados	Se pueden construir en forma progresiva de arriba hacia abajo, a medida que se avanza con el proceso de excavación. Permiten excavar junto a edificios o estructuras. Permiten alturas considerables.	Se puede requerir un mantenimiento permanente. Con frecuencia se roban las tuercas y elementos de anclaje. Su construcción es muy costosa.
Nailing o pilotillos tipo nariz (rootpiles)	Muy eficientes como elemento de refuerzo en materiales fracturados o sueltos.	Generalmente se requiere una cantidad grande de pilotillos para estabilizar un talud específico lo cual los hace costosos.

Fuente: Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

8.2.1.5 Estructuras enterradas

Son estructuras esbeltas de hormigón simple y/o hormigón armado, las cuales generalmente trabajan empotradas en su punta inferior. Internamente están sometidas a esfuerzos de flexión y cortante.

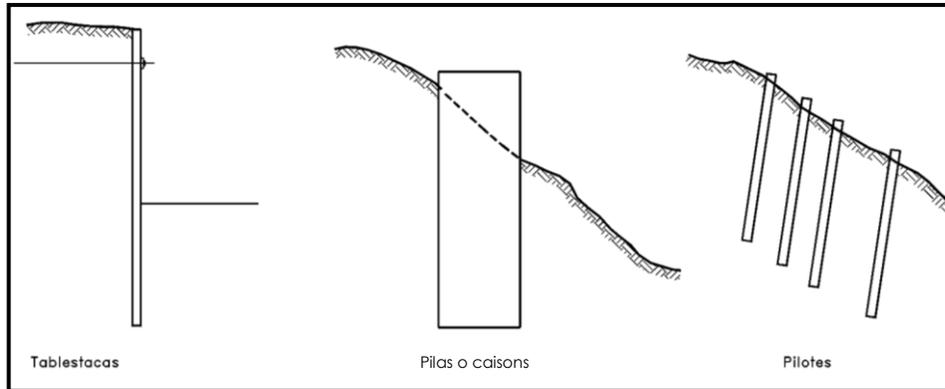


Figura 8.13 Tipos estructuras enterradas. **Fuente:** Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

Tabla 8.5 Ventajas y desventajas de las estructuras enterradas.

MURO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tablesca	Su construcción es rápida y no requiere cortes previos. Son de fácil construcción junto a los cuerpos de agua o ríos.	No se pueden construir en sitios con presencia de roca o cantos
Pilotes	Se pueden construir rápidamente.	Se puede requerir un número grande de pilotes para estabilizar un deslizamiento.
Pilas	No se requiere cortar el talud antes de construirlo. Pueden construirse simultáneamente en sitios de difícil acceso.	Se requieren profundizar muy por debajo del pie de la excavación. Su costo generalmente es elevado.

Fuente: Metodología de análisis, Jaime Suarez Díaz, Cap. 14 Estructuras de contención o anclaje.

9 MAQUINARIA VIAL

Se recurre a las máquinas o equipos porque ellas ejecutan los movimientos de tierra, que constituye el 50% del monto total del proyecto aproximadamente, estas máquinas preparan el terreno, excavan, realizan actividades como: limpieza, traslado de material, compactación, etc.

Entre las principales máquinas tenemos:

- Bulldozers
- Motoniveladoras
- Excavadoras
- Retroexcavadoras
- Cargadores frontales
- Vibro-compactadoras
- Camiones

9.1 Bulldozers o tapadoras

Su potencia y robustez realizan el trabajo de cortes y al mismo tiempo empujando el material.

Estas máquinas se utilizan durante el proyecto en operaciones como: limpieza, apertura de brechas en terrenos rocosos, cortes carreteros.

Tabla 9.1 Ventajas y desventajas entre tractores neumáticos y orugas.

Tipo	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ORUGAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mayor tracción (fuerza y rendimiento). ➤ Mueve grandes volúmenes de tierra y roca. ➤ Trabaja bien en suelos arcillosos, mojados. ➤ Distancia máxima económica = 100 m. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En estado húmedo o ríos se deteriora la oruga. ➤ En tramos largos tiene que ser transportado en un camión.
NEUMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No deteriora el pavimento. ➤ Trabaja mejor e un río, suelos granulares, dunas. ➤ Distancia máxima económica=150-180 m. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se desestabiliza más rápido. ➤ Con el fango patina.

Fuente: Equipos para construcción de obras viales, Juan José Blandón.



Oruga



Neumático

Foto 9.1 Bulldozers. Fuente: Google.

9.2 Motoniveladora

Esta maquinaria es destinada a mover material suelto, nivela, modela o a la pendiente necesaria al material que trabaja.

Esta máquina puede imitar a los tractores, pero su diferencia radica en que es muy frágil, permitiendo solamente labores como:

- Extender y nivelar materiales sueltos.
- Excavar las cunetas de carreteras, llevando los materiales extraídos hacia el eje de la carretera después de nivelarlos.
- Nivelan los materiales extraídos sobre el pie de un talud.
- Elimina elementos demasiado gruesos, conservando las pistas seguidas por otras máquinas.



Foto 9.2 Motoniveladora. **Fuente:** Google

9.3 Excavadora

Es una máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas, gira 360°, excava, carga, eleva, gira y descarga materiales.

Se la utiliza también para el trabajo de zanjas, adapta otros accesorios para desempeñar otras labores (Martinetes para suelos rocosos).

Tabla 9.2 Principales diferencias entre excavadoras sobre ruedas o cadenas.

Tipo	VENTAJAS
ORUGAS	<ul style="list-style-type: none">➤ Mayor tracción.➤ Mejor maniobrabilidad en terrenos muy difíciles.➤ Reubicación más rápida de la máquina.
RUEDAS	<ul style="list-style-type: none">➤ Mayor movilidad.➤ No dañan el pavimento.➤ Mejor estabilidad con estabilizadores.

Fuente: Equipos para construcción de obras viales, Juan José Blandón.



Rueda



Oruga

Foto 9.3 Excavadora. **Fuente:** Google

9.4 Retroexcavadora

Esta máquina se caracteriza por su versatilidad y la ventaja de trabajar en espacios reducidos (zanja). Esta máquina, se encuentra montada sobre ruedas con bastidor especialmente diseñado que porta a la vez, un equipo de carga frontal y otro de retro excavación trasero, de forma que pueden ser utilizados para trabajos de excavación y carga de material.



Foto 9.4 Retroexcavadora. Fuente: Google

9.5 Cargadores frontales

El cargador frontal es un equipo tractor que tiene un cucharón de gran tamaño en su extremo frontal, realizando trabajos de carga, acarreo y eventualmente excavación.

Su uso eventual da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y aumentar la producción.

Eventualmente esta máquina puede trabajar como grúa o utilizar un dispositivo especial de martinete para el anclaje de pilotes.



Foto 9.5 Cargador Frontal. **Fuente:** Google

9.6 Compactadores y vibro compactadores

Son máquinas que tienen rodillos con diferentes implementos (Lisos, pata de cabra, etc.) que se emplean en la compactación de tierras de 20-30 cm. Su peso varía de 5 a 15 ton y la velocidad de trabajo está entre 2 a 10 Km/h.

Los compactadores neumáticos pueden ser autopropulsados o remolcados, con suspensión independiente en cada rueda, lo que asegura una buena compactación. Todos los neumáticos deben llevar la misma presión y su velocidad oscila entre 10 y 24 Km/h.



Rodillo

Pata de cabra

Foto 9.6 Compactadores. **Fuente:** Google

Los rodillos pata de cabra son máquinas que pueden ser normales o vibrantes, se utilizan para la compactación de terrenos con excepción de arenas, gravas y piedra partida. Disponen de depósitos para lastre, que pueden estar vacíos o llenos de agua o arena, lo que permite aumentar la presión que transmiten al terreno.

Existen otros equipos de compactación de uso normal y para actividades menores y obras de drenajes menores como los llamados “sapos”, que con su versatilidad y tamaño permite mayor tranbajabilidad en espacios reducidos.



Compactador manual Mini-compactador

Foto 9.7 Compactadores. **Fuente:** Google.

9.7 Camiones

El transporte de material excavado o al lugar de empleo es muy usual en obras viales, esta operación comprende el transporte de material sobrante de la excavación a un vertedero previamente definido, o bien el transporte del material necesario para efectuar un terraplén o un relleno.

En otras situaciones, es necesario transportar agua para realizar la construcción de obras de drenaje o para el riego en terracería, para lo que se hace uso de los camiones cisterna.

De forma general los camiones se pueden clasificar de acuerdo a la forma que realizan una determinada actividad teniendo así la siguiente clasificación:

- Camiones de volteo;
- Camiones fuera de caminos (Dúmper);
- Volquetes;
- Camiones planchas;
- Camiones cisternas.



Volqueta



Dúmper



Cisterna

Foto 9.8 Camiones. **Fuente:** Google.

1 BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA Gustavo, 2008, Estudios y diseños de la vía Cahuají-Pillate-Cotaló.
- MURILLÓN Jesús, “Guía metodológica para el diseño y construcción de carreteras”, Agosto del 2010.
- RODRÍGUEZ René, “Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, flores, cebadas de la provincia de Chimborazo”, Junio 2011.
- LLAMUCA Darío, “Manual de control en la construcción de estructuras hidráulicas-viales que permitirá mejorar el proceso de fiscalización en zonas frágiles en la provincia de Tungurahua”, Enero 2009.
- MOT, “Manual de especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito”, Volumen I, Perú 2008.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES ECUADOR, “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes”, Ecuador 2002.
- DÍAZ Jaime, “ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE”, Metodología de análisis.
- ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE MINAS DEL ECUADOR, “Parámetros geotécnicos y estabilidad de taludes”.

- BARRA Alfonso, “Manual de buenas prácticas medioambientales”, Editorial Gobierno de Aragón, Julio del 2010.
- BAÑÓN Luis, “Tratamientos superficiales”, Volumen II, Septiembre 1999.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA “Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje”, Octubre del 2006.
- Suarez Jaime, “Obras de drenaje y subdrenaje”, Técnicas de Remediación.
- KELLER Gordón, SHERAR James, “Ingeniería en caminos rurales guía de campo para las mejores prácticas de gestión de caminos rurales”, Enero del 2008.
- ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS, Congresos Panamericanos de Carreteras, Manual de caminos vecinales, tomo II, 1979, Costa Rica, disponible en: <http://www.mopt.go.cr/planificacion/centrodeinformacion/digitalizados/manual-caminos-vecinales2.pdf>.
- ORÚE Alberto, FOLLIA Jordi, GORDILLO Jaime, y cols, Comité de seguimiento de la política de comunicación de la Asociación Española de la Carretera, 2006, editorial STAFF, disponible en: <http://www.aecarretera.com/Libro%20definitivo.pdf>
- ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, Facultad de ingeniería civil, Diseño geométrico de vías II, Red vial Ecuador, 2000 disponible en: <http://es.scribd.com/doc/91852755/red-vial-ecuador>.

- VALDIVIESO Fabián, Normas para el aprovechamiento de madera en bosques cultivados, Ministerio del ambiente, 2004, disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/normas-para-el-aprovechamiento-de-madera-en-bosques-cultivados.pdf>

- AÑASCO Mario, MORALES Manolo, PALACIOS Walter, VEGA Esteban, CUESTA Ana, Programa regional ECOBONA–intercooperation, “Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible” 2010, ECOBONA, disponible en:
<http://www.bosquesandinos.info/ECOBONA/sectorforestal/Sectorforestal1.pdf>

- MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2001, disponible en:
http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/dg-2001.pdf

- AGOSTA Roberto, PAPAZIAN Arturo, marzo de 2006, Infraestructura del Transporte Terrestre, Diseño Geométrico, disponible en:
<http://materias.fi.uba.ar/6807/contenidos/Notas%20Diseno.pdf>

- MOLINA Jaime, “Estudio de la insuficiente capacidad de la vía para tránsito vehicular y su influencia en el exceso de los accidentes de tránsito en el sector de las viñas del cantón Ambato de la provincia de Tungurahua durante el primer trimestre año 2013”, Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2013 disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/176332822/Grupo-1-Paguay-Montalvo-Perez-Del-Salto-Llerena-Integrador-de-Saberes>

2 ANEXOS

Anexo 1 Formato de libro de obra	285
Anexo 2 Mantas geo-sintéticas especificaciones	287
Anexo 3 Distancia del polvorín cuando no tiene bermas de protección	287
Anexo 4 Distancia del polvorín cuando tiene bermas de protección.	288
Anexo 5 Distancia del polvorín cuando tiene bermas de protección.	288
Anexo 6 Formato de control de polvorín en bodega.....	289
Anexo 7 Grado de compactación relativa	289
Anexo 8 Granulometría para el material de rellenos de estructuras	289
Anexo 9 Granulometría para el material de rellenos permeable.....	290
Anexo 10 Granulometría de la sub-base	290
Anexo 11 Granulometría de la base	290
Anexo 12 Granulometría de la base estabilizada con cemento portland	292
Anexo 13 Granulometría de base de hormigón asfáltico mezclado en sitio	292
Anexo 14 Granulometría de base de hormigón asfáltico mezclado en planta	293
Anexo 15 Granulometría de tratamiento bituminoso superficial	293
Anexo 16 Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales	293
Anexo 17 Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales	294
Anexo 18 Radios ade doblido de acero de refuerzo.....	295
Anexo 19 Control de tiempo para maquinaria	295

Anexo 20 Control de eficiencia para maquinaria.....	296
Anexo 21 Matriz de impactos ambientales	297
Anexo 22 Memoria fotográfica.....	298

Anexo 1 Formato de libro de obra. Fuente: Servicio de Contratación de Obras.

GOBIERNO NACIONAL DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR		FORMATO DE LIBRO DE OBRA				Servicio de Contratación de Obras		
PROYECTO:						HOJA:	DE:	
SUBPROYECTO:						CONTRATISTA:		
UBICACIÓN:	PROVINCIA:						ADMINISTRADOR DE CONTRATO:	
	CANTÓN:						FISCALIZADOR DE CONTRATO:	
	PARROQUIA:						FECHA:	
PRIMERA JORNADA DE TRABAJO				TERCERA JORNADA DE TRABAJO				
PERSONAL ASIGNADO		No.	ORA INGRESO	HORA SALIDA	PERSONAL ASIGNADO		No.	
SEGUNDA JORNADA DE TRABAJO				ESTADO DEL CLIMA: COLOQUE SEGÚN CORRESPONDA B= Bueno R= Regular M= Malo				
PERSONAL ASIGNADO		No.	ORA INGRESO	HORA SALIDA	MAÑANA:	TARDE:	DESPEJADO	
					NOCHE:	ADRUGAD		
					MAQUINARIA / HERRAMIENTAS			
					DESCRIPCIÓN	No.	HORA INGRESO	
							HORA SALIDA	
SEGURIDAD - SEÑALIZACIÓN - AMBIENTAL								
SEGURIDAD:	CHALECOS	BOTAS	GUANTES	CASCO	GAFAS	MASCAR.	T. AUDITIV.	
SEÑALIZACIÓN:	CONOS	CINTAS	RÓTULOS	VALLAS	EXTINTOR	BOTQUIN	OTROS	
MITIGACION:	POLVO	RUIDO	GASES	LÍQUIDOS CONT.	CERRAM.	LIMPIEZA	OTROS	
ACTIVIDADES REALIZADAS PRIMERA JORNADA								
DESCRIPCIÓN						ÁREA DE TRABAJO		
ACTIVIDADES REALIZADAS SEGUNDA JORNADA								
DESCRIPCIÓN						ÁREA DE TRABAJO		
ACTIVIDADES REALIZADAS TERCERA JORNADA								
DESCRIPCIÓN						ÁREA DE TRABAJO		
DEL CONTRATISTA:								
DEL FISCALIZADOR:								
DEL ADMINISTRADOR:								
Dirección: Av. 10 de Agosto N17-189 Y Santiago, Edificio Edinco. Telf: (593) 2-2529044								
CONTRATISTA				FISCALIZADOR				

Anexo 2 Características y especificaciones técnicas de las mantas geo-sintéticas para control de erosión utilizadas para protección de la vía. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 206.1.1

PROPIEDAD	MÉTODO DE LAB.	UNIDADES	VALOR PARA TALUD < 45°	VALOR PARA TALUD > 45°
Cobertura del Suelo	Análisis de Imagen	%	93	93
Espesor	ASTM D1777	pulg	.251	.63-
Peso	ASTM D3776	oz/yd ² lbs/yd ²	8.0	.92
Resistencia a la Tensión	ASTM D4632 ASTM D4632 ASTM D5035 ASTM D4595 ASTM D5035	lbs lbs lbs/pies lbs/pies lbs/pies	25.0 28.9 220	>528 >837
Elongación en sentido Longitudinal	ASTM D4632 ASTM D4632 ASTM D5035	% % %	24.9 26.8	28
Elongación en sentido Transversal	ASTM D4595 ASTM D5035	%	28.4	12
Flexibilidad	ASTM D1388-64	mg-cm	8,200	
Resistencia al Fuego sin llama	FTMS CCC-5-191B			

Anexo 3 Distancia del polvorín cuando no tiene bermas de protección. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 222.1

Cantidad de Explosivos (kg) De:	A:	Distancia (m)			
		Edificios Habitados	FF.CC. Públicos *	Carretera Pública	Separación de Polvorines
----	4,54	44,30	27,50	13,80	18,30
4,54	11,40	44,30	27,50	13,80	18,30
11,40	22,80	44,30	27,50	13,80	18,30
22,80	45,40	73,20	42,70	21,40	24,40
45,40	90,80	109,80	67,10	33,50	30,50
90,80	136,20	158,60	94,60	47,80	36,60
136,20	181,60	195,20	115,90	58,00	39,70
181,60	227,00	219,60	131,20	67,10	42,70
227,00	272,40	244,00	146,40	73,20	45,80
272,40	317,80	262,30	158,60	79,30	48,80
317,80	363,20	280,30	167,80	85,40	50,40
363,20	408,60	300,00	180,00	91,50	52,00
408,60	454,00	311,00	186,00	94,60	58,00
454,00	681,00	323,30	195,20	97,60	64,50
681,00	908,00	366,00	219,60	109,80	70,15
908,00	1362,00	396,50	238,00	119,00	79,30
1362,00	1816,00	433,10	259,30	128,10	85,40
1816,00	2270,00	457,50	274,50	137,30	91,50
2270,00	2724,00	457,80	286,70	143,50	91,50
2724,00	3178,00	491,50	296,00	149,50	91,50
3178,00	3632,00	506,30	305,00	152,50	91,50
3632,00	4086,00	518,50	311,10	155,60	91,50
4086,00	4540,00	530,70	317,20	158,50	91,50
4540,00	6810,00	543,00	326,40	161,70	91,50
6810,00	9080,00	594,80	356,90	176,90	91,50

* FF.CC: Líneas Férreas

Anexo 4 Distancia del polvorín cuando tiene bermas de protección. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 222.2

Cantidad de Explosivos (Kg.)		Distancia (m)			
De:	A:	Edificios Habitados	FF.CC. Públicos *	Carretera Pública	Separación de Polvorines
1,00	2,50	21,00	9,00	9,00	4,00
2,50	4,50	27,00	11,00	11,00	4,50
4,50	9,00	35,00	14,00	14,00	5,00
9,00	13,00	38,00	15,00	15,00	5,50
13,00	18,00	42,00	17,00	17,00	6,00
18,00	22,00	45,00	18,00	18,00	4,00
22,00	34,00	51,00	21,00	21,00	4,50
34,00	45,00	58,00	23,00	23,00	5,00
45,00	56,00	60,00	24,00	24,00	5,50
56,00	68,00	65,00	26,00	26,00	6,00
68,00	90,00	71,00	29,00	29,00	6,50
90,00	115,00	77,00	32,00	32,00	7,00
115,00	135,00	82,00	33,00	33,00	7,50
135,00	180,00	90,00	36,00	36,00	8,00
180,00	225,00	97,00	40,00	40,00	8,50
225,00	270,00	103,00	41,00	41,00	9,00
270,00	315,00	108,00	44,00	44,00	10,00
315,00	360,00	114,00	46,00	46,00	10,00
360,00	410,00	118,00	47,00	47,00	10,50
410,00	455,00	122,00	49,00	49,00	11,00
455,00	545,00	129,00	52,00	50,00	12,00
545,00	635,00	137,00	55,00	52,00	12,50
635,00	725,00	143,00	58,00	53,00	13,00
725,00	815,00	149,00	59,00	55,00	13,50
815,00	910,00	154,00	62,00	56,00	14,00
910,00	1130,00	166,00	67,00	58,00	15,00
1130,00	1360,00	176,00	71,00	59,00	16,00
1360,00	1810,00	193,00	77,00	64,00	17,50
1810,00	2270,00	208,00	84,00	68,00	18,50
2270,00	2720,00	222,00	90,00	71,00	20,00
2720,00	3180,00	234,00	94,00	74,00	21,00
3180,00	3630,00	243,00	97,00	76,00	22,00
3630,00	4080,00	254,00	102,00	77,00	23,00
4080,00	4540,00	263,00	105,00	79,00	24,00
4540,00	5440,00	266,00	112,00	82,00	25,00

* FF.CC.: Líneas Férreas

Anexo 5 Distancia del polvorín cuando tiene bermas de protección (continuación). **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 222.2

Cantidad de Explosivos (Kg.)		Distancia (m)			
De:	A:	Edificios Habitados	FF.CC. Públicos *	Carretera Pública	Separación de Polvorines
5440,00	6350,00	269,00	119,00	84,00	26,50
6350,00	7260,00	274,00	123,00	85,00	27,00
7260,00	8160,00	286,00	128,00	87,00	28,50
8160,00	9070,00	297,00	132,00	88,00	30,00
9070,00	11340,00	321,00	143,00	96,00	32,00
11340,00	13610,00	344,00	152,00	103,00	34,00
13610,00	15880,00	367,00	160,00	109,00	36,00
15880,00	18140,00	388,00	167,00	116,00	38,00
18140,00	20420,00	408,00	173,00	122,00	39,00
20420,00	22680,00	426,00	180,00	128,00	41,00
22680,00	24950,00	445,00	186,00	134,00	42,00
24950,00	27220,00	461,00	192,00	138,00	44,00
27220,00	29500,00	477,00	196,00	143,00	46,00
29500,00	31750,00	490,00	201,00	148,00	47,00
31750,00	34000,00	504,00	205,00	152,00	49,00
34000,00	36300,00	516,00	210,00	155,00	50,00
36300,00	38600,00	527,00	215,00	158,00	52,00
38600,00	40800,00	536,00	219,00	161,00	53,00
40800,00	43100,00	545,00	222,00	164,00	55,00
43100,00	45400,00	553,00	227,00	166,00	56,00
45400,00	49000,00	559,00	234,00	167,00	59,00
49000,00	54400,00	561,00	240,00	169,00	62,00
54400,00	59000,00	571,00	247,00	170,00	66,00
59000,00	63500,00	576,00	254,00	172,00	69,00
63500,00	68000,00	579,00	259,00	173,00	72,00
68000,00	72600,00	589,00	265,00	176,00	75,00
72600,00	77100,00	599,00	271,00	180,00	78,00
77100,00	81700,00	606,00	276,00	183,00	81,00
81700,00	86200,00	612,00	280,00	184,00	84,00
86200,00	90700,00	618,00	285,00	186,00	87,00
90700,00	95300,00	626,00	291,00	189,00	90,00
95300,00	104300,00	640,00	298,00	193,00	96,00
104300,00	113400,00	656,00	308,00	198,00	102,00
113400,00	124800,00	675,00	317,00	204,00	110,00
124800,00	136000,00	693,00	327,00	210,00	117,00

* FF.CC.: Líneas Férreas

Anexo 6 Formato de control de polvorín en bodega. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

INGRESO					EGRESO		
FECHA	HORA	AUTORIZACIÓN	MOTIVO	FIRMA	HORA	MATERIAL QUE SACA	FIRMA

Anexo 7 Grado de compactación relativa. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 305-2.1

Compactación Relativa (Porcentaje)	Superficies o capas
90%	Terreno natural en zonas de relleno
95%	Terreno natural en zonas de corte
95%	Terraplenes o rellenos
95%	Subrasantes formadas por suelo seleccionado.

Anexo 8 Granulometría para el material de rellenos de estructuras. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 307-2.1

Tamaño del Tamiz	Porcentaje que pasa
Nº 3" (75.0 mm.)	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 100
Nº 30 (0.60 mm.)	25 - 100

Anexo 9 Granulometría para el material de rellenos permeable. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 307-2.2

Tamaño del Tamiz	Porcentaje que pasa
Nº 2" (50.00 mm.)	100
Nº 50 (0.30 mm.)	0 - 100
Nº 100 (0.15 mm.)	0 - 8
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 4

Anexo 10 Granulometría de la sub-base. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 403-1.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Anexo 11 Granulometría de la base. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 404-1.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

Tabla 404-1.2

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

Tabla 404-1.3

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4"(19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

Tabla 404-1.4

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

Anexo 12 Granulometría de la base estabilizada con cemento portland. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 404-2.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Agregado grueso	Agregado fino
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38.1 mm.)	95 - 100	--
3/4" (19.0 mm.)	40 - 100	--
Nº 4 (4.76 mm.)	0 - 5	80 - 100
Nº 10 (2.00 mm.)	--	50 - 85
Nº 40 (0.425 mm.)	--	15 - 45
Nº 200 (0.075 mm.)	--	0 - 10

Anexo 13 Granulometría de base de hormigón asfáltico mezclado en sitio. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 404-4.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	70 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90	70 - 100
3/8" (9.5 mm.)	40 - 70	45 - 75	50 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 60	30 - 60	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 50	20 - 50	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	5 - 30	5 - 30	10 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 5	0 - 5	0 - 5

Anexo 14 Granulometría de base de hormigón asfáltico mezclado en planta. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 404-5.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	90 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)	--	90 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	56 - 80	--	90 - 100
1/2" (12.5 mm.)	--	56 - 80	--
3/8" (9.5 mm.)	--	--	56 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	23 - 53	29 - 59	35 - 65
Nº 8 (2.36 mm.)	15 - 41	19 - 45	23 - 49
Nº 50 (0.30 mm.)	4 - 16	5 - 17	5 - 19
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 6	1 - 7	2 - 8

Anexo 15 Granulometría de tratamiento bituminoso superficial. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 404-3.1

TAMIZ	Porcentaje que pasa en peso a través de los tamices de malla cuadrada					
	A	B	C	D	E	F
38.1 mm	100	----	----	----	----	----
25.4 mm	90-100	100	----	----	----	----
19.0 mm	20-55	90-100	100	----	----	----
12.7 mm	0-15	20-55	90-100	100	100	----
9.5 mm	0-5	0-15	40-75	90-100	90-100	100
4.75 mm	----	0-5	0-15	0-20	10-30	75-100
2.38 mm	----	----	0-5	0-10	0-10	20-55
1.19 mm	----	----	----	0-5	0-5	0-10
0.60 mm	----	----	----	----	----	0-5
0.075 mm	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2

Anexo 16 Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, utilizando cemento asfáltico o asfalto diluido. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 405-3.2

TIPO DE TRATAMIENTO	Agregados – Kilogramos						Asfalto Litros
	A	B	C	D	E	F	
TSB-1 Capa Única				14-16		1.4-2.0	
TSB-2A Primera capa				11-14			0.9-1.6
Segunda capa					8-11	0.7-1.1	
TSB-2B Primera capa			14-16				1.4-2.0
Segunda capa					8-11	0.7-1.1	
TSB-2C Primera capa		22-27					1.8-2.3
Segunda capa			11-14			0.9-1.6	
TSB-3 Primera capa	15-18					0.9-1.4	
Segunda capa		7-9					1.6-2.3
Tercera capa			5-6			1.1-1.6	

Anexo 17 Tipo de tratamiento y cantidades aproximadas de materiales por metro cuadrado, utilizando emulsiones asfálticas. **Fuente:** Ministerio de Obras Públicas (MOP-001-F 2002).

Tabla 405-3.3

TIPO DE TRATAMIENTO	Agregados - Kilogramos						Emulsión Litros
	A	B	C	D	E	F	
TSB-1 Capa Unica						14-16	1.4-2.0
TSB-2A Primera capa				11-14			0.9-1.6
Segunda capa					8-11		0.7-1.1
TSB-2B Primera capa			14-16				1.4-2.0
Segunda capa					8-11		0.7-1.1
TSB-2C Primera capa		22-27					1.8-2.3
Segunda capa				11-14			0.9-1.6
TSB-3 Primera capa	15-18						0.9-1.4
Segunda capa		7-9					1.6-2.3
Tercera capa				5-6			1.1-1.6

Anexo 20 Control de eficiencia para maquinaria. **Fuente:** Google

Area Critica:	
Objetivo:	
Estrategia:	
Responsable:	
Frecuencia de medición: Quincenal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/>	

Resultados Factores	(f) TOTALES**	ESTATUS	UMBRAL	MÍNIMO	ACEPTA	SATISFA.	SOBRES.	MÁXIMO	Valor obtenido	Cumplimiento. *
EFICACIA										
EFICIENCIA										
EFFECTIVIDAD										
RELEVANCIA / RESULTADOS										
PRODUCTIVIDAD										
DISPONIBILIDAD DE RECURSOS										

Anexo 21 Matriz de impactos ambientales. **Fuente:** Manual de buenas prácticas Medioambientales para carreteras.

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	AFECTACIÓN FLORA Y FAUNA	AFECTACIÓN AL SUELO	CONSUMOS	EMISIÓN ATMÓSFERA	IMPACTO VISUAL	RESIDUOS	RUIDO	VERTIDO
INSTALACIONES, MAQUINARIA Y EQUIPOS	Garaje de vehículos, maquinaria ya almacenamiento de equipos	X	X						
	Limpieza de vehículos		X	X					
	Almacén de suministros		X	X					
	Oficina, comedor y vestuarios		X	X	X				
EXPLANACIONES	Trabajos preliminares				X				
	Excavaciones			X	X				
	Rellenos			X	X				
	Tratamiento de taludes			X					
DRENAJE	Cunetas, elementos de conducción y desague prefabricadas y ejecutadas en obra		X						
	Drenes		X	X					
FIRMES	Capas granulares, suelos estabilizados y gravas tratadas		X	X					
	Riegos		X	X	X				
	Material bituminoso				X				
RECICLADOS	Reciclado in situ con emulsión bituminosa			X	X	X			
	Reciclado in situ con cemento			X	X	X	X		
	Reciclado en central						X		
ESTRUCTURAS	Obras de hormigón en masa y armado in situ y prefabricado.					X	X	X	X
	Obras de hormigón prensado								
	Cimentaciones					X	X	X	X
	Obras varias								
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA	Marcas viales			X	X	X	X	X	
	Señales, carteles, balizamiento y barreras de seguridad			X	X	X	X	X	

Anexo 22 Memoria fotográfica.



Movimiento de tierras y conformación de taludes



Movimiento de tierras y conformación de taludes



Expropiaciones de terrenos por trabajos realizados



Expropiaciones de terrenos por trabajos realizados



Afectación a la flora y fauna



Afectación a al paisaje



Modificación del proyecto vial



Ubicación de alcantarillas