



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL,
ARQUITECTURA Y DISEÑO**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**MEJORAMIENTO DE LA VÍA ZUMBAHUAYCO Y DISEÑO DEL
PAVIMENTO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+000**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

MARÍA EUGENIA RAMÍREZ ANDRADE

Director: Ing. Federico Córdova

2015

DECLARACIÓN

Yo, María Eugenia Ramírez Andrade, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

María Eugenia Ramírez Andrade

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María Eugenia Ramírez Andrade, bajo mi supervisión.

Ing. Federico Córdova

DIRECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de Investigación se lo dedico a esa persona única y maravillosa que ilumina mis días, mi madre Yolanda Andrade, ese ángel que desde niña me ha sabido guiar por el buen camino, enseñándome valores y a luchar por mis metas, alentándome todos los días a esforzarme más; es mi ejemplo a seguir y la razón por la que sigo adelante a pesar de las adversidades.

A ti madre no solo te dedico la mujer que soy sino que también gracias a ti, hoy veo cristalizado mi sueño de ser ingeniera.

Este logro lo dedico también a mis dos chiquitos Martín y Sofía, pues han sido mi inspiración durante el largo camino hacia la culminación de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento es primero a Dios que es guía, luz y guardián de mi vida en todo momento y quien ha puesto en mi camino a un incontable número de personas a las que debo agradecer por haberme educado, aconsejado, acompañado y apoyado en mi desarrollo personal y profesional, doy las gracias de manera especial a:

- Mis padres quienes creyeron en mí en todo momento, en particular a mi papa Jaime que me enseñó el valor del trabajo duro.
- Mi hermano mayor Gustavo que ha sido mi modelo a seguir por su inteligencia y fortaleza, él me ha sabido aconsejar y brindar su confianza llegando a ser más que un hermano, un padre para mí.
- Christian mi hermanito menor por cuidarme y apoyarme incondicionalmente.
- Vale mi ñañita prestada, Dios me la mando, es mi amiga y cómplice la que me comprende y acepta como soy.
- Mi viejito lindo, mi abuelito, no solo ha sido mi segundo papa por todo el amor y enseñanzas que me ha entregado a lo largo de estos años, también le debo inmenso respeto por ser el gran hombre que es.
- Luis, mi novio y amigo, que llego inesperadamente a mi vida y que en corto tiempo la ha llenado de amor, esperanza y felicidad.
- Mis maestros que no solo me han formado intelectualmente sino también espiritualmente.
- Mi director de trabajo de investigación Ing. Federico Córdova, por su ayuda y guía en la realización de este proyecto.

Una página no me alcanza para escribir los nombres de las personas que directa o indirectamente han colaborado para la materialización de esta meta, les agradezco de infinita manera por ello.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE CUADROS	XI
LISTA DE TABLAS	XII
LISTA DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
OBJETIVOS	XVII
1. OBJETIVO GENERAL	XVII
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XVII
CAPITULO 1. GENERALIDADES	1
3. UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	1
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
5. CONDICIONES CLIMÁTICAS	2
5.1. <i>Temperatura</i>	3
5.2. <i>Pluviosidad</i>	3
5.3. <i>Geomorfología local</i>	3
6. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	4
CAPÍTULO 2. TOPOGRAFÍA	6
1. RECONOCIMIENTO GENERAL DE LA RUTA.....	6
2. LEVANTAMIENTO DE LA FRANJA TOPOGRÁFICA DE LA VÍA	6
3. TRAZADO DE LA POLIGONAL	6
4. NIVELACIÓN	7
5. PROCESO Y CÁLCULO DE NIVELACIÓN	7
6. COMPROBACIÓN	8
7. TOLERANCIA	8
8. CÁLCULO DE COORDENADAS.....	8
CAPÍTULO 3 ESTUDIO DE SUELOS	9
1. TOMA DE MUESTRAS	9
2. ENSAYOS DE LABORATORIO	9
3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	9

4. LÍMITE LÍQUIDO	9
5. LÍMITE PLÁSTICO.....	10
6. ÍNDICE DE PLASTICIDAD.....	10
7. DETERMINACIÓN DE CBR	11
8. GRADO DE COMPACTACIÓN.....	11
9. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	12
CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE TRÁFICO	14
1. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	14
2. TRÁFICO ACTUAL	14
3. POBLACIÓN FUTURA.....	15
4. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN HASTA EL AÑO 2034	15
4.1. <i>Método geométrico</i>	15
5. DETERMINACIÓN DE TPDS	16
6. DETERMINACIÓN DE TPDA	17
6.1. <i>Factor hora (FH)</i>	17
6.2. <i>Factor día (FD)</i>	18
6.3. <i>Factor semanal (FS)</i>	18
6.4. <i>Factor mensual (FM)</i>	18
7. TRÁFICO PROYECTADO	19
8. TRÁFICO PROYECTADO POR DESARROLLO	19
9. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL PROYECTADO	19
9.1. <i>Tasa de crecimiento</i>	19
9.2. <i>Cálculo del tpda proyectado</i>	24
10. JUSTIFICACIÓN DEL ORDEN DE LA VÍA	25
CAPÍTULO 5 DISEÑO HORIZONTAL DE LA VÍA	27
1. DIBUJO DEL PLANO ACOTADO.....	27
2. DISEÑO.....	27
2.1. <i>Criterio de diseño</i>	27
2.2. <i>Técnicas de diseño horizontal</i>	27
2.3. <i>Velocidad de diseño</i>	28
3. DISTANCIA	28
3.1. <i>Distancia de visibilidad de parada (d)</i>	28
3.2. <i>Distancia de visibilidad de rebasamiento</i>	29
3.3. <i>Distancia de visibilidad en las curvas horizontales</i>	31
4. PERALTE (E)	32
5. DESARROLLO DEL PERALTE	32
6. F. COEFICIENTE DE FRICCIÓN (F)	32
7. CURVAS.....	32
7.1. <i>Radio mínimo de curvatura (R)</i>	32
7.2. <i>Grado de curvatura (GC)</i>	33
7.3. <i>Longitudes importantes en las curvas</i>	33
7.3.1. Longitud de transición	33
7.3.2. Longitud tangencial	34
7.4. <i>Curvas circulares</i>	34
7.5. <i>Curvas espirales</i>	35
8. SOBRE ANCHO	37

CAPÍTULO 6 DISEÑO VERTICAL DE LA VÍA	39
1. TRAZADO DEL PERFIL LONGITUDINAL	39
2. PROYECTO DE RASANTE	39
3. CURVAS VERTICALES	39
4. CÁLCULO DE LAS CURVAS	40
4.1. <i>Curvas simétricas</i>	40
4.2. <i>Curvas asimétricas</i>	41
5. FACTORES DETERMINANTES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL	43
CAPÍTULO 7 DRENAJE	44
1. DRENAJE SUPERFICIAL	44
2. DISEÑO DE CUNETAS	44
2.1. <i>Cunetas longitudinales</i>	44
2.2. <i>Coeficiente de Escurrimiento</i>	45
2.3. <i>Intensidad de Lluvia</i>	46
2.4. <i>Diseño de cuneta</i>	48
3. ALCANTARILLAS	51
3.1. <i>Metodología</i>	51
3.2. <i>Información existente</i>	51
3.3. <i>Determinación de la sección de la alcantarilla</i>	51
3.4. <i>Localización de las alcantarillas</i>	52
3.5. <i>Parámetros de diseño y metodología de cálculo</i>	53
4. DRENAJE SUBTERRÁNEO	55
CAPÍTULO 8 DISEÑO DE PAVIMENTOS	58
1. INTRODUCCIÓN	58
2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE DISEÑO	58
3. VARIABLES DE ENTRADA	58
3.1. <i>Variables de tiempo</i>	58
3.2. <i>Ubicación y tipo de terreno</i>	58
3.3. <i>Tránsito</i>	59
3.4. <i>Confiabilidad</i>	59
3.5. <i>Criterios de adopción de niveles de serviciabilidad</i>	60
4. PARÁMETROS DE DISEÑO	60
4.1. <i>Período de diseño</i>	60
4.2. <i>Desviación estandar</i>	60
4.3. <i>Selección del cbr de diseño</i>	61
4.4. <i>Módulo de resiliencia</i>	61
4.5. <i>Conversión de tránsito en esal's</i>	62
4.6. <i>Cálculo del número de ejes equivalentes de 8.2 ton</i>	63
4.6.1. <i>Número de Trocha</i>	65
4.7. <i>Cálculos</i>	65
5. PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE LOS MATERIALES DEL PAVIMENTO	66
6. COEFICIENTE DEL DRENAJE	67
7. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	68
8. MATERIALES QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	72
8.1. <i>Concreto asfáltico</i>	72
8.2. <i>Capa de imprimación</i>	73

8.3. Capa de base	73
8.4. Capa de sub base	73
CAPITULO 9 PRESUPUESTO	75
1. INTRODUCCIÓN.....	75
2. PRESUPUESTO	75
CAPÍTULO 10 IMPACTO AMBIENTAL	77
1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	77
1.1. <i>Introducción</i>	77
1.2. <i>Marco Institucional</i>	77
1.3. <i>Participación comunitaria en el Proyecto</i>	78
1.4. <i>Condiciones ambientales actuales o línea base</i>	78
1.5. <i>Usos del Agua</i>	78
1.5.1. <i>Uso actual del Agua</i>	78
1.6. <i>Aspectos ecológicos y bióticos</i>	79
1.6.1. <i>Descripción del medio biótico</i>	79
1.6.2. <i>Zona de vida</i>	79
1.6.3. <i>Diagnóstico del Ecosistema</i>	79
1.7. <i>Flora</i>	79
1.8. <i>Fauna</i>	80
1.9. <i>Paisaje</i>	80
1.10. <i>Usos del Suelo</i>	80
1.11. <i>Aspectos Sociales</i>	80
1.11.1. <i>Población</i>	80
1.12. <i>Servicios e Infraestructura existentes</i>	80
1.12.1. <i>Infraestructura General</i>	80
1.13. <i>Características socioeconómicas y sanitarias</i>	81
1.13.1. <i>Actividades económicas de la zona</i>	81
1.13.2. <i>Eliminación de aguas servidas y lluvias</i>	81
1.13.3. <i>Vivienda</i>	81
2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	81
2.1. <i>Metodología de Evaluación</i>	81
2.2. <i>Identificación de Impactos Ambientales</i>	81
2.3. <i>Impactos ambientales en la Construcción y en la Operación</i>	82
2.4. <i>Calificación y Cuantificación de los Impactos Ambientales</i>	84
2.5. <i>Categorización de Impactos Ambientales</i>	86
2.6. <i>Descripción de las afectaciones al medio ambiente</i>	86
3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	86
3.1. <i>Introducción</i>	86
3.2. <i>Objetivos</i>	86
3.3. <i>Medidas de mitigación</i>	87
3.3.1. <i>Medidas de mitigación durante la construcción</i>	87
3.3.2. <i>Medidas de mitigación durante la etapa de operación y mantenimiento</i> ... 87	
4. ALCANCE.....	87
5. CONSECUENCIAS	87
CAPÍTULO 11. CONCLUSIÓN.....	88

CAPÍTULO 12. RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA.....	90

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Ubicación Geográfica de la Comunidad de Zumbahuayco.....	1
Fig. 2 Taxonomía de la comunidad de Zumbahuayco en la Parroquia Javier Loyola.....	4
Fig. 3 Detalle de la Poligonal Cerrada de la Vía Zumbahuayco.....	7
Fig. 4 Nivelación Geométrica Compuesta	7
Fig. 5 Gráfica de plasticidad del “SUCS”	11
Fig. 6 Gráfico de Vehículos Matriculados	23
Fig. 7 Clasificación según el desempeño de Carreteras	26
Fig. 8 Distancia de Visibilidad de Parada	28
Fig. 9 Etapas de la maniobra para adelantamiento en carreteras de dos carriles	30
Fig. 10 Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales	31
Fig. 11 Componentes de la Curva Espiral o de Transición	36
Fig. 12 Gráfica de Desarrollo de Sobre ancho	37
Fig. 13 Elementos de una Curva Simétrica	41
Fig. 14 Elementos de una Curva Asimétrica	42
Fig. 15 Sección Transversal de Cunetas	48
Fig. 16 Cuneta tipo para la vía Zumbahuayco.....	51
Fig. 17 Módulo de Resistencia mediante correlación con el CBR	62
Fig. 18 Ábaco para encontrar el coeficiente estructural a1	70
Fig. 19 Ábaco para encontrar el coeficiente estructural a2	70
Fig. 20 Ábaco para encontrar el coeficiente estructural a3.....	71
Fig. 21 Estructura de la Vía Zumbahuayco para n= 10 años.....	71
Fig. 22 Estructura de la Vía Zumbahuayco para n= 20 años.....	72
Fig. 23 Gráfico de granulometrías para agregados a usar en Concretos Asfálticos	72
Fig. 24 Diagrama de Holdridge para la Comunidad de Zumbahuayco	79

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Taxonomía de suelos de la zona	3
Cuadro 2 Índice plástico del Suelo, según Atterberg	10
Cuadro 3 Valores del CBR	12
Cuadro 4 Consumo Interno de Derivados del Petróleo.....	18
Cuadro 5 Datos de Matriculación de Vehículos de la provincia del Cañar	22
Cuadro 6 Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA.....	26
Cuadro 7 Distancias Mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de dos Carriles.....	30
Cuadro 8 Factores de Peralte para diferentes tipos de Área	32
Cuadro 9 Radios Mínimos y Grados Máximos de Curvas Horizontales para distintas Velocidades de Diseño.....	34
Cuadro 10 Longitudes de Sobrelevación en Carreteras de dos Carriles (m)	34
Cuadro 11 Elementos de Diseño para Curvas Espirales con un Peralte del 10%	36
Cuadro 12 Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) (Carreteras tipo C1-C2-C3)	38
Cuadro 13 Índice K para el cálculo de longitud de una curva vertical convexa.....	40
Cuadro 14 Índice K para el cálculo de longitud de una curva vertical cóncava.....	40
Cuadro 15 Valores de $x^2/(200*L)$ para encontrar la corrección de la ordenada de la rasante por curva vertical	42
Cuadro 16 Pendientes Máximas	43
Cuadro 17 Normas para Drenaje de la Plataforma	45
Cuadro 18 Coeficiente de Escorrentía.....	46
Cuadro 19 Estadística Anual de Estación Hidrológica de Biblián	47
Cuadro 20 Coeficientes de Rugosidad para materiales usados en alcantarilla	52
Cuadro 21 Información de alcantarillas existentes de la via Zumbahuayco	53
Cuadro 22 Niveles de Confiabilidad.....	59
Cuadro 23 Confiabilidad de Diseño. Valores de Zr	59
Cuadro 24 Conteo Vehicular de la Vía Zumbahuayco en sitio.....	63
Cuadro 25 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, Pt=2.0	63
Cuadro 26 ESAL's del conteo total de tráfico	64
Cuadro 27 ESAL's de conteo de tráfico pesado.....	64
Cuadro 28 Distribución por Trocha	65
Cuadro 29 Especificaciones de Base y Sub Base	66
Cuadro 30 Calidad de drenaje para 50% y 85% de saturación	67
Cuadro 31 Coeficiente de Calidad de Drenaje según AASHTO	68
Cuadro 32 Espesores mínimos de Concreto Asfáltico y Base Granular	68
Cuadro 33 Intensidad media diaria de vehículos pesados.....	69
Cuadro 34 Tipo de tráfico diario media de vehículos pesados	69
Cuadro 35 Especificaciones para la granulometría del material de Base	73
Cuadro 36 Especificaciones para la granulometría del material de Sub Base.....	74
Cuadro 37 Cantidades y precios.....	76

LISTA DE TABLAS

Tabla. 1	Coordenadas de la vía Zumbahuayco.....	2
Tabla. 2	Coordenadas del Tramo a Diseñar de La Vía Zumbahuayco.....	2
Tabla. 3	Resumen de resultados de análisis de laboratorio.	13
Tabla. 4	Resumen de Conteo de Tráfico.....	14
Tabla. 5	Cálculo de Proyección de Población Futura (Método Geométrico).....	15
Tabla. 6	TPDS.....	16
Tabla. 7	Resumen TPDS.....	16
Tabla. 8	TPDA.....	17
Tabla. 9	Factor Hora.....	17
Tabla. 10	Factor Diario.....	18
Tabla. 11	Factor Mensual.....	19
Tabla. 12	Tráfico Proyectado.....	20
Tabla. 13	Tráfico por Desarrollo.....	21
Tabla. 14	Tasa de Crecimiento.....	24
Tabla. 15	TPDA Proyectado.....	25
Tabla. 16	Datos para cálculo de capacidad de cunetas.....	50
Tabla. 17	Cálculo de Capacidad de Cunetas.....	52
Tabla. 18	Datos para cálculo de alcantarillas.....	55
Tabla. 19	Cálculo de Alcantarillas.....	56
Tabla. 20	Material y diámetros de tubería.....	57
Tabla. 21	Valores Recomendados para la Desviación Estándar.....	61
Tabla. 22	Resultados del Análisis de muestras extraídas del sitio.....	61
Tabla. 23	Valores de MR de los materiales que forman parte de la estructura de la vía.....	62
Tabla. 24	Datos para cálculo de W_{18}	65
Tabla. 25	Resultados de Ejes Equivalentes de 18 kips, esperados al final del período.....	66
Tabla. 26	Valores de los números estructurales de las diferentes capas de la vía Zumbahuayco.....	66
Tabla. 27	Cálculo de espesores de asfalto, base y sub base.....	71
Tabla. 28	Cálculo de espesores de asfalto, base y sub base.....	72
Tabla. 29	Lista de factores ambientales.....	82
Tabla. 30	Identificación de los impactos ambientales.....	83
Tabla. 31	Calificación de los impactos ambientales.....	84
Tabla. 32	Cuantificación de impactos ambientales.....	85

LISTA DE ANEXOS

<i>ANEXO A. Toma de muestras de suelos.....</i>	<i>91</i>
<i>ANEXO B. Resultados de ensayos de laboratorio</i>	<i>96</i>
<i>ANEXO C. Diseño horizontal y volúmenes de desmonte</i>	<i>113</i>
<i>ANEXO D. Planos de construcción.....</i>	<i>131</i>
<i>ANEXO E. Fotografías de ubicación de BM's</i>	<i>136</i>
<i>ANEXO F. Análisis de precios unitarios.....</i>	<i>141</i>
<i>ANEXO G. Registro fotográfico de los impactos ambientales</i>	<i>182</i>

RESUMEN

El sector de Zhullin Alto tiene accesos importantes a comunidades y parroquias, su carente sistema vial no permite una buena comunicación entre ellas y el crecimiento zonal acelerado exige vías en buen estado, considerando tales aspectos, se realiza el estudio y mejoramiento de la vía Zumbahuayco perteneciente a la comunidad de Zumbahuayco-Parroquia de Javier Loyola; para lo cual se plantean estos objetivos: realizar el mejor diseño geométrico de la vía Zumbahuayco, con lo cual se buscará la mejor opción posible para el pavimento a colocarse en la misma, analizar los beneficios que va a obtener la población con el mejoramiento de la vía, teniendo en cuenta la modernización que se vaya a dar en el sector debido a menores tiempos de llegada a dicha zona, estudiar el tipo de tráfico que se va a presentar en esta vía, evaluar la población beneficiada con el mejoramiento vial; mismos que permitirán el incremento de franja vial, pavimentación y adecuada implementación de drenajes, beneficiando al aumento de comercialización y progreso de la población del sector y sus alrededores.

Palabras Clave: ANILLO VIAL, IMPACTO AMBIENTAL, CONTEO DE TRÁFICO, ESTRUCTURA VIAL, NORMAS DE DISEÑO.

ABSTRACT

Alto Zhullin sector has major access to communities and parishes, its lacking road system does not allow good communication between them and the rapid zonal growth requires roads in good condition, considering such issues, the study and improvement of the Zumbahuayco road belonging to the community Zumbahuayco-Javier Loyola Parish has been made; raised for which these aims: making the best geometric design of the Zumbahuayco road, thus the best possible choice of the pavement to be placed, analyzing the benefits the population will obtain because of the improvement of the road, considering the updating that is going to provide in this sector due to minor time of arrival to it, the study of the kind of traffic that will be present in this road, evaluating the population with access to the road improvement; allowing them to increase road strip, adequate implementation paving and drainage, benefiting the increasing marketing and progress of population and related sectors.

Keywords: RING ROAD, ENVIRONMENTAL IMPACT, TRAFFIC COUNTS, ROAD STRUCTURE, DESIGN STANDARDS.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador ha tenido un progreso vial significativo en los últimos años, sin embargo sigue siendo imperativo la intervención de vías, accesos y carreteras a lo largo del país para lograr un desarrollo social y económico del mismo.

La apertura, construcción o mejoramiento de una vía incrementa las condiciones de conectividad y accesibilidad, aportando así al bienestar individual y colectivo de los ecuatorianos y ecuatorianas.

Tomando en cuenta estos aspectos, se ha visto la necesidad de realizar el estudio del mejoramiento de la vía “Zumbahuayco”, el mismo que contará con un incremento de franja vial, diseño geométrico funcional y económico; adecuada implementación de drenajes y diseño de pavimentos flexible; esta vía tiene una longitud de 3 km y sirve a la comunidad de Zumbahuayco, perteneciente a la Parroquia de Javier Loyola, y a poblaciones aledañas a la misma

Durante el desarrollo del proyecto se describirán los procesos a seguir y normativa utilizada; iniciando con el recorrido y reconocimiento de vía y su zona de asentamiento, como segunda etapa el trabajo de campo que incluye topografía, conteo de tráfico y toma de muestras de suelos y finalmente trabajo de escritorio, para el cual se recopilaran los datos tomados de las etapas anteriores para realizar el estudios de tráfico, diseño horizontal y vertical, diseño de drenaje, diseño de pavimentos, impactos ambientales y finalmente presupuestos de obra.

Con el presente estudio se busca proporcionar una vía estándar apropiada para la comunidad con un costo rentable y accesible que aporte al bienestar general y desarrollo de la población de Zumbahuayco.

OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al desarrollo vial de la parroquia de Javier Loyola con el mejoramiento de la vía Zumbahuayco y diseño del pavimento del tramo Abscisa 0+000 hasta 3+000.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el mejor diseño geométrico de la vía Zumbahuayco, con lo cual se buscará la mejor opción posible para el pavimento a colocarse en la misma.
- Analizar los beneficios que va a obtener la población con el mejoramiento de la vía, teniendo en cuenta la modernización que se vaya a dar en el sector, debido a menores tiempos de llegada a dicha zona.
- Estudiar el tipo de tráfico que se va a presentar en esta vía.
- Evaluar la población beneficiada con el mejoramiento vial.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

3. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El proyecto que es parte de un anillo vial perteneciente a la comunidad de Zumbahuayco, se localiza al Sur del Ecuador, en la parte sur de la Provincia del Cañar, formando parte del Cantón Azogues, en la parroquia de Javier Loyola que limita al norte con las parroquias Azogues y Cojitambo, al sur con los cantones Cuenca y Paute, al este con la parroquia San Miguel de Porotos y al oeste con el cantón Déleg.

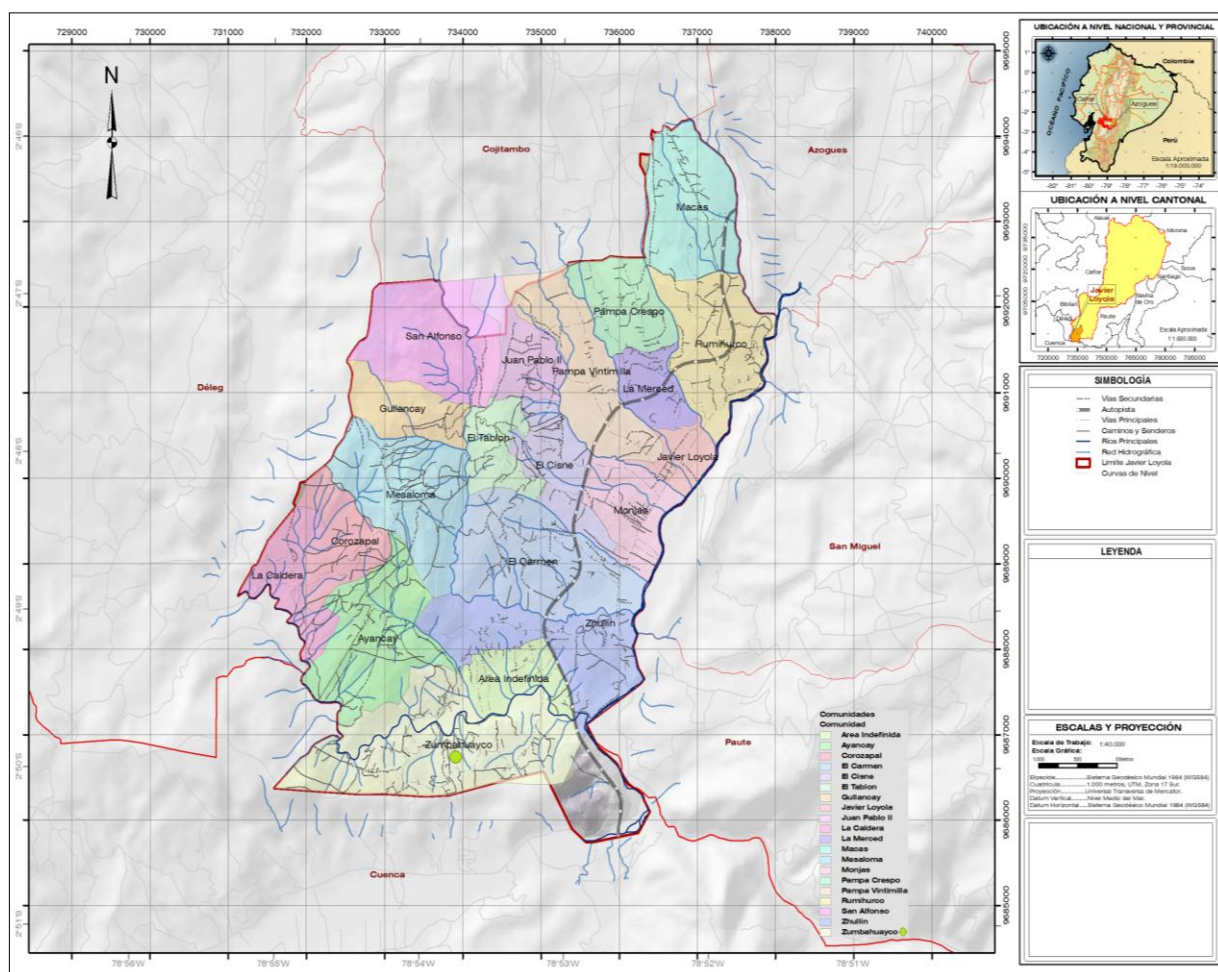


Fig. 1 Ubicación Geográfica de la Comunidad de Zumbahuayco.

Fuente: Memoria informativa. Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial 2012. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Javier Loyola

La longitud del proyecto es de 7+000 km aproximadamente con las siguientes coordenadas:

Tabla. 1 Coordenadas de la vía Zumbahuayco

ABSCISAS DE LA VÍA ZUMBAHUAYCO			
	0+000	3+500	7+000
ESTE	735014.00	733300.00	735212.00
NORTE	9688132.00	9686398.00	9687788.00
ELEVACIÓN	2423 m.s.n.m	2510 m.s.n.m	2388 m.s.n.m

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Tabla. 2 Coordenadas del Tramo a Diseñar de La Vía Zumbahuayco

ABSCISAS DEL TRAMO DE LA VÍA ZUMBAHUAYCO			
	0+000	1+700	3+500
ESTE	735014.00	733738.00	733300.00
NORTE	9688132.00	9687345.00	9686398.00
ELEVACIÓN	2423 m.s.n.m	2410 m.s.n.m	2510 m.s.n.m

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para realizar el estudio del “Mejoramiento de la Vía Zumbahuayco y Diseño de Pavimento Flexible” comprendido desde la abscisa 0+000 a la 3+000, se aplican técnicas, normativa y conocimientos en ingeniería, con los cuales tenemos que:

- La vía tiene una longitud aproximadamente de 7 km de los cuales 3,5 km pertenecen al objeto de este trabajo de investigación, con el propósito de ayudar a la comunidad se han añadido 0,5 km a la distancia inicial trazada en la denuncia de este trabajo.
- La vía forma parte de un anillo vial que comienza y desemboca en la Autopista Cuenca-Azogues, sector Ayancay.
- La vía pertenece a la Comunidad de Zumbahuayco, la cual tiene 4 Sectores: El Pedregal, Portete, Zumbahuayco y La Unión, los dos últimos forman parte del tramo en estudio. El primero con una área de 4.45 Ha es un asentamiento de tipo diseminado porque su conjunto de edificaciones son distantes entre si y La Unión con una área de 10.68 Ha es un asentamiento de tipo lineal pues sus construcciones se desarrollan en torno a la vía.

5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

La parroquia de Javier Loyola donde se asienta la comunidad de Zumbahuayco, se encuentra dentro de un valle cálido alto andino, al cual corresponde un clima ecuatorial mesotérmico seco a semi-húmedo, siendo en su gran parte el clima ecuatorial mesotérmico SECO. (Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado, 2012)

5.1. TEMPERATURA

Existen dos rangos de Temperatura, la primera de 14° a 16°C predominante en gran parte del territorio y de 12° a 14°C para el segundo sector que pertenece a un territorio pequeño cercano a la parroquia Azogues. (Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado, 2012)

5.2. PLUVIOSIDAD

Según el estudio de Asistencia Técnica de Hidrología y Evaluación de alternativas de Gestión de los Recursos Hidrológicos para CG Paute la precipitación media multianual es de 869.6mm. Los volúmenes de lluvias tienen dos picos en marzo y octubre y para el resto del año precipitaciones uniformes. (Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado, 2012)

5.3. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

“La cartografía de suelos toma en consideración a la clasificación realizada en los estudios de PRONAREG-MAG (1984) que se basa en el sistema norteamericano de clasificación objetiva de suelos “Soil Taxonomy” USDA del año 1975”¹ según la cual en el territorio existen:

Cuadro 1 Taxonomía de suelos de la zona

TAXONOMÍA DE SUELOS DE LA ZONA		
TAXONOMÍA	AREA en Ha	Porcentaje
ALFISO	709.41	23.67
CHROMUSTERT	0.14	0
ENTISOL	549.46	18.33
PARALITHIC CHROMUSTERT	1.54	0.05
PARALITHIC RHODUDALF	171.96	5.74
PARALITHIC USTORTHENT	554.87	18.51
PARALITHIC VERTIC USTROPEPT	6.54	0.22
PELLUSTERT	164.23	5.48
UDICRHODUSTALF	304.1	10.14
VERTIC UDIC UDICRHODUSTALF	319.18	10.67
VERTISOL	215.63	7.19
TOTAL	299.98	100

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012-Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Javier Loyola

Según el Plan de Ordenamiento de Javier Loyola, en la zona de la Comunidad de Zumbahuayco existen vertisoles.

“Vertisoles Son suelos minerales que se quiebran en estaciones secas, formando grietas de 1 cm de ancho, muy ricos en arcilla, suelos con fuerte expansión al humedecerse y contracción al secarse, característicos de los valles aluviales.

¹Citado de Memoria informativa. Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial 2012. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Javier Loyola

Se forman a partir de la transformación directa alófana en arcilla montmorillonita de tipo 2:1 expandible. Son suelos hidratados y expandidos en húmedo y bastante agrietados en seco.”²

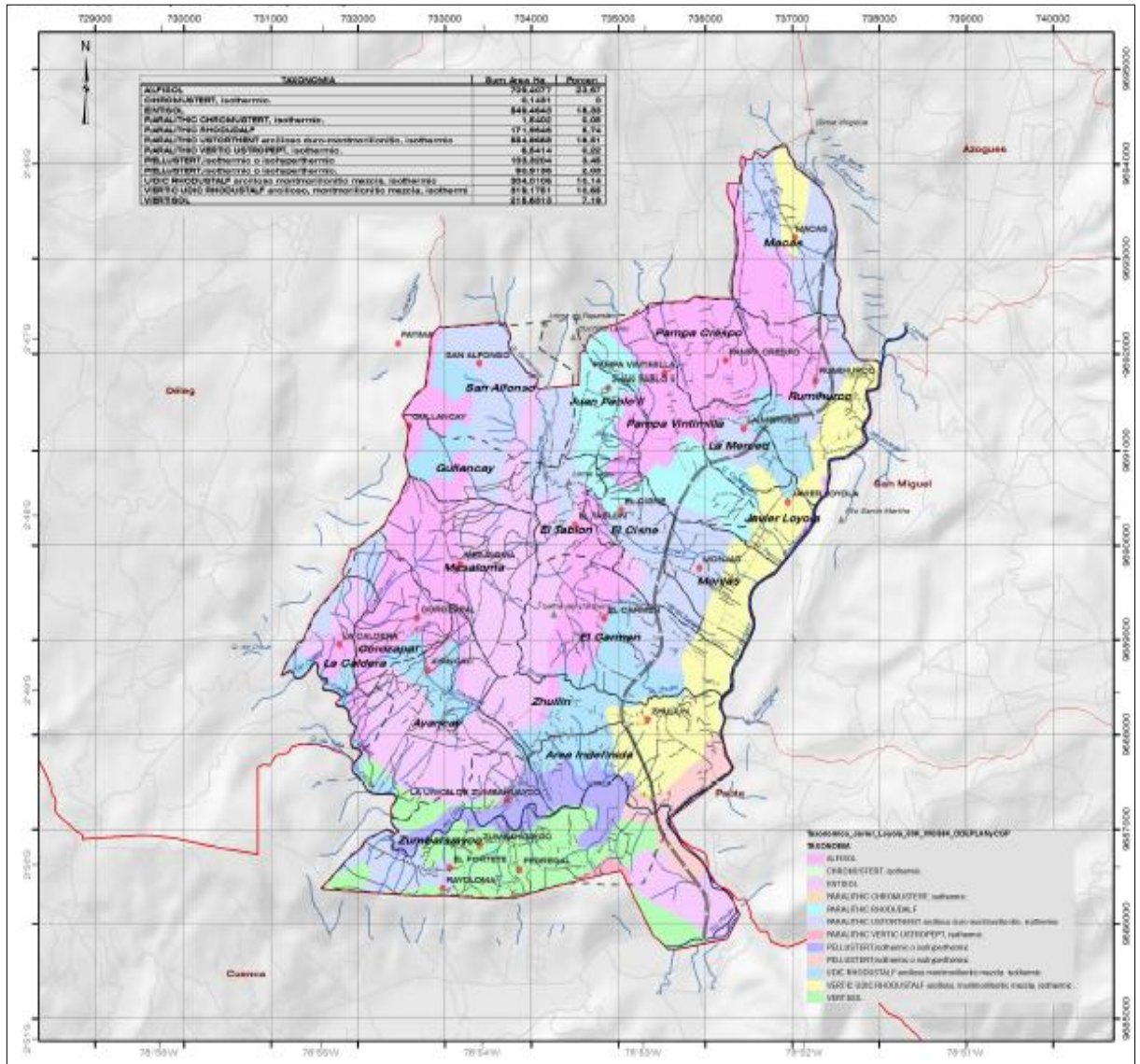


Fig. 2 Taxonomía de la comunidad de Zumbahuayo en la Parroquia Javier Loyola.

Fuente: Memoria informativa. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Javier Loyola

6. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

Es de suma importancia el estudio y mejoramiento vial, ya que influye directamente a la mejor comunicación entre carreteras, lo que conlleva al desarrollo de la comunidad, la parroquia y sus alrededores tanto en salud, educación, comercio, agricultura, economía y

² Citado Memoria informativa. Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial 2012. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Javier Loyola

transporte, exponiendo así los muchos beneficios de intervenir con premura esta vía, objeto del presente trabajo de investigación.

Las referencias de pérdidas del patrimonio vial, por causas del mal estado de la carretera y la posibilidad de lugares donde ocurran accidentes, originan la necesidad de efectuar modificaciones a la vialidad para así asegurar la transitabilidad y sobre todo la comunicación entre sectores que se ven vinculados a esta vía.

Aplicar y exponer los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Civil es una de las principales motivaciones para desarrollar esta investigación, al igual que ayudar a la comunidad ya que este proyecto es un gran aporte para el progreso social en general.

CAPÍTULO 2. TOPOGRAFÍA

La topografía del terreno es primordial en los estudios para cualquier diseño vial, pues representa gráficamente el lugar en donde se va a emplazar la vía. Tanto el trazado horizontal como el vertical, dependen de la topografía del terreno, siendo la misma la que direcciona las pendientes, secciones transversales etc.

1. RECONOCIMIENTO GENERAL DE LA RUTA

Se realiza el reconocimiento de la vía para establecer el estado actual de la misma, en esta encontramos que:

- El ancho vial varía de 3.6m a 6m.
- No se encuentran definidas las curvas verticales.
- Algunos tramos de la vía se encuentran lastrados en un espesor de 20 a 25cm.
- La acumulación de material en cunetas ha hecho que algunos tramos no tengan definido un ancho de cuneta.
- Presenta un suelo erosionado entre las abscisas 0+500 a 0+800.
- Se concluye que la vía se encuentra en mal estado, al no cumplir con las características de la Norma M.T.O.P³ para una vía de tercer orden.

2. LEVANTAMIENTO DE LA FRANJA TOPOGRÁFICA DE LA VÍA

Para el levantamiento de la franja topográfica de la vía es necesario contar con un equipo de topografía que consta de una estación total SOKKIA CX-105 con precisión de 5"; topógrafo, dos cadeneros y herramienta menor; los cuales permiten realizar el correcto levantamiento del trazado actual de la vía; también se levanta la franja topográfica de ancho 30m a cada lado del eje de la vía, dentro de la cual se encontraron detalles naturales así como también artificiales.

3. TRAZADO DE LA POLIGONAL

Se realiza una poligonal cerrada en un anillo de 7 km, longitud total que comprende la vía Zumbahuayco, debido a que este proyecto está dividido en dos tramos de 3,5km para cada estudiante, que son los actuales responsables de realizar el presente trabajo de investigación.

³ M.T.O.P. Ministerio de Transporte y Obras Públicas: manual de Procedimientos para la Ejecución de Estudios de Diseño Final de Proyectos Viales.

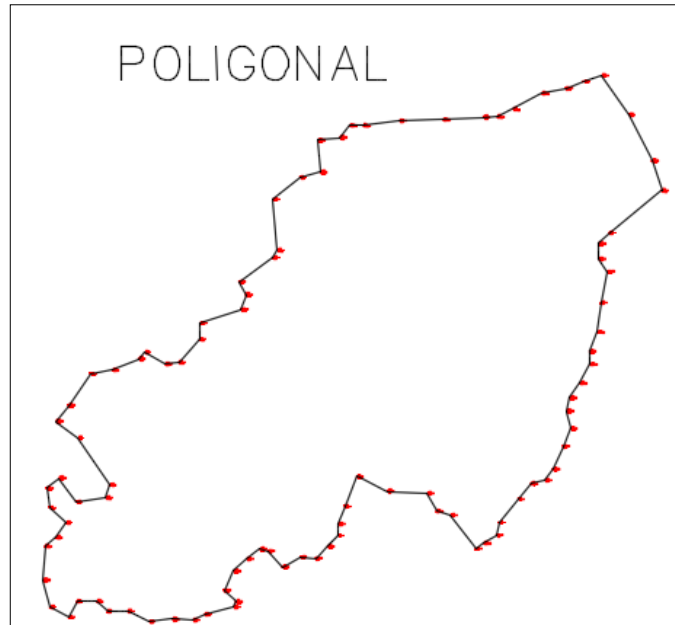


Fig. 3 Detalle de la Poligonal Cerrada de la Vía Zumbahuayco

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Con el fin de levantar todas las franjas topográficas se realizaron un número total de 94 estaciones ubicadas estratégicamente, considerando tal número los suficientes puntos para lograr un correcto diseño geométrico horizontal y vertical.

4. NIVELACIÓN

Se trabajó con coordenadas WGS-84 y se partió con cota conocida que se ubicó en el sector de la Gasolinera de Ayancay 2363.789 msnm.

El equipo que se utiliza es un nivel automático SOKKIA modelo B40 Serie #256351 con precisión de 5" y con una mira de madera marca NEDO con ojo de pollo incorporado y altura de 4m.

5. PROCESO Y CÁLCULO DE NIVELACIÓN

Para este proyecto, el tipo de nivelación que se utiliza es la geométrica compuesta, considerarla la más adecuada por ser un método muy preciso.

La nivelación se ejecuta aproximadamente cada 100m, ida y vuelta en cada dos estaciones, comprobando en cada llegada el cierre del circuito.

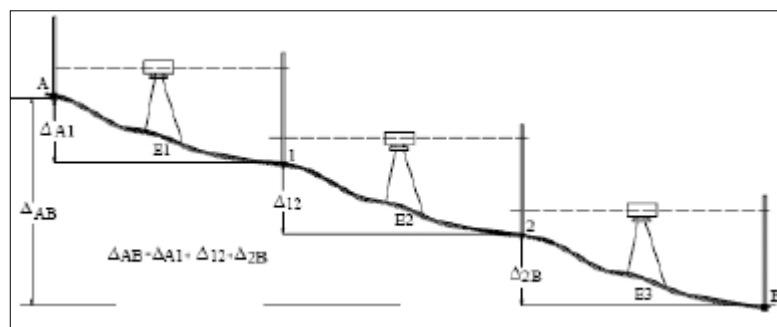


Fig. 4 Nivelación Geométrica Compuesta

Fuente: Topografía de Alvaro Torres y Eduardo Villate, 4ta Edición

6. COMPROBACIÓN

Para comprobar si la nivelación es correcta, es necesario aplicar la fórmula:

$$e = \pm 0,01 * \sqrt{k} \quad (1)$$

En donde:

e = Error admisible, expresado en metros.

k = Numero de kilómetros, sumando la longitud de nivelación de ida y vuelta..

7. TOLERANCIA

Según el (M.T.O.P, 2012). Su normativa para tolerancias es:

- Terreno llano de 1 a 3 cm/km.
- Terreno Ondulado de 3 a 6 cm/km.
- Terreno Montañoso de 6 a 9 cm/km

8. CÁLCULO DE COORDENADAS

Las coordenadas son calculadas automáticamente por la estación total, mismas que se descargan a la computadora mediante el software CivilCad 3D, el cual importa los puntos, coordenadas y cotas reales.

CAPÍTULO 3 ESTUDIO DE SUELOS

1. TOMA DE MUESTRAS

Se siguieron muy cuidadosamente las indicaciones y conocimientos adquiridos en la clase de Mecánica de Suelos, puesto que de la toma de muestras de suelos en campo, depende la legitimidad de las características del material.

La obtención de muestras de suelo alterado, son extraídas según recomendaciones indicadas en el (M.T.O.P, 2012), mismas que son tomadas cada 200-400 m con una profundidad de hasta 5m de profundidad respecto a la superficie de rodadura de la vía, su peso es de 55kg aproximadamente por cada muestra, las cuales son extraídas con excavadora. En el Anexo A se encuentra el registro fotográfico de lo realizado en campo.

A medida que se avanza con la toma de calcatas, se observa que la estratigrafía es homogénea, por lo cual se toma una muestra por kilómetro; estas serán analizadas posteriormente en un laboratorio donde se debe determinar plasticidad, hinchamiento y CBR.

Las abscisas en las que se ubica cada muestra son: 0+500, 1+500, 2+500 y 3+500, última que se comparte ya que forma parte del estudio del siguiente tramo 3+500 a 7+000 de la misma vía Zumbahuayco.

2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño a cargo del Ing. Luis Mario Almache y con supervisión y guía del Laboratorista Atanasio Jara. En el Anexo A se encuentra un registro fotográfico del análisis en laboratorio.

3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El objetivo del análisis granulométrico es hacer la clasificación del suelo, determinando las proporciones relativas de los diferentes tamaños de granos retenidos en tamices superpuestos, colocados de mayor a menor tamaño según la separación de sus aberturas rectangulares, colocando así desde el tamiz 101.6 mm (4") en la serie más gruesa, hasta el número 400 (0,038mm) en la serie correspondiente al suelo fino. La clasificación del suelo se realiza mediante la aplicación de la "Norma AASHTO T-27".⁴

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso del Suelo Retenido}}{\text{Peso Total del Suelo}} \times 100 \quad (2)$$

Fórmula tomada de (Bowles, 1982)

4. LÍMITE LÍQUIDO

El también llamado Ensayo de la Cuchara de Casagrande se realiza mediante la aplicación de la "Norma AASHTO T-89".⁵ La cual indica el Límite Líquido (LL) al cerrarse la zanja en la longitud de 12mm a los 25 golpes.

⁴ AASHTO T-27: Norma AASHTO para la determinar la Granulometría.

⁵ AASHTO T-89: Norma AASHTO para la determinar el Límite Líquido de los Sólidos.

5. LÍMITE PLÁSTICO

Este ensayo sigue la norma AASHTO T-89, tiene el mismo objetivo que el Ensayo del L.L., determinar el porcentaje de humedad del suelo con respecto a su peso seco, cuando este se rompe al pasar de un estado plástico a uno semisólido.

$$\%Humedad = \frac{W_{HUMEDO} - W_{SECO}}{W_{SECO}} \quad (3)$$

En donde:

$$W_{HUMEDO} = \text{Peso humedo}$$

$$W_{SECO} = \text{Peso Seco}$$

Fórmula tomada de (Bowles, 1982)

6. ÍNDICE DE PLASTICIDAD

El Índice Plástico determina el rango de estado plástico que posee el suelo analizado.

Se halla utilizando la fórmula:

$$IP = LL - LP \quad (4)$$

En donde:

$$IP = \text{Índice Plástico}$$

$$LL = \text{Límite Líquido}$$

$$LP = \text{Límite Plástico}$$

Si el resultado de esta ecuación es negativo o uno de los dos límites no se puede calcular debemos considerar al suelo como NP (No Plástico).

Formula tomada de (Bowles, 1982)

Cuadro 2 Índice plástico del Suelo, según Atterberg

INDICE PLÁSTICO DEL SUELO		
Cuando el suelo tiene un índice plástico (IP) de:	0	Suelo no plástico
	7	Suelo de baja plasticidad
	Entre 7 y 17	Suelo mediante plástico

Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, Joseph E. Bowles.

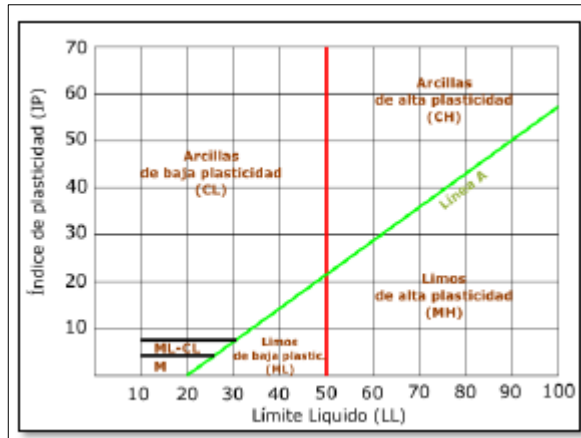


Fig. 5 Gráfica de plasticidad del "SUCS"

Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, Joseph E. Bowles.

En donde:

C=Arcilla

M=Limos

L=Baja Plasticidad

H=Alta Plasticidad

IP=Índice Plástico

LL=Límite Líquido

7. DETERMINACIÓN DE CBR

El Ensayo de la Relación de Soporte de California o C.B.R tiene como objetivo determinar la capacidad portante del suelo y mide la resistencia al corte del mismo, es sometido a condiciones de humedad y densidad controladas. La muestra arroja como resultado, porcentajes que varían de 0% a 100%, a medida que el porcentaje aumenta las condiciones de capacidad soportante del suelo son mejores.

Con el CBR se determina la aplicación que se le va a dar al suelo dentro de la estructura de una carretera o vía, siendo esta una base o una sub-base. Esto se puede observar en el siguiente cuadro 3.

8. GRADO DE COMPACTACIÓN

Este ensayo también conocido como PROCTOR Modificado está sujeto a la Norma "AASHTO T-180"⁶. Tiene como finalidad someter al suelo a diferentes grados de compactación con diferentes humedades y así determinar su capacidad máxima de compactación a una humedad óptima.

⁶ AASHTO T-180: Norma AASHTO para determinar el Proctor Modificado.

Cuadro 3 Valores del CBR

VALORES DEL CBR		
CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Posible uso
2-5	Muy mala	Sub-rasante
5-8	Mala	Sub-rasante
8-20	Regular	Sub-rasante
20-30	Regular-Buena	Sub-rasante
30-60	Buena	Sub-rasante
60-80	Muy buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: Vías de Sacas, 2006-2007

9. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Del análisis en laboratorio de las muestras de suelo obtenidas en campo, se obtuvieron resultados que indican las condiciones del terreno actual, información utilizada para realizar el Diseño de Pavimentos, el cual se desarrolla en el capítulo 8 del presente trabajo de investigación.

Los resultados de los ensayos permiten realizar una clasificación de los suelos mediante criterios de normas estandarizadas que indican la calidad del suelo. Las normas utilizadas son SUCS⁷ y AASHTO⁸.

La tabla 3. presenta un resumen de resultados del análisis de las muestras.

⁷ SUCS: Sistema de Clasificación Unificada de Suelos.

⁸ AASHTO: Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes

Tabla. 3 Resumen de resultados de análisis de laboratorio.

ASBCISA	CLASIFICACIÓN		COMPACTACIÓN			
	SUCS	AASHTO	DENSIDAD MAX	HUM. OPTIMA	CBR	DESCRIPCIÓN
0+500	CH	A 7-5 (20)	1730 Kg/m ³	18.00%	1.42	Suelo fino arcilloso de alta plasticidad, arcillasgrasas e inorgánicas
1+500	CL	A 7-6 (13)	1765 Kg/m ³	12.50%	8.73	Suelo fino arcilloso de alta plasticidad, arcillasgrasas e inorgánicas
2+500	GC	A 2-7 (2)	1794 Kg/m ³	14.70%	15.90	Suelo granular con menos del 35% de fino, gravas arcillosas
3+500	SM	A 4 (1)	1870 Kg/m ³	13.40%	40.81	Suelo areno-limoso

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Los Resultados de cada uno de los ensayos de laboratorio se encuentran en el Anexo B.

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE TRÁFICO

1. ESTUDIO DE TRÁFICO

Tanto el tipo de vehículos como el volumen que circula en una vía, son parámetros que influyen en el diseño de una carretera, estos dos factores determinan las condiciones de operación y el grado de ocupación.

El estudio de tráfico determina el peso, cantidad y dimensiones de los vehículos que transitarán por la vía, factores necesarios para realizar el diseño geométrico y estructural de una carretera.

Para fijar la cantidad y tipo de vehículos dentro de una vía, es imperativo conocer las características geográficas de la zona, nivel de producción del suelo y el volumen de habitantes de los asentamientos de la vía Zumbahuayco.

2. TRÁFICO ACTUAL

Se realiza el conteo de tráfico, debido a que la zona de la comunidad de Zumbahuayco no cuenta con datos para este estudio.

Se toman 3 estaciones de conteo ubicados estratégicamente a lo largo de la vía, esto permite que los datos obtenidos representen el volumen vehicular que circula por esta carretera.

Las abscisas donde se ubican las estaciones de conteo son 0+000, 1+500 y 3+000.

Utilizando el método del aforo manual se toman los datos en las estaciones antes mencionadas los días miércoles 15, jueves 16, viernes 17, sábado 18 y domingo 19 de enero de 2014.

Tabla. 4 Resumen de Conteo de Tráfico

Categorías	Descripción	Días					Promedio
		Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
1	Vehículos livianos	83	79	91	89	86	86
2	Buses	0	0	0	0	0	0
3	Camiones de dos ejes	9	8	8	5	4	7
4	Buses y camiones de tres ejes	0	0	0	3	2	1
5	Camiones de cuatro o más ejes	0	0	0	0	0	0
TOTAL		92	87	99	97	92	94

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

3. POBLACIÓN FUTURA

Se calcula con el crecimiento poblacional de los asentamientos: Zumbahuayco-La Unión y Zumbahuayco pertenecientes a la Comunidad de Zumbahuayco en las abscisas 0+000 a 3+500.

4. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN HASTA EL AÑO 2034

Este calculo se efectua con el conteo de tráfico y los datos de la base de últimos censos realizados. El periodo para la proyección de tráfico recomendado por (M.T.O.P, 2012) es de 20 años.

4.1. MÉTODO GEOMÉTRICO

Este método se aplica para el cálculo de proyección de población futura, se considera el más indicado para periodos largos.

Se representa por la siguiente expresión:

$$Pf = P_o * (1 + r)^n \quad (5)$$

Donde:

Pf = Población Futura

Po = Población Actual

r = Índice de Crecimiento

n = Periodo de Diseño

Se estudia un periodo de diseño de 20 años y un índice de crecimiento de 1.89%. (Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado, 2012).

En la tabla 5 se observan los resultados para población futura, que es de 228 habitantes para el año 2034, cifra que pertenece a los asentamientos mencionados anteriormente de la Comunidad de Zumbahuayco.

Tabla. 5 Cálculo de Proyección de Población Futura (Método Geométrico)

AÑO	HABITANTES		
	Parroquia Javier Loyola	Comunidad de Zumbahuayco	Asentamientos de Zumbahuayco-La Unión y Zumbahuayco
2012	6807	1011	151
2013	6981	1030	154
2014	7160	1050	157
2015	7343	1069	160
2016	7531	1090	163
2017	7724	1110	166
2018	7922	1131	169
2019	8125	1153	172
2020	8333	1174	175
2021	8546	1197	179
2022	8765	1219	182

2023	8989	1242	186
2024	9219	1266	189
2025	9455	1290	193
2026	9697	1314	196
2027	9945	1339	200
2028	10200	1364	204
2029	10461	1390	208
2030	10729	1416	212
2031	11004	1443	216
2032	11285	1470	220
2033	11574	1498	224
2034	11871	1526	228

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

5. DETERMINACIÓN DE TPDS

El promedio semanal de los vehículos que circulan se calcula en base al conteo vehicular, a este promedio se lo denomina como TPDS o Tráfico Promedio Diario Semanal, las tablas 6 y 7 muestran los resultados del cálculo.

Tabla. 6 TPDS

TPDS= $\frac{((TM+TJ+TV)/3)*5+TS+TD}{7}$									
Tipo de vehiculo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TPDS	Vehículos/ Dia
Livianos	90	87	83	79	91	89	86	86.00	Vehículos/ Dia
Pesados	7	8	9	8	8	8	6	8.00	Vehículos/ Dia
Total								94.00	Vehículos/ Dia

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Tabla. 7 Resumen TPDS

Tipo de vehiculo	Sumatoria 7 dias	TPDS	Porcentaje
Liviano	605	86	91.49%
Pesado	54	8	8.51%
Total		94	100.00%

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Se observa que el TPDS para vehículos livianos es del 90.49% y de 8.51% para vehículos pesados.

6. DETERMINACIÓN DE TPDA

Disponer de estaciones de conteo permanente en rutas de tercer orden no es necesario; para el Tráfico Promedio Diario Anual o TPDA se utiliza los datos de conteo automático de la Estación Ayancay, cuyos datos fueron proporcionados por el MTOP y tomados del estudio realizado por CAMINOSCA para la Autopista Cuenca-Azogues Tramo1.

El TPDA se estima con siguiente formula tomada del MTOP:

$$TPDA = T_o * FH * FD * FS * FM \quad (6)$$

En donde:

To=Tráfico observado

FH=Factor Hora

FD=Factor Día

FS=Factor Semanal

FM=Factor Mensual

Se tiene como resultados la siguiente tabla:

Tabla. 8 TPDA

	To	TPDA
Liviano	86	112
Pesado	8	10
Total	94	122

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

6.1. FACTOR HORA (FH)

Se obtiene de la relación del porcentaje de vehículos transitados durante todo el día dividido para el porcentaje de vehículos transitados en el intervalo de 7am a 7pm. Los datos utilizados para los cálculos son tomados del estudio realizado por CAMINOSCA para la Autopista Cuenca-Azogues Tramo I. (Conteo Automático de Tráfico Estación Ayancay).

Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla. 9 Factor Hora

Días	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Porcentaje vehículos	100	100	100	100	100
Porcentaje 12 horas	78.49	77.14	76.33	77.27	77.42
FH	1.27	1.3	1.31	1.29	1.29
Promedio	1.29				

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

6.2. FACTOR DÍA (FD)

Se obtiene de la relación del promedio de vehículos por semana para el total de vehículos por día. Los datos utilizados para los cálculos se extraen del estudio realizado por CAMINOSCA de la Autopista Cuenca-Azogues Tramo I. (Conteo Automático de Tráfico Estación Ayancay).

Los resultados se observan en la siguiente tabla.

Tabla. 10 Factor Diario

Días	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Numero de vehículos	6168	6107	6576	6228	4768
Promedio de vehículos	5983				
FH	0.97	0.98	0.91	0.96	1.25
Promedio	1.01				

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

6.3. FACTOR SEMANAL (FS)

Se obtiene del conteo mensual de vehículos, pero debido a que no se cuentan con varios registros, la norma indica que se puede tomar el factor igual a 1.

6.4. FACTOR MENSUAL (FM)

Se calcula en base a la tabla del Consumo Interno de Derivados del Petróleo, tomando el consumo promedio mensual dividido para el total de barriles del mes en el que se realizó el conteo vehicular.

Cuadro 4 Consumo Interno de Derivados del Petróleo

Consumo interno de derivados, Año 2014(Ecuador)											
Combustible	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Gasolina super (Miles de barriles)	432.6	401.8	434.2	432.7	442.5	412.1	441.2	460.9	439.7	466.8	434.6
Gasolina extra (Miles de barriles)	1593.2	1532.3	1614	1601.9	1683.9	1607	1702.5	1727.1	1682.5	1523.2	1435.2
Diesel (Miles de barriles)	2826	2717.4	2726.1	2662.4	2704.8	2570.7	2780.7	2671.8	2859.8	3010.6	2999.5
Total	4851.8	4651.5	4774.3	4697	4831.2	4589.8	4924.4	4859.8	4982.1	5000.6	4869.3

Fuente: Página Oficial del Banco Central del Ecuador.

De acuerdo al mes que se realizó el conteo.

Tabla. 11 Factor Mensual

Promedio	4821.07
Enero	4851.80
Fm	0.99

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

7. TRÁFICO PROYECTADO

El tráfico proyectado sirve para determinar los parámetros de diseño del proyecto y clasificación de la carretera.

Según M.T.O.P se utiliza la siguiente formula:

$$Tf = Ta * (1 + i)^n \quad (7)$$

Donde:

Tf= Tráfico Futuro o Tráfico Proyectado

Ta= Tráfico Actual

i= Tasa de Crecimiento de Tráfico (La norma indica que se puede utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustible)

n= Número de Años proyectados

Para los cálculos se utiliza la tasa de crecimiento poblacional de los asentamientos pertenecientes al tramo 0+000 a 3+500 de la Comunidad de Zumbahuayco, que es igual a 1.89%. Ver los resultados en la tabla 12.

8. TRÁFICO PROYECTADO POR DESARROLLO

La proyección se realiza en base a los datos del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012 de la Comunidad de Zumbahuayco. La tasa de crecimiento por desarrollo es igual a 3%. Se presentan los resultados en la tabla 13.

9. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL PROYECTADO

9.1. TASA DE CRECIMIENTO

La tasa de crecimiento se halla en base a los datos de matriculación de vehículos de la Provincia del Cañar, proporcionada por el INEC⁹. Ver Cuadro 5.

⁹ INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Tabla. 12 Tráfico Proyectado

Año(n)	Vehiculos		
	Vehiculos livianos(Ta)	Vehiculos pesados(Ta)	Total Vehiculos
2014	86	8	94
2015	88	8	96
2016	89	8	98
2017	91	8	99
2018	93	9	101
2019	94	9	103
2020	96	9	105
2021	98	9	107
2022	100	9	109
2023	102	9	111
2024	104	10	113
2025	106	10	115
2026	108	10	118
2027	110	10	120
2028	112	10	122
2029	114	11	124
2030	116	11	127
2031	118	11	129
2032	120	11	132
2033	123	11	134
2034	125	12	137

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Tabla. 13 Tráfico por Desarrollo

AÑO (n)	VEHÍCULOS		
	Vehículos Livianos (Ta)	Vehículos Pesados (Ta)	Total Vehículos
2014	86	8	94
2015	89	8	97
2016	91	8	100
2017	94	9	103
2018	97	9	106
2019	100	9	109
2020	103	10	112
2021	106	10	116
2022	109	10	119
2023	112	10	123
2024	116	11	126
2025	119	11	130
2026	123	11	134
2027	126	12	138
2028	130	12	142
2029	134	12	146
2030	138	13	151
2031	142	13	155
2032	146	14	160
2033	151	14	165
<u>2034</u>	<u>155</u>	<u>14</u>	<u>170</u>

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Cuadro 5 Datos de Matriculación de Vehículos de la provincia del Cañar

AÑO	AUTOMÓVILES	CAMIONETAS	JEEP	BUS	CAMIÓN	TOTAL
1988	2421	4937	1186	101	1160	9805
1999	2828	5625	1318	75	1200	11046
2000	3363	6468	1455	85	1320	12691
2001	3600	6408	1665	83	1313	13069
2002	4016	4447	1932	118	1940	12453
2003	NO HAY DATOS ESTE AÑO					0
2004	4525	7326	2212	105	1670	15838
2005	3950	6209	1903	96	1356	13514
2006	5556	8417	2647	166	2038	18824
2007	5279	5341	2464	161	1487	14732
2008	4824	6679	2654	160	1482	15799
2009	5520	7477	3290	162	1644	18093
2010	7538	7133	4189	148	4708	23716
2011	8812	7628	5861	273	5123	27697
2012	9507	8284	5091	236	5151	28269
2013	11315	9367	5967	158	5390	32197
					TOTAL VEHÍCULOS	267743

Fuente: Datos Página oficial del INEC

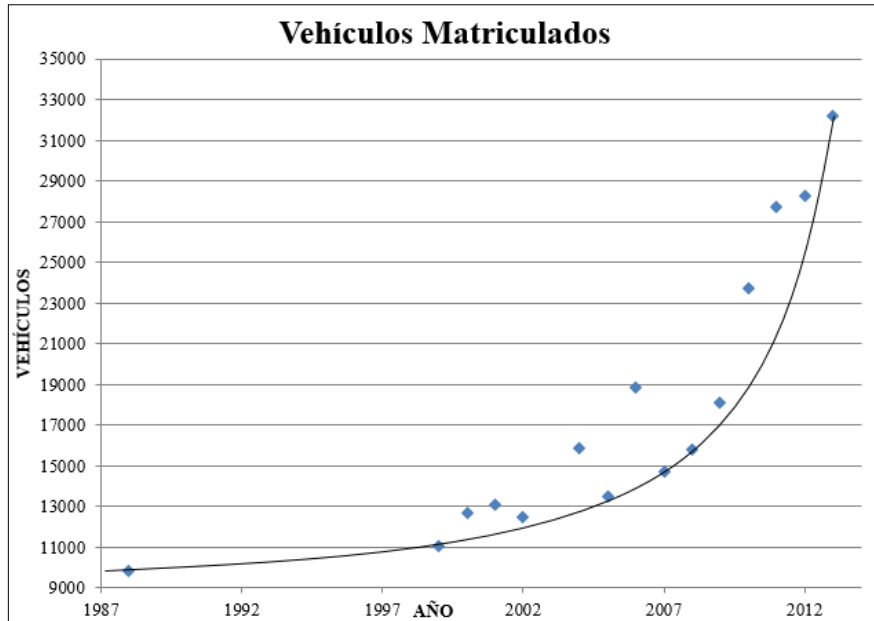


Fig. 6 Gráfico de Vehículos Matriculados
Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

A partir de estos datos y despejando i de la fórmula:

$$Tf = Ta * (1 + i)^n \tag{8}$$

Se tiene:

$$i = \left(\frac{Tf}{Ta}\right)^{1/n} - 1 \tag{9}$$

Donde:

i = Tasa de Crecimiento de Tráfico

Tf = Tráfico Futuro o Tráfico Proyectado

Ta = Tráfico Actual

n = Número de años proyectados

Los resultados de este cálculo se presentan en la tabla 14.

Se observa que el crecimiento se estabiliza a partir del año 2002, entonces se promedia entre los años 2002 hasta 2013, siendo el índice promedio 6.82%, mismo que está dentro de la norma admisible.

Tabla. 14 Tasa de Crecimiento

Año	Vehiculos	Tasa de crecimiento
1998	9805	12.66%
1999	11046	13.77%
2000	12691	10.05%
2001	13069	6.16%
2002	12453	8.32%
2004	15838	4.69%
2005	13514	8.49%
2006	18824	4.63%
2007	14732	4.89%
2008	15799	5.73%
2009	18093	7.64%
2010	23716	8.32%
2011	27697	7.86%
2012	28269	8.25%
2013	32197	8.25%

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

9.2. CÁLCULO DEL TPDA PROYECTADO

El tráfico promedio diario anual o TPDA se calcula mediante la siguiente formula:

$$TPDA_{futuro} = TPDA_{actual} * (1 + r)^n \quad (10)$$

Donde:

$TPDA_{futuro}$ = Tráfico Promedio Diario Anual (futuro)

$TPDA_{actual}$ = Tráfico Promedio Diario Anual (actual)

r = Tasa de Crecimiento igual a 6.82%

n = Periodo de Diseño igual a 20 años

Los resultados de cálculo se presentan en la tabla 15.

Tabla. 15 TPDA Proyectado

AÑO (n)	TPDA PROYECTADA		
	Vehículos Livianos (TPDA actual)	Vehículos Pesados (TPDA actual)	Total Vehículos
2014	112	10	122
2015	120	11	131
2016	128	12	140
2017	136	13	149
2018	146	14	159
2019	156	14	170
2020	166	15	182
2021	178	17	194
2022	190	18	207
2023	203	19	222
2024	216	20	237
2025	231	22	253
2026	247	23	270
2027	264	25	288
2028	282	26	308
2029	301	28	329
2030	322	30	351
2031	343	32	375
2032	367	34	401
2033	392	36	428
<u>2034</u>	<u>419</u>	<u>39</u>	<u>458</u>

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

10. JUSTIFICACIÓN DEL ORDEN DE LA VÍA

La clasificación se realiza en función del volumen del tráfico (TPDA) que circula o circulara por esa carretera, con el fin de lograr eficiencia y seguridad en la vía. La NEVI-12¹⁰ presenta el siguiente cuadro para la clasificación de las vías en función del TPDA.

¹⁰ NEVI-12: Norma Ecuatoriana Vial 2012-MTOP

Cuadro 6 Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA

Descripción	Calsificación funcional	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL	
		Límite inferior	Límite superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autopista o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: NEVI-12 Volumen 2A. Sección 2A.202 Clases de Carreteras y Tipos de Proyectos.

C1=Equivale a Carretera de mediana Capacidad

C2=Equivale a carretera Convencional Básica y Camino Básico

C3=Camino Agrícola/Forestal

Según TPDA de 458 vehículos proyectados para el 2034, la vía se clasifica como una carretera de dos carriles tipo **C3**.

Según el desempeño de carreteras se puede clasificar de la siguiente manera:

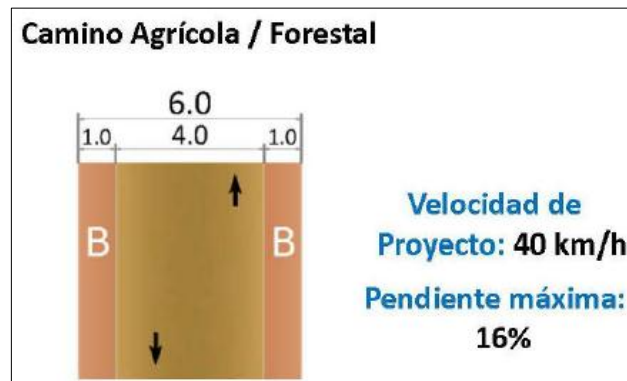


Fig. 7 Clasificación según el desempeño de Carreteras

Fuente: NEVI-12 Volumen 2A

Esta clasificación se da según lo establecido en el PEM¹¹.

¹¹ PEM: Plan Estratégico de Movilidad

CAPÍTULO 5 DISEÑO HORIZONTAL DE LA VÍA

1. DIBUJO DEL PLANO ACOTADO

El trazado del diseño horizontal de la vía con abscisado desde 0+000 hasta 3+500, se encuentra en el anexo D de este documento.

2. DISEÑO

El principal objetivo del alineamiento horizontal es mejorar las condiciones de la vía, tanto en seguridad como en operación de la misma, cumpliendo con los parámetros técnicos así como los económicos, a fin de que el costo sea el más óptimo y principalmente permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos.

Los cambios expuestos en este diseño dependen del estado actual de vía, se pretende conservar en lo posible el alineamiento del eje de la carretera salvo en zonas donde se justifique mover el eje o proponer variantes.

Las directrices del diseño horizontal como la velocidad que controla la distancia de visibilidad y los radios de curvas horizontales controladas por el relieve del terreno, son los elementos principales a considerar así como también las condiciones de drenaje e hidrológicas.

En el plano de diseño horizontal del anexo indicado anteriormente se puede observar con detalle el abscisado de PC y PT, longitudes de tangentes y ángulos entre las mismas, radios de curvatura y longitudes de las curvas.

2.1. CRITERIO DE DISEÑO

Para este diseño se trató de usar al máximo curvas de radio amplio con tangentes largas aunque por las condiciones del terreno montañosas se hace necesario el uso de radios mínimos, evitando los cambios bruscos de curvaturas amplias a cerradas y viceversa. Según la topografía, en lo posible, se proyecta un alineamiento curvilíneo balanceado, cuidando siempre la seguridad y estética de la vía.

Para seguridad de los usuarios de la vía, se debe usar tangentes largas en curvas de misma dirección. También se debe evitar radios mínimos en zonas de rellenos de longitudes y alturas considerables.

En curvas circulares compuestas deben cumplir que: $R < 1\frac{1}{2}r$; donde R=radio mayor y r=radio menor

Evitar el uso de curvas inversas a menos que la tangente entre las dos curvas sea lo suficientemente larga para usarla en el desarrollo del peralte.

En función del estudio de tráfico y datos de anteriores capítulos se siguen las recomendaciones de la norma (M.T.O.P, 2012) Sección 2A.204 Diseño Geométrico.

2.2. TÉCNICAS DE DISEÑO HORIZONTAL

Es importante tomar en cuenta la topografía y condiciones actuales de la vía: como casas y construcciones en general cercanas a la vía, atarjeas, vías secundarias y de acceso que interceptan a la vía en estudio, puentes que unen la vía, pendientes en terraplenes y condiciones generales de la vía.

A más, de considerar los elementos anteriores se deben tener en cuenta dos casos en el diseño horizontal.

- Tangentes seguidas por una curva horizontal.
No ofrecen seguridad, ya que las fuerzas centrífugas actúan en contra de la operación de los usuarios, al entrar y circular por la curva. Este efecto se debe contrarrestar con el peralte.
- Alineamientos compuesto de tangentes y curva horizontal y vertical.
No se puede comenzar una curva horizontal donde empieza la curva vertical, ya que las fuerzas centrípetas y centrífugas se combinan produciendo inseguridad en la vía.

Los factores en el diseño del alineamiento horizontal le dan seguridad y economía a la operación del tránsito; se considera los siguientes factores: velocidad, visibilidad, distancia de parada, nivel de servicio, factores de fricción, curvas compuestas, inversas y espirales, peralte máximo, radios mínimos y máximos de curvas.

2.3. VELOCIDAD DE DISEÑO

Considerando una topografía de terreno montañosa, pendientes pronunciadas, volumen de tráfico y la clasificación de la vía como un camino agrícola/forestal, se elige la velocidad más adecuada que es de 40km/h, la misma que ha sido expuesta en la fig. 7, según la norma, en el capítulo anterior.

3. DISTANCIA

Para esta sección se siguen las recomendaciones de la Norma Ecuatoriana Vial. NEVI-12-MTOP.

3.1. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (D)

Para diseñar la geometría de una carretera se utiliza la distancia de visibilidad mínima, esta se calcula tomando en cuenta la distancia con la que debe alcanzar a detenerse un conductor y su vehículo, ante un obstáculo o peligro en general.

La distancia de visibilidad de parada está estructurada por dos componentes d_1 y d_2 :

d_1 que es la distancia con la que el conductor percibe una situación y reacciona.

d_2 que es la distancia de frenado.

Esto se ilustra en la siguiente figura.

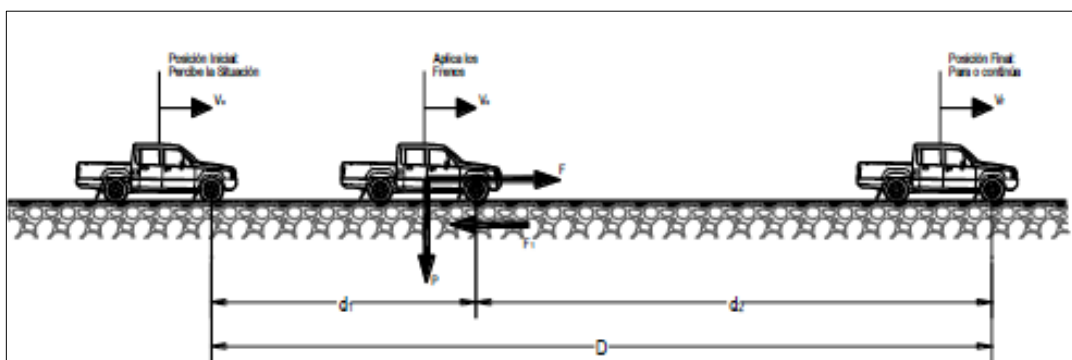


Fig. 8 Distancia de Visibilidad de Parada

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2A-Sección 2A.204.01

La distancia de visibilidad de parada está dada por la siguiente expresión:

$$D = d_1 + d_2 \quad (11)$$

$$d_1 = 0.278 * v * t \quad (12)$$

Donde:

d_1 = en metros (m)

v = velocidad inicial (km/h)= 40 km/h velocidad de diseño

t = tiempo de percepción y reacción

Para el tiempo de reacción se toma la situación más desfavorable o adversa que según estudios de comportamientos de conductores se considera $t=2.5$ seg.

Cálculo:

$$d_1 = 0.278 * 40 * 2.5$$

$$d_1 = 0.278 * 40 * 2.5$$

$$d_1 = 27.8 \text{ m}$$

$$d_2 = \frac{v^2}{254 * f} \quad (13)$$

Donde:

d_2 = en metros (m)

v = velocidad inicial (km/h)

f = coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento.

Este coeficiente se halla con la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1.15}{v^{0.3}} \quad (14)$$

$$f = \frac{1.15}{40^{0.3}}$$

$$f = 0.38$$

Entonces:

$$d_2 = \frac{40^2}{254 * 0.38}$$

$$d_2 = 16.58 \text{ m}$$

Distancia de Visibilidad de Parada

$$D = 27.8 + 16.58$$

$$D = 44.38 \text{ m}$$

3.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASAMIENTO

La distancia de rebasamiento o adelantamiento se calcula cuando existe una vía de dos carriles ya que el vehículo que pretende rebasar, invadirá el carril contrario inmediatamente después de que el conductor inicie la maniobra de adelantamiento; misma que se halla sumando las cuatros distancias separadas como lo ilustra la siguiente figura:

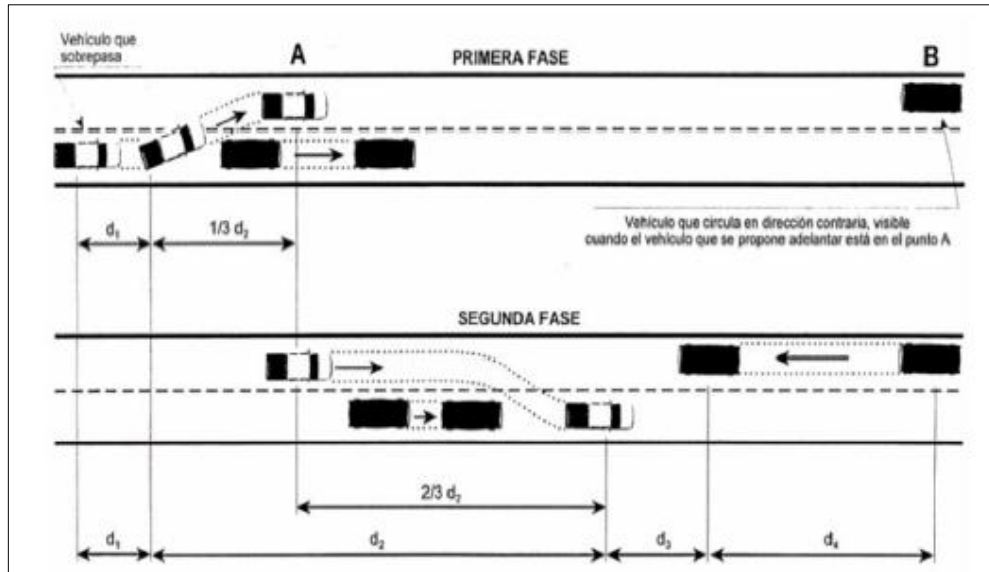


Fig. 9 Etapas de la maniobra para adelantamiento en carreteras de dos carriles

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2A-Sección 2A.204.02

d_1 = distancia preliminar de demora

d_2 = distancia de adelantamiento

d_3 = distancia de seguridad

d_4 = distancia recorrida por el vehículo que viene en el carril contrario

Con el fin de hallar la distancia mínima de rebasamiento para el caso más desfavorable se toma el dato de la siguiente tabla presentada en la NEVI-12-MTOP.

Cuadro 7 Distancias Mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de dos Carriles

Velocidad de diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

La distancia mínima de adelantamiento es de 285 m, puesto que la velocidad de diseño con la que se está trabajando es la de 40 km/h.

3.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN LAS CURVAS HORIZONTALES

Se requiere dar un diseño adecuado al trazado de la alineación horizontal, al encontrar elementos que obstruyen la visibilidad en el interior de las curvas horizontales la norma recomienda analizar y estudiar estos elementos para así elegir la opción más factible, ya sea haciendo cambios de alineamiento del diseño, o de ser posible, remover los obstáculos, estos pueden ser: taludes en cortes, árboles, postes, muros, construcciones etc.

Se ilustra en la siguiente figura.

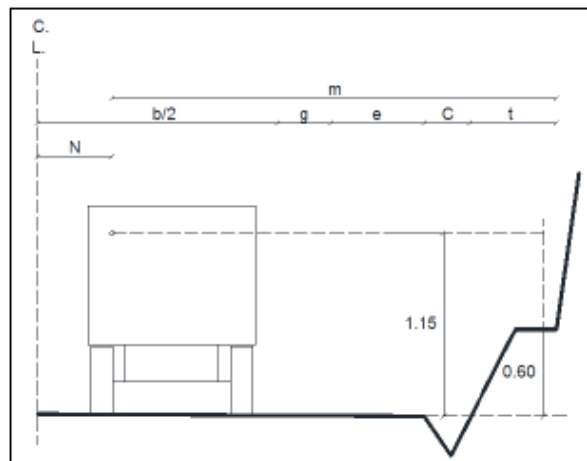
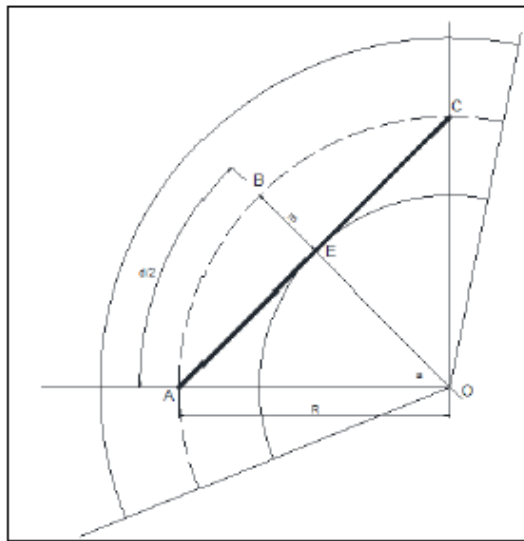


Fig. 10 Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP 2003

\widehat{ABC} = Distancia de Visibilidad de Parada

AC = Línea de Visibilidad

AC debe ser tangente al talud a una altura de 1.15 m de la calzada para no obstaculizar la visibilidad de parada requerida por el conductor para satisfacer sus necesidades.

4. PERALTE (E)

El efecto de la fuerza centrífuga y el efecto adverso de la fricción producida entre las llantas del vehículo y el pavimento en las curvas horizontales son contrarrestados con el peralte o tasa de sobreelevación, para brindar comodidad y seguridad al conductor mientras transita por la vía.

La norma NEVI-12-MTOP recomienda los siguientes factores de sobreelevación en función del área donde se vaya a construir la vía.

Cuadro 8 Factores de Peralte para diferentes tipos de Área

Tasa de Sobreelevación "e" en (%)	Tipo de área
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

Se utilizara el factor de sobreelevación de e=10% para una vía de tipo Rural Montañosa.

5. DESARROLLO DEL PERALTE

A medida que se desarrolla la curva, la fuerza centrífuga se eleva y al pasar gradualmente a lo largo de la vía, de una sección transversal a una peraltada se debe realizar una transición del peralte. Para terrenos montañosos el desarrollo del peralte se realiza girando la calzada alrededor del eje de la vía elevando el borde exterior y bajando el interior.

6. F. COEFICIENTE DE FRICCIÓN (F)

Este valor depende del estado de la superficie de rodadura así como de las condiciones de llantas y velocidad del vehículo que transita por la carretera.

La AASHTO recomienda que para una carretera rural con velocidad del vehículo entre 30 y 110 k/h, la fricción varía entre 0.17 a 0.10 en función inversa de la velocidad. Para fines de este diseño se tomara el coeficiente de fricción de f=0.17 para una velocidad de 40 km/h.

7. CURVAS

7.1. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA (R)

La ecuación de radio mínimo está dado por la norma NEVI-12-MTOP

$$R = \frac{v^2}{127*(e+f)} \quad (15)$$

Donde:

R= Radio mínimo de Curvatura (m)

V= Velocidad de Diseño (km/h)

e= Tasa de Sobreelevación o peralte en fracción decimal.

f= Factor de fricción lateral

Cálculos para V=40km/h, f= 0.17 y e=0.10

$$R = \frac{40^2}{127 * (0.10 + \frac{17}{100})}$$

$$R = 46.66 \text{ m}$$

7.2. GRADO DE CURVATURA (GC)

Según la NEVI-12-MTOP el grado de curva o curvatura, regido por el sistema métrico, está dado por la siguiente expresión:

$$G_c = \frac{1145.92}{R} \quad (16)$$

Cálculo:

$$G_c = \frac{1145.92}{46.66}$$

$$G_c = 24.55 = 24^\circ 33'$$

Cabe notar que el ángulo Gc está sustentado por un arco de 100 pies o de 20m.

La norma presenta una tabla sintetizada de los valores de radios mínimos y grados máximos de curvatura, calculándolos con las formulas anteriores para distintas velocidades de diseño. El valor recomendado es el resultado del cálculo redondeado.

Según el cuadro 9 para un peralte de 10%, V=40km/h y f=0.17 se tiene:

$$R= 45\text{m} \quad \text{y} \quad G_c= 25^\circ 28'$$

7.3. LONGITUDES IMPORTANTES EN LAS CURVAS

7.3.1. Longitud de transición

Para zonas montañosas donde la topografía no permite desarrollar la transición de manera segura, se considera un valor mínimo para la longitud de transición.

Para carreteras de dos carriles se utiliza la formula siguiente:

$$L_{min} = 0.56 * V \quad (17)$$

Donde:

Lmin= longitud mínima (m)

V= velocidad de diseño (km/h)

Cálculos:

$$L_{min} = 0.56 * 40$$

$$L_{min} = 22.4\text{m}$$

La norma recomienda que para la transición, cuando se utiliza una curva espiral, con velocidad de 40km/h y peralte del 10% para terrenos montañosos, la longitud de transición sea de 55 m como lo muestra el cuadro 10.

Cuadro 9 Radios Mínimos y Grados Máximos de Curvas Horizontales para distintas Velocidades de Diseño

Velocidad de Diseño(Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	33.7	35	32° 44'	30.8	30	38° 12'
40	0.17	60.0	60	19° 06'	54.8	55	20° 50'
50	0.16	98.4	100	11° 28'	89.5	90	12° 44'
60	0.15	149.2	150	7° 24'	135.0	135	8° 29'
70	0.14	214.3	215	5° 20'	192.9	195	5° 53''
80	0.14	280.0	280	4° 05'	252.0	250	4° 35'
90	0.13	375.2	375	3° 04'	335.7	335	3° 25'
100	0.12	492.1	490	2° 20'	437.4	435	2° 38'
110	0.11	635.2	635	1° 48'	560.4	560	2° 03'
120	0.09	872.2	870	1° 19'	755.9	775	1° 29'

Velocidad de Diseño(Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	395	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 56'

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p.156

Cuadro 10 Longitudes de Sobrelevación en Carreteras de dos Carriles (m)

Peralte	Longitud de Transición y Velocidades de Diseño Km/h							
	40	50	60	70	80	90	100	110
Carriles de 3,65 Metros								
0,02	25	30	35	40	50	55	60	65
0,04	25	30	35	40	50	55	60	65
0,06	35	35	40	40	5	55	60	65
0,08	45	45	50	55	60	60	65	70
0,10	55	55	60	65	75	75	80	85
0,12	65	65	75	80	90	90	95	105

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2A- Sección 2A.204.04

7.3.2. Longitud tangencial

Este valor está dado por la siguiente formula:

$$X = \frac{e' * L}{e} \tag{18}$$

Donde:

e'=Pendiente lateral de bombeo en %

e=Peralte en la curva circular en %

L=Longitud de transición del peralte en m

7.4. CURVAS CIRCULARES

Las curvas circulares o de transición se trazan cuidando de la seguridad y economía de la vía, las curvas deben ser de diferentes tipos como simples y compuestas mismas que

dependen de la topografía actual de la carretera y tratando de cumplir la norma para una velocidad de diseño de 40km/h.

Los cálculos vienen dados por las siguientes formulas:

- Longitud de la curva

$$l_c = \frac{\pi * R * \alpha}{180} \quad (19)$$

- Tangente de la Curva

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (20)$$

- External de la Curva

$$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad (21)$$

Donde:

α = Ángulo de deflexión de las tangentes

R= radio de curvatura

Se han determinado radios mínimos para la velocidad de diseño, pero para algunos casos no se cumplen debido a obstáculos y condiciones de topografía, la solución es trabajar con una velocidad de diseño menor a la requerida. Cabe resaltar que en todo el proyecto se trata de utilizar curvas de radios mayores al mínimo, para que se pueda desarrollar la transición del peralte de mejor manera.

El cuadro de cálculos de las curvas circulares se presenta en el anexo C de este documento.

7.5. CURVAS ESPIRALES

Se utilizan este tipo de curvas con el propósito de mejorar la circulación y apariencia de la vía, puesto que al pasar de una curva circular a una espiral se produce un incremento y decremento gradual en la aceleración radial.

En la figura 11. se puede apreciar rápidamente los componentes y características geométricas de una curva espiral.

La longitud de transición de la curva espiral es muy importante ya que es la que lleva el control para el cálculo de la transición, debido a que depende de la longitud requerida para el desarrollo del peralte máximo entre la tangente de la espiral y la curva circular.

En el cuadro 11 se presentan las longitudes mínimas de transición para una carretera de dos carriles en terreno montañoso en función del radio de curvatura, la velocidad de diseño y peralte igual al 10%.

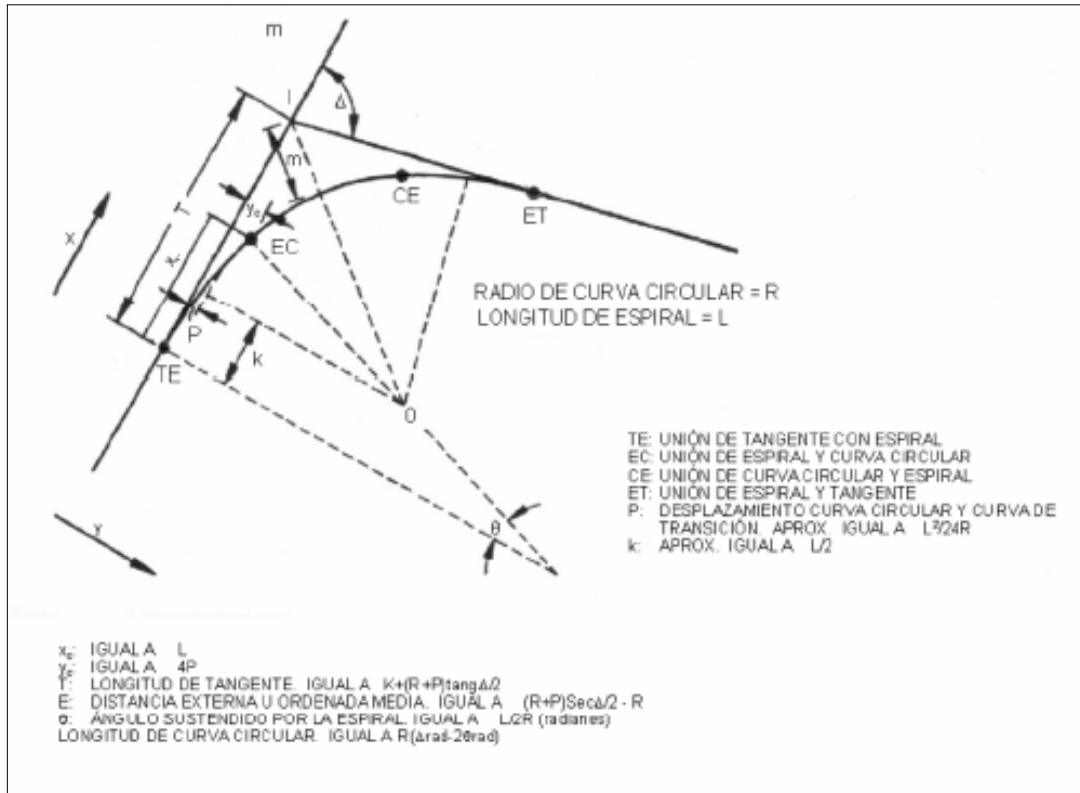


Fig. 11 Componentes de la Curva Espiral o de Transición
Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2A-Sección 2A.204.03

Cuadro 11 Elementos de Diseño para Curvas Espirales con un Peralte del 10%

R (m)	$V_d=30\text{km/h}$			$V_d=40\text{km/h}$			$V_d=50\text{km/h}$			$V_d=60\text{km/h}$			$V_d=70\text{km/h}$			$V_d=80\text{km/h}$			$V_d=90\text{km/h}$			$V_d=100\text{km/h}$			$V_d=110\text{km/h}$											
	L (m)									L (m)									L (m)									L (m)								
	e	2	4	(%)	Cr	Cr	e	2	4	(%)	Cr	Cr	e	2	4	(%)	Cr	Cr	e	2	4	(%)	Cr	Cr	e	2	4	(%)	Cr	Cr	e	2	4	(%)	Cr	Cr
7000	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	
5000	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	
3000	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	56	84	2.1	61	92						
2500	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	50	75	2.2	56	84	2.5	61	92							
2000	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	44	66	2.2	50	75	2.7	56	84	3.1	61	92								
1500	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	39	59	2.4	44	66	2.9	50	75	3.5	56	84	4.1	61	92									
1400	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.6	44	66	3.1	50	75	3.8	56	84	4.3	61	92										
1300	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	33	50	2.3	39	59	2.8	44	66	3.3	50	75	4.0	56	84	4.6	61	92										
1200	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	33	50	2.4	39	59	3.0	44	66	3.6	50	75	4.3	56	84	5.0	61	92										
1000	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	28	42	2.2	33	50	2.9	39	59	3.5	44	66	4.2	50	75	5.1	56	84	5.9	61	92							
900	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	28	42	2.5	33	50	3.2	39	59	3.9	44	66	4.6	50	75	5.6	56	84	6.4	61	92							
800	SN	0	0	0	SN	0	0	0	SI	28	42	2.7	33	50	3.5	39	59	4.3	44	66	5.1	50	75	6.2	56	84	7.1	61	92							
700	SN	0	0	0	SI	22	33	2.3	28	42	3.1	33	50	4.0	39	59	4.8	44	66	5.8	50	75	6.9	56	84	8.0	69	103								
600	SN	0	0	0	SI	22	33	2.7	28	42	3.6	33	50	4.5	39	59	6.5	44	66	6.5	50	75	7.8	62	94	9.0	77	116								
500	SN	0	0	0	2.3	22	33	3.1	28	42	4.2	33	50	5.3	39	59	6.4	46	69	7.6	57	86	8.9	71	107	9.9	85	127								
400	SI	17	26	2.8	22	33	3.8	28	42	5.0	33	50	6.3	41	62	7.5	54	81	8.8	67	100	9.8	78	117									$R_{\min}=455$			
300	2.2	17	26	3.6	22	33	4.8	28	42	6.3	38	57	7.8	51	77	9.0	65	97																		
250	2.6	17	26	4.2	22	33	5.6	30	45	7.1	43	64	8.7	57	86	9.7	70	105																		
200	3.1	17	26	5.0	26	39	6.8	36	53	8.2	49	74	9.6	63	94																					
175	3.5	17	26	5.6	29	43	7.1	38	58	8.8	53	79	9.8	66	97.0																					
150	4.0	19	29	6.2	32	48	7.8	42	63	9.4	57	85																								
140	4.3	21	31	6.4	33	49	8.1	44	66	9.6	58	87																								
130	4.5	22	32	6.7	34	52	8.5	46	69	9.8	59	88																								
120	4.8	23	34	7.0	36	54	8.8	48	71	10.0	60	90																								
110	5.1	24	37	7.4	38	57	9.1	49	74																											
100	5.5	20	40	7.7	40	59	9.5	51	77																											
90	5.9	28	42	8.2	42	63	9.8	53	79																											
80	6.4	31	46	8.6	44	66	10.0	54	81																											
70	6.9	33	50	9.1	47	70																														
60	7.5	36	54	9.6	49	74																														
50	8.2	39	59	10.0	51	77																														
40	9.1	44	65																																	
30	9.9	47	71																																	

$e_{\max} = 10.0\%$
R = Radio de curva
V = Velocidad de diseño
e = Tasa de superelevación
L = Longitud mínima de transición
SN = Sección Normal
SI = Sección Invertida, peralte similar a la pendiente normal
C = Carries
CIFRAS REDONDEADAS

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p.170

8. SOBRE ANCHO

Los sobre anchos son necesarios diseñar cuando la carretera es angosta y existen curvas horizontales de radios pequeño, puesto que garantizan seguridad, comodidad y eficiencia al ejecutar maniobras el conductor.

Se debe considerar las siguientes observaciones para establecer el sobre ancho:

Para curvas sin transición, el ensanchamiento se aplica en el borde interior del pavimento.

- Para curvas de transición, el ensanchamiento se reparte por igual en el borde interior y exterior de la vía pero también se puede realizar en su totalidad en la parte interna de la curva.
- El ensanchamiento debe realizarse sobre la longitud total de transición y desarrollarse uniformemente sobre la misma y en longitudes de entre 30 y 60 metros se pueden realizar cambios en el ancho.
- El desarrollo del ensanchamiento debe ser suave y curvado para impulsar al conductor a utilizarlo.

La siguiente figura describe el desarrollo del sobre ancho en una curva horizontal.

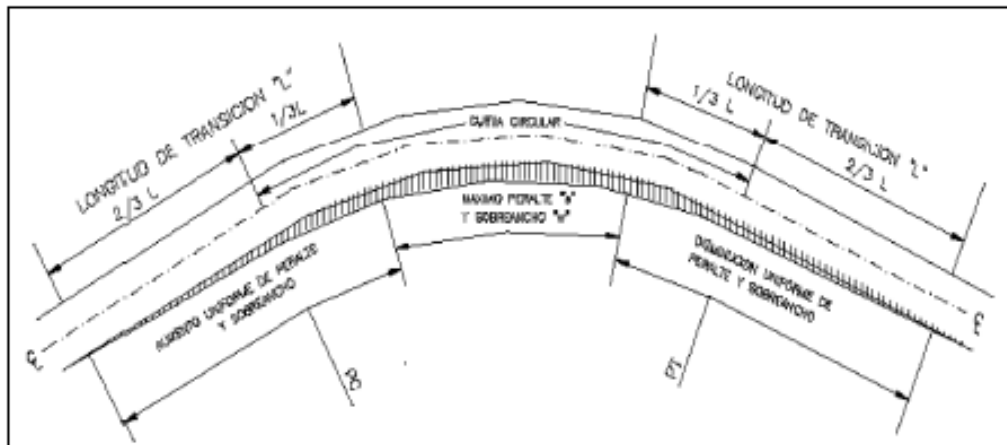


Fig. 12 Gráfica de Desarrollo de Sobre ancho

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP 2003

La NEVI-12 recomienda un sobre ancho según el tipo de carretera C3 y velocidad de 50km/h, en este caso se toma la más cercana a la velocidad de diseño de 40km/h obtenida en capítulos anteriores, entonces se observa que el sobre ancho para una velocidad de 50 km/h varía entre 1.7 y 0.3 m para radios de curvatura de 70 a 1500 m respectivamente. Ver Cuadro 12.

Cuadro 12 Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) (Carreteras tipo C1-C2-C3)

TIPO	C1								C2								C3							
	Velocidad de diseño (Kmh)								Velocidad de diseño (Kmh)								Velocidad de diseño (Kmh)							
Radio de Curva (m)	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110			
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6			
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6			
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8			
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1			
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1						
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2						
250	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4									
200	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4											
150	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4												
140	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4												
130	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4												
120	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4												
110	0.7	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4													
100	0.8	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.4														
90	0.8	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.4														
80	1	1.3	1.3	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.3	1.6														
70	1.1	1.4	1.4	1.0	1.1	1.0	1.1	1.4	1.4	1.7														

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2A-Sección 2A.204.09

Estos sobre anchos se ven reflejados en el plano del Anexo D de este documento; previamente en el programa Civil Cad 3D-2015 se ha ingresado que siga la norma AASHTO 2001, esta se utiliza para realizar todo el diseño de la vía Zumbahuayco.

CAPÍTULO 6 DISEÑO VERTICAL DE LA VÍA

1. TRAZADO DEL PERFIL LONGITUDINAL

El perfil vertical está íntimamente relacionado con el alineamiento horizontal de la vía, se lo realiza en base a la velocidad de diseño, topografía del terreno actual y la nivelación del eje del proyecto.

En el anexo D se encuentra el plano del diseño vertical en las escalas indicadas para tener una mejor comprensión del mismo.

2. PROYECTO DE RASANTE

En el trazo del proyecto de la rasante hay que tener en consideración varios criterios.

- El eje central de la vía debe coincidir con eje del perfil vertical.
- La rasante de proyecto debe estar, en lo posible, por encima del perfil del terreno con el objetivo de favorecer el drenaje.
- Salvaguardar los empates de cotas del proyecto de rasante con los distintos elementos ya existentes de la vía como: accesos a casas, casas a lado de la vía, ingreso de agua a viviendas, caminos que interceptan la vía Zumbahuayco, accesos vehiculares y construcciones en general, para tener la vía a nivel de estos elementos y que así los usuarios de la vía no se vean perjudicados.
- La rasante se debe acoplar al relieve del terreno cuando este es montañoso, a excepción de cuando existe un desnivel considerable.
- Cuidar la visibilidad en el trazo de las curvas verticales.

3. CURVAS VERTICALES

Se utiliza una curva vertical parabólica ya sea esta cóncava o convexa para evitar los cambios abruptos entre dos alineamientos verticales, uniendo estos alineamientos con dicha curva, y así brindar comodidad y seguridad a la vía.

La longitud de la curva vertical se determina mediante la siguiente fórmula, dada por la norma NEVI-12.

$$L = K * A \quad (22)$$

Donde:

K= índice de curvatura

A=diferencia algebraica de las pendientes (valor absoluto)

Los cuadros 13 y 14 muestran los índices de curvatura K para dos tipos de curvas.

Cuadro 13 Índice K para el cálculo de longitud de una curva vertical convexa

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Indice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Indice de Curvatura K
20	20	0,6	-	-
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

El índice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A) K= L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2A-Sección 2A.204.10

Cuadro 14 Índice K para el cálculo de longitud de una curva vertical cóncava

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Indice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) K = L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2A-Sección 2A.204.11

4. CÁLCULO DE LAS CURVAS

Para el cálculo de curvas verticales se presentan dos clases: simétricas y asimétricas.

4.1. CURVAS SIMÉTRICAS

Las curvas simétricas son las más utilizadas, la fórmula para el cálculo de las ordenadas de los puntos de la curva vertical se presenta a continuación:

$$y = \frac{x^2}{200 \cdot L} * (g_2 - g_1) \quad (23)$$

Donde:

y= ordenadas de la parábola

x= abscisas medidas a partir de los extremos de las curvas PCV o PTV

L= longitud total de la curva

$(g_2 - g_1)$ = diferencia algebraica de las pendientes

Estos elementos se pueden observar en el siguiente gráfico.

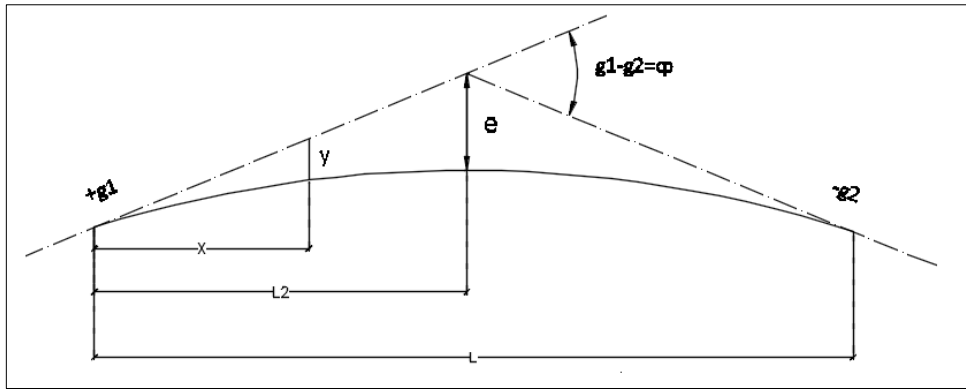


Fig. 13 Elementos de una Curva Simétrica

Fuente: Manual de Caminos Vecinales, Tomo II, Pag. 72

El cuadro 15 presenta valores de $\frac{x^2}{200*L}$ para diferentes valores de x y L, esto facilitará el cálculo de las ordenadas de la parábola, luego se multiplicara este valor por la diferencia algebraica de pendiente.

4.2. CURVAS ASIMÉTRICAS

“Estas curvas suelen usarse cuando las pendientes de la rasante están determinadas y en una de ellas se encuentra un punto obligado, que limita la longitud de una de las ramas de la parábola. Tal cosa ocurre frecuentemente en los accesos de puentes y en los cruces o intersecciones de carreteras y vías férreas”¹²

Las fórmulas para el cálculo de las ordenadas de los puntos de la curva vertical se presentan a continuación:

$$y_1 = \frac{L_2*(g_2-g_1)}{200*L_1*L} * x_1^2 \quad (24)$$

$$y_2 = \frac{L_1*(g_2-g_1)}{200*L_2*L} * x_2^2 \quad (25)$$

Donde:

y1= ordenadas de la parábola del lado izquierdo.

y2= ordenadas de la parábola del lado derecho.

x1= abscisas medidas a partir del PCV de la curva.

x2= abscisas medidas a partir del PTV de la curva.

L1= longitud del lado izquierdo de la curva.

L2= longitud del lado derecho de la curva.

L= longitud total de la curva.

(g₂ - g₁)= diferencia algebraica de las pendientes

Estos elementos se pueden observar en la figura 14.

¹² Citado del Manual de Caminos Vecinales, Tomo II pag. 76

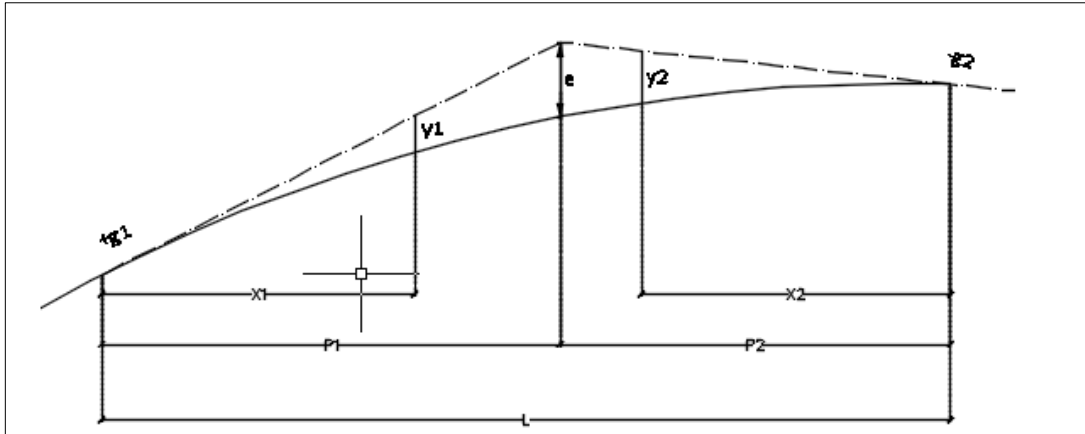


Fig. 14 Elementos de una Curva Asimétrica
 Fuente: Manual de Caminos vecinales, Tomo II, Pag. 77

Cuadro 15 Valores de $x^2/(200 \cdot L)$ para encontrar la corrección de la ordenada de la rasante por curva vertical

X	LONGITUD DE LA CURVA VERTICAL									
	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
10	.0016	.0015	.0014	.0013	.0013	.0012	.0011	.0011	.0010	.0010
20	.0063	.0059	.0056	.0053	.0050	.0048	.0045	.0043	.0042	.0040
30	.0141	.0132	.0125	.0118	.0113	.0107	.0102	.0098	.0094	.0090
40	.0250	.0235	.0222	.0211	.0200	.0190	.0182	.0174	.0167	.0160
50	.0391	.0368	.0347	.0329	.0313	.0298	.0284	.0272	.0260	.0250
60	.0563	.0529	.0500	.0474	.0450	.0429	.0409	.0391	.0375	.0360
70	.0768	.0721	.0681	.0645	.0613	.0583	.0557	.0533	.0510	.0490
80	.1000	.0941	.0889	.0842	.0800	.0762	.0727	.0696	.0667	.0640
90	.1266	.1191	.1125	.1066	.1013	.0964	.0920	.0880	.0844	.0810
100	.1563	.1471	.1389	.1316	.1250	.1190	.1136	.1087	.1042	.1000
110	.1891	.1779	.1681	.1592	.1513	.1440	.1375	.1315	.1260	.1210
120	.2250	.2118	.2000	.1895	.1800	.1714	.1636	.1565	.1500	.1440
130	.2641	.2485	.2347	.2224	.2113	.2012	.1920	.1837	.1760	.1690
140	.3063	.2882	.2722	.2579	.2450	.2333	.2227	.2130	.2042	.1960
150	.3516	.3309	.3125	.2961	.2813	.2679	.2557	.2448	.2348	.2250
160	.4000	.3765	.3556	.3368	.3200	.3048	.2909	.2783	.2667	.2560
170		.4250	.4014	.3803	.3613	.3440	.3284	.3141	.3010	.2890
180			.4500	.4263	.4050	.3857	.3682	.3522	.3375	.3240
190				.4750	.4513	.4298	.4102	.3924	.3760	.3610
200					.5000	.4762	.4545	.4348	.4167	.4000
210						.5250	.5011	.4793	.4594	.4410
220							.5500	.5261	.5042	.4840
230								.5750	.5510	.5290
240									.6000	.5760
250										.6250

Fuente: Manual de Caminos Vecinales, Tomo II Pag. 74

5. FACTORES DETERMINANTES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL

Se debe considerar otros criterios de diseño a más de los presentados dentro de este capítulo.

- Pendientes
- Se evitaran pendientes menores del 0.5% en los tramos en corte.
- No sobrepasar en lo posible las pendientes máximas indicadas a continuación.

Cuadro 16 Pendientes Máximas

Orografía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad (Km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2A-Sección 2A.204.12

- El tramo con pendiente mayor al 10% no debe exceder los 180m
- La pendiente en el lado interior de la curva aumenta a media que se usan radios menores de 50m de longitud con pendientes en exceso del 8%, entonces se debe evitar este exceso.
- Empleo simultaneo entre diseño horizontal y vertical
- La ASSTHO recomienda que los pequeños caminos de dirección de los alineamientos se efectúan sobre puntos altos de la rasante.
- La ASSTHO recomienda evitar el empleo simultáneo de curvas verticales y horizontales de pequeño radio, en especial en pendientes pronunciadas, si no hay alternativa entonces la curva horizontal debe cubrir o sobrepasar la curva vertical. De lo contrario es ideal sobreponer la curva vertical y horizontal para lograr que la vía sea segura y agradable.
- Los cambios de pendiente de la rasante se deben dar sobre los alineamientos rectos, pero a veces la topografía misma del terreno obliga a un cambio de pendiente dentro de la curva horizontal, es decir es preferible sacrificar las ventajas de usar pendientes suaves, si con esto se logra un alineamiento mejor.
- Los diseños horizontales van ligados y coordinados simultáneamente de tal manera que deben garantizar seguridad, eficiencia, confort, velocidad uniforme y apariencia agradable
- El conductor debe reconocer el inicio y fin de la curva horizontal esto se produce cuando la curva horizontal inicia o finaliza cerca de la cresta de una curva vertical.
- La curva horizontal debe guiar la vertical, y esta primera debe ser más larga en ambas direcciones que la curva vertical.

CAPÍTULO 7 DRENAJE

1. DRENAJE SUPERFICIAL

El objetivo de este estudio es preservar y precautelar el estado de la vía luego de ser construida, pues no se desea que el agua de escorrentías dañe la carpeta asfáltica, socavando la estructura de la misma, erosionándola etc.

Para terrenos montañosos se debe considerar que para el diseño geométrico las pendientes transversales generalmente son mayores a las máximas permitidas, caso en el cual el camino corta las vertientes naturales del terreno, lo que causa que las corrientes de agua que provienen del escurrimiento superficial se alteren.

El agua que baja de vertientes ladera arriba, quebradas etc., se pueden drenar con canales paralelos al pie del talud o por canales interceptores alejados del borde superior del talud, estos elementos de drenaje son las cunetas laterales y las de coronación respectivamente.

“Si el trazado va a media ladera interceptara todos los causes de drenaje natural que deberá cruzarlos con rellenos, determinando la necesidad de diseñar, para estos sitios, elementos de drenaje, o alcantarillas para evacuar el agua de un lado a otro del camino.”¹³

El agua de las escorrentías que se drenan se evacua en la cuenca del Río Déleg, es lo más conveniente puesto que la vía Zumbahuayco pasa por esta cuenca.

2. DISEÑO DE CUNETAS

Las cunetas tienen el propósito de recibir, canalizar aguas lluvia y de escorrentía, estas están ubicadas en la orilla de la vía tanto en cortes como en rellenos de altura pequeña y desaguan en alcantarillas o canales de salida.

La sección de cuneta escogida para este proyecto es la triangular o forma de V por facilidades tanto de mantenimiento como constructivos, la sección transversal deberá mostrar un talud suave entre el coronamiento y cuneta pero se debe evitar que sean muy profundas ya que es peligroso para los transeúntes y tránsito en general.

2.1. CUNETAS LONGITUDINALES

Para realizar el diseño de cunetas longitudinales o cunetas laterales de la calzada se utiliza las recomendaciones de la norma NEVI-12 MTOP.

Se utiliza el Método Racional para el cálculo del caudal, puesto que las áreas de drenaje son pequeñas menos de 500 ha. El tiempo de concentración que se adopta es de 10 minutos y un periodo de retorno de 10 años para caminos según indica el cuadro 17.

¹³ Citado del Libro Caminos en el Ecuador, Estudio y Diseño, Antonio Salgado N. pág. 377

Cuadro 17 Normas para Drenaje de la Plataforma

Características de la carretera	Límites de inundación de escorrentía superficial (para tiempo de concentración igual a 10 minutos)	Frecuencia de la lluvia de diseño según el tipo de carretera
Vías de circulación normales: a) Espaldones dispuestos a nivel de calzada. b) Espaldones transitables con solera.	Hasta el borde más bajo de la calzada. Hasta 1,50 m de la calzada, pero el agua no sobrepasará el espaldón del lado más bajo de los peraltes.	25 años para autopistas o previstas como tales.
Parterre hundido.	Borde de la calzada.	10 años para autovías y carreteras principales.
Parterre elevado con soleras.	Hasta un ancho de 3,00 m de la plataforma sin que el agua llegue a desbordar la solera del parterre.	
Rampas.	Hasta un ancho de 3,00 m de la plataforma sin que el agua llegue a desbordar la solera o borde de la cuneta del lado más bajo de un peralte.	
Ramales y otros empalmes de importancia similar.	Idem a a) y b) ya consignados.	5 años para caminos.
Puntos bajos de la calzada y secciones bajo el nivel del terreno.	Hasta un ancho de 1,50 m de la calzada, independientemente del tipo de espaldón.	50 años para autopistas 25 años para autovías y carreteras principales 10 años para caminos

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2B-Sección 2B.202.15

La fórmula para el método racional es la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} \quad (26)$$

En donde:

- Q= caudal en m^3/seg , corresponde al máximo caudal esperado para un periodo de retorno T.
- C= coeficiente de escorrentía
- I= intensidad de precipitación en mm por hora, para la frecuencia establecida.
- A= área de drenaje en hectáreas, que genera el caudal de aportación al elemento de drenaje.

2.2. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Son varios los factores que se deben tener en cuenta como: pendiente longitudinal de la carretera, tipo y cantidad de vegetación que existe y permeabilidad del suelo, mismos que se indican en la siguiente tabla.

Cuadro 18 Coeficiente de Escorrentía

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRON.	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRE.
		< 50 %	> 50 %	> 20 %	> 5 %	> 1 %
SIN VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6
	SEMIPERMEABLE	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
	PERMEABLE	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5
	SEMIPERMEABLE	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4
	PERMEABLE	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
PASTOS VEGETACIÓN LIGERA	IMPERMEABLE	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45
	SEMIPERMEABLE	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35
	PERMEABLE	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4
	SEMIPERMEABLE	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3
	PERMEABLE	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1
BOSQUE DENSA VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35
	SEMIPERMEABLE	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25
	PERMEABLE	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05

Fuente: Caminos en el Ecuador, Estudio y Diseño, Antonio Salgado N. pág. 388

Las condiciones de la zona donde se localiza la vía de Zumbahuayco se encuentran en (Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado, 2012) y son las siguientes:

- El proyecto se encuentra sobre los 2320 a 2570 msnm.
- Zona montañosa de pendientes entre 12-25% y 25-50%.
- Tiene una zona vegetal nativa casi nula donde predominan cultivos con moderados pastizales.
- Su suelo tiene condiciones permeables.

En torno a las condiciones anteriormente descritas, corresponde un coeficiente de 0.35 de escorrentías.

El valor de la escorrentía para asfalto es de 0.7

2.3. INTENSIDAD DE LLUVIA

Para este cálculo se utiliza la formula exponencial según INAMHI.

$$I = \frac{k * T^m}{t^n} * p_{\max(24h)} \quad (27)$$

Dónde:

I= intensidad máxima en mm/hora

T= periodo de retorno en años

K, m, n= constantes de ajuste correspondientes a cada zona

P máx. (24)= precipitación máxima maximorum en 24 horas

t= tiempo de precipitación de intensidad I de frecuencia T

Reemplazando por las constantes correspondientes a la zona 9, a la cual pertenece la vía Zumbahuayco, según lo indica el INAMHI en el libro Caminos en el Ecuador, las fórmulas son las siguientes:

ZONA 9:

De 5min. < 10 min

$$I = \frac{3.50 * t^{0.14}}{t^{0.35}} * p_{\max(24h)} \quad (28)$$

De 10 min. < 120 min.

$$I = \frac{6.50 * T^{0.14}}{t^{0.62}} * p_{\max(24h)} \quad (29)$$

Para la obtención de precipitación máxima maximorum en 24h, se ha tomado los datos de la estación meteorológica de Biblián, la cual es la más cercana a la parroquia de Javier Loyola donde se encuentra la vía de Zumbahuayco:

Cuadro 19 Estadística Anual de Estación Hidrológica de Biblián

M137		BIBLIAN							INAMHI										
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		M E D I A S				Máxima día	Mínima día	Media	Máxima día			Mínima día	Media	Mensual		Máxima 24hrs. día	
ENERO		24,0	1	7,2	6	21,1	10,1					15,7	99				15		63
FEBRERO						20,7	9,9	15,5					89	13,6	15,9	60,0			
MARZO		23,0	27	4,0	3	20,7	9,6	15,1	99	3	78	13	89	13,4	15,7	122,5	14,0	13	19
ABRIL				6,0	14	20,9	9,6	15,2	99	21	78	30	90	13,7	16,0	150,3	52,6	11	21
MAYO		23,0	19	4,6	16	20,1	8,8	15,0					90	13,3	15,7	78,2	21,0	2	16
JUNIO						18,8	8,7	14,0	100	1	78	24	91	12,6	14,9	65,6	33,0	7	20
JULIO		23,0	17			19,0	8,3	13,9	98	4	76	25	92	12,6	15,0	23,3	9,0	2	13
AGOSTO		21,7	12	4,9	29	18,4	8,5	13,8	99	10	62	23	92	12,5	14,7	43,1	11,0	27	12
SEPTIEMBRE						18,0	7,7	13,4					91	12,0	14,3	57,6	15,2	11	18
OCTUBRE		25,0	24	0,0	20	21,6	7,2	15,1	99	2	71	11	89	13,3	15,8	47,1	30,0	30	9
NOVIEMBRE		24,6	3	6,0	3	21,0	9,0	15,2	99	15	71	7	91	13,7	16,2	159,4	28,8	7	18
DICIEMBRE						19,8	9,1	14,6					93	13,4	15,8	116,1			
VALOR ANUAL						20,0	8,9	14,7					90	13,1	15,5	986,4			

MES	EVAPORACIÓN (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel.Mayer Observada (m/s) DIR	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)								
	Suma Mensual	Máxima 24hrs. día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS												
ENERO			6	0,0	0	3,7	19	0,0	0	3,8	31	3,5	4	4,9	25	0,0	0	3,5	18	2	93	8,0	NE	2,9	
FEBRERO			6																						2,6
MARZO			6	6,0	1	3,6	11	0,0	0	4,9	31	4,2	11	4,3	24	0,0	0	3,1	23	0	93	10,0	SW	2,0	
ABRIL			6	0,0	0	3,7	13	0,0	0	4,5	28	3,1	8	4,0	27	0,0	0	2,9	23	1	90	10,0	SW	2,0	
MAYO			6																						2,7
JUNIO			6	4,0	1	3,3	7	0,0	0	3,8	29	3,3	24	3,4	22	0,0	0	2,7	12	4	90	8,0	SE	2,6	
JULIO			5	8,0	1	3,5	4	0,0	0	5,0	30	4,5	16	5,4	27	0,0	0	3,2	16	5	93	8,0	S	2,9	
AGOSTO			6	2,0	1	2,6	8	0,0	0	4,4	26	4,8	16	4,4	22	0,0	0	2,1	15	13	93	10,0	S	2,7	
SEPTIEMBRE			6																						3,1
OCTUBRE			6	4,1	10	4,8	5	0,0	0	5,0	27	5,2	19	4,6	22	2,0	1	3,7	13	3	93	12,0	S	3,4	
NOVIEMBRE			6	3,5	4	4,7	8	0,0	0	4,1	28	4,3	19	4,8	22	0,0	0	2,6	19	0	90	15,0	NE	2,6	
DICIEMBRE			6																						2,3
VALOR ANUAL			6																						3,0

Fuente: "INAMHI"¹⁴

El valor para p máx. (24) es igual a 52.6 mm en el año 2006.

Cálculos:

Utilizando los datos obtenidos anteriormente de T=10 años, t=10 min y p máx. (24) =52.6 mm reemplazamos en la fórmula para la zona 9 y obtenemos:

¹⁴ INAMHI= Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

ZONA 9:

De 5min. < 10 min.

$$I = \frac{3.50 * 10^{0.14}}{10^{0.35}} * 52.6$$

$$I = 113.52 \frac{mm}{h}$$

2.4. DISEÑO DE CUNETETA

Se diseña en base a distintos factores como: velocidad de flujo y coeficiente de escorrentía, mismas que dan pasó a hallar la sección transversal, área hidráulica y pendiente, teniendo esta que coincidir con la de la vía.

A continuación se presenta el pre dimensionamiento de la sección transversal, que tendrá que cumplir todas las condiciones para el caudal que llegue a la vía.

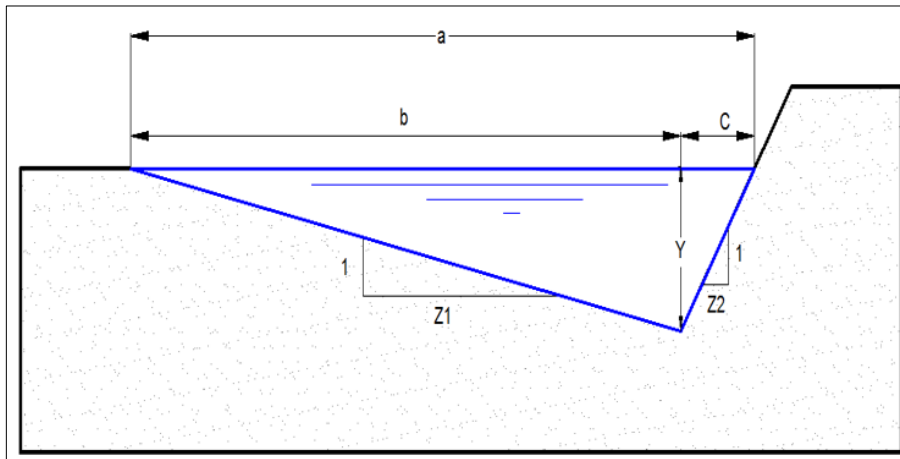


Fig. 15 Sección Transversal de Cunetas

Fuente: MTOP Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

Datos:

$$a = 0.56m$$

$$z1 = 5.4$$

$$z2 = 0.2$$

Cálculo:

- Espejo de agua

$$T = z1 * Y + z2 * Y$$

(30)

$$0.56 = 5.4 * Y + 0.2 * Y$$

$$0.56 = 5.6 * Y$$

$$Y = 0.1m$$

- b y c

$$\tan\phi = \frac{1}{z1}$$

$$\tan\phi = \frac{Y}{b}$$

Igualando se tiene:

$$\frac{1}{z1} = \frac{Y}{b} \quad (31)$$

$$b = \frac{0.1 * 5.4}{1}$$

$$b = 0.54m$$

$$a = b + c$$

$$7.5$$

$$c = 0.56 - 0.54$$

$$c = 0.02m$$

- Área Efectiva

$$Ac = \frac{a*Y}{2} \quad (32)$$

$$Ac = \frac{0.56 * 0.1}{2}$$

$$Ac = 0.028m^2$$

- Perímetro Mojado

$$P = Y * \sqrt{1 + z1^2} + Y * \sqrt{1 + z2^2} \quad (33)$$

$$P = 0.1 * \sqrt{1 + 5.4^2} + 0.1 * \sqrt{1 + 0.2^2}$$

$$P = 0.65m$$

- Radio Hidráulico

$$Rh = \frac{A}{P} \quad (34)$$

$$Rh = \frac{0.028}{0.65}$$

$$Rh = 0.043m$$

- Velocidad

Se aplicara la fórmula de Manning para determinar la velocidad, esta no debe sobrepasar la velocidad de 4.5m/s para así evitar la erosión en la cuneta.

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{N} \quad (35)$$

Donde:

V= velocidad m/s

R= radio hidráulico m

S= pendiente longitudinal

N= coeficiente de rugosidad=0.014 para hormigón.

- Área de Aportación

El área de aporte a la cuneta se halla multiplicando el ancho de la vía que aporta agua a la cuneta por la longitud del tramo de la misma.

$$Aa = \left(\frac{a1}{2} + a2\right) * l \quad (36)$$

Donde:

Aa= área de aporte a la cuneta

a1= ancho de la vía

a2= ancho adicional de la vía por peralte y sobreancho

l= longitud de cuneta que aporta a cada alcantarilla

Cálculo

a1= 6m

a2= 1.5m

$$Aa = \left(\frac{6}{2} + 1.5\right) * l$$

$$Aa = 4.5 * l$$

- Caudal

$$Q = V * Ac \quad (37)$$

Con todos los datos y formulas obtenidos hasta ahora:

Tabla. 16 Datos para cálculo de capacidad de cunetas

DATOS					
a=	0.56	m	Y=	0.1	m
z1=	5.4		Ac=	0.028	m2
z2=	0.2		P=	0.65	m
l=	113.52	mm/h	Rh=	0.043	m
C=	0.7		N=	0.014	

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Se puede realizar una tabla de cálculo donde se dimensiona la cuneta, estos valores deben cumplir la condición de que el caudal probable debe ser menor que el caudal de sección llena.

En la tabla 17 se puede observar que para todos los tramos, las velocidades son menores a la máxima permisible igual a 4.5m/s para evitar erosión. Se observa también que los caudales de la aportación de agua a las cunetas son menores a los caudales máximos que pueden circular por la sección, para todos los tramos de la vía.

Entonces se concluye que el pre dimensionamiento de la cuneta, es acertado, y las dimensiones de la misma son:

$$a=0.56m, \quad b=0.54m, \quad c=0.02m \quad y \quad Y=0.10m$$

Se recomienda construir la cuneta como se indica en la siguiente figura.

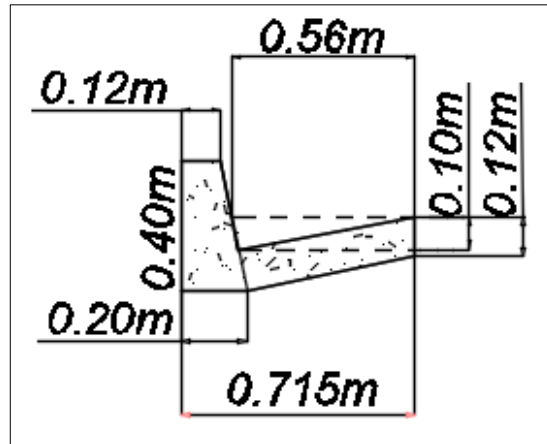


Fig. 16 Cuneta tipo para la vía Zumbahuayco

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

3. ALCANTARILLAS

Son elementos de gran importancia en el diseño de la vía Zumbahuayco porque estos conductos cerrados, dispuestos de forma transversal por debajo del nivel de subrasante, encaminan el agua que intercepta la carretera hacia un cauce natural como a una quebrada o en la cuenca del río Deleg.

3.1. METODOLOGÍA

Se utilizan las mismas fórmulas empíricas de Manning y Método Racional, aplicadas para cunetas, con la diferencia que este es un canal cerrado de forma circular por lo tanto, los parámetros y demás fórmulas de cálculo en algunos casos cambiarán para ajustarse a este criterio.

3.2. INFORMACIÓN EXISTENTE

Las alcantarillas tendrán el mismo abscisado utilizado para hallar las longitudes de cunetas, se empleará también la información de la estación hidrológica de Biblián junto a los diseños horizontal y vertical de la vía Zumbahuayco descritos en capítulos anteriores.

En el recorrido realizado se observaron las alcantarillas existentes de hormigón y armico en distintas condiciones, se presenta el resumen en el cuadro 21.

3.3. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DE LA ALCANTARILLA

Se elige la sección circular por facilidades constructivas y porque resiste en forma satisfactoria las cargas a las cuales son sometidas. El material a utilizarse es de hormigón prefabricado y de acero corrugado, para estos materiales se presenta los valores de coeficientes de rugosidad en cuadro 20; donde se toma los valores de $n=0.012$ para tubería de hormigón prefabricado y $n=0.024$ para metal corrugado.

Para los diámetros, se jugarán con los mismos en cada tramo para elegir el más efectivo.

Tabla. 17 Cálculo de Capacidad de Cunetas

ABSCISAS	LONGITUD DE CUNETA QUE APORTA A CADA ALCANTARILLA (m)	PENDIENTE S=%	VELOCIDAD $V=(R^{2/3} \cdot S^{1/2})/N$ V= m/s	ÁREA DE APORTE O DE DRENAJE $Aa=4.5 \cdot l$ (Ha)	CAUDAL PROBABLE $Qp=(C \cdot l \cdot Aa)/360$ (m3/s)	CAUDAL SECCIÓN LLENA $Q=V \cdot Ac$ (m3/s)	Qp<Q
0+000.00							
	140.40	1.50	1.07	0.06	0.01	0.03	SI CUMPLE
0+140.40							
	40.00	0.41	0.56	0.02	0.00	0.02	SI CUMPLE
	120.00	1.91	1.21	0.05	0.01	0.03	SI CUMPLE
0+300.40							
	71.64	0.92	0.84	0.03	0.01	0.02	SI CUMPLE
	88.36	4.49	1.86	0.04	0.01	0.05	SI CUMPLE
0+460.40							
	336.80	7.17	2.35	0.15	0.03	0.07	SI CUMPLE
	63.20	2.33	1.34	0.03	0.01	0.04	SI CUMPLE
0+860.40							
	29.56	0.72	0.74	0.01	0	0.02	SI CUMPLE
	342.80	12.34	3.08	0.15	0.03	0.09	SI CUMPLE
1+232.75							
	225.24	8.62	2.57	0.1	0.02	0.07	SI CUMPLE
	214.13	5.36	2.03	0.1	0.02	0.06	SI CUMPLE
1+672.13							
	148.89	6.31	2.20	0.07	0.02	0.06	SI CUMPLE
	35.64	6.50	2.24	0.02	0	0.06	SI CUMPLE
1+856.65							
	32.75	4.70	1.90	0.01	0	0.05	SI CUMPLE
	379.80	4.16	1.79	0.17	0.04	0.05	SI CUMPLE
2+269.20							
	371.21	11.39	2.96	0.17	0.04	0.08	SI CUMPLE
2+640.40							
	332.45	8.70	2.59	0.15	0.03	0.07	SI CUMPLE
2+972.85							
	237.65	11.27	2.94	0.11	0.02	0.08	SI CUMPLE
3+210.50							
	284.04	8.09	2.49	0.13	0.03	0.07	SI CUMPLE
3+494.55							

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

3.4. LOCALIZACIÓN DE LAS ALCANTARILLAS








Las alcantarillas se localizan en las abscisas indicadas en la tabla 19.

Cuadro 20 Coeficientes de Rugosidad para materiales usados en alcantarilla

Materiales	n
a) Hormigón	0,012
b) Metal corrugado:	
- Ondulaciones estándar (68 mm x 13 mm)	0,024
- Revestido en un 25%	0,021
- Totalmente revestido	0,012
- Ondulaciones medianas (76 mm x 25 mm)	0,027
- 25 % revestido	0,023
- totalmente revestido	0,012
- Ondulaciones grandes (152 mm x 51 mm)	variable
- 25 % revestido	0,026
- totalmente revestido	0,012

Fuente: NEVI-12-MTOP. Volumen 2B-Sección 2B.202.12

Cuadro 21 Información de alcantarillas existentes de la via Zumbahuayco

ABSCISAS	DIÁMETRO mm	MATERIAL	OBSERVACIONES	FOTO
0+300.40	1200	ARMICO		
1+232.75	200	HORMIGÓN	EN MAL ESTADO	
1+672.13	1200	ARMICO		
1+856.65	300	HORMIGÓN	CON SEDEIMNTOS EN SU INTERIOR	
2+640.40	400	HORMIGÓN		NO TIENE IMAGEN
2+972.85	200	HORMIGÓN	EN MAL ESTADO	
3+210.50	600	ARMICO		
3+494.55	300	HORMIGÓN		

Elaboración: María Eugenia Ramírez Andrade

3.5. PARÁMETROS DE DISEÑO Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Los parámetros de diseño que se utilizan son los hasta ahora descritos anteriormente.

Para desarrollar el cálculo se ha confeccionado la tabla 19 adjunta. El significado de cada columna es el siguiente:

- Columna 1: Corresponde al número de atarjea.

- Columna 2: Corresponde al abscisado de ubicación de las alcantarillas.
- Columna 3: Es el área de zonas aledañas a cada alcantarilla y que aporta a la misma, medida en AutoCAD desde el punto más alto de quebrada.
- Columna 4: Es el caudal que aporta a la alcantarilla que proviene de zonas aledañas **Qa** que se calcula con el método racional, mencionado al inicio de este capítulo.
- Columna 5: Corresponde al caudal aportado por la cuneta **Qc**, calculado anteriormente para el diseño de cunetas.
- Columna 6: Es el caudal probable total que entra a la atarjea, corresponde a la suma del caudal que llega a la cuneta más el caudal que proviene de zonas aledañas.

$$Q_p = Q_a + Q_c \quad (38)$$

- Columna 7: Corresponde al diámetro impuesto que debe cumplir con la norma y las condiciones para caudales y velocidad.
- Columna 8: Corresponde a la pendiente a la cual se colara la tubería.
- Columna 9: Corresponde a la velocidad $V = Q/A$
- Columna 10: Es el caudal para sección llena de tubería, calculada con la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * \Omega * R^{2/3} * J^{1/2} \quad (39)$$

Donde:

Q= caudal, m³/s

n= coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional

Ω = área de la sección, m²

J= gradiente longitudinal, m/m

Rh= radio hidráulico

$$\Omega = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (40)$$

$$\text{Para tuberías de sección llena el radio hidráulico es: } Rh = \frac{D}{4} \quad (41)$$

Reemplazando las ecuaciones (40) y (41) en (39) se tiene:

$$Q = \frac{1}{n} * \frac{\pi * D^2}{4} * \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} * J^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * \frac{\pi * D^2}{4} * \frac{D^{2/3}}{4^{2/3}} * J^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * \frac{\pi * D^{8/3}}{4^{5/3}} * J^{1/2} \quad (42)$$

- Columna 11: Es el área de la sección llena (Ω) con fórmula (40).
- Columna 12: Es el perímetro mojado $P = \pi * D$ (43)
- Columna 13: Es el radio hidráulico descrito en ecuación (41) o también como

$$Rh = \frac{A}{P} \quad (44)$$

- Columna 14: Corresponde a la comprobación de caudales, debe cumplir que el caudal probable o de entrada a la tubería debe ser menor al caudal de la sección llena ($Q_p < Q$), para así garantizar que la tubería soportará el caudal que va circular por la misma.
- Columna 15: Corresponde a la comprobación de velocidades, según la norma la velocidad se debe encontrar dentro de este rango $0.6\text{m/s} < V < 4.5\text{m/s}$, donde $V_{\min}=0.6\text{m/s}$ y $V_{\max}=4.5\text{m/s}$
- Columna 16: Corresponde al tipo de tubería que se debe colocar.

Tabla. 18 Datos para cálculo de alcantarillas

DATOS:		
Coeficiente de escorrentia (C)=	0.35	
Intensidad de Lluvia (I)=	113.52	mm
Coef. de rugosidad para tubería de hormigón prefabricado (n)=	0.012	
Coef. de rugosidad para tubería de metal corrugado (n)=	0.024	

Elaboración: María Eugenia Ramírez Andrade

Se compara la información del cuadro 21 de alcantarillas existentes con la tabla 19 de diseño de alcantarillas y se recomienda cambiar las alcantarillas en mal estado por las diseñadas, también se sugiere conservar las que se encuentran en buen estado, pues se ingreso el valor de sus diámetros a la hoja de cálculo y todos cumplieron con las condiciones de caudal y velocidad. Así se presenta la tabla de alcantarillas adecuada para el diseño de drenaje. Ver tabla 20.

Considerando un ancho de vía más cuneta de 7.20m, se estima que la longitud de cada tubo de alcantarilla es de 10m.

4. DRENAJE SUBTERRÁNEO

El sector donde se asienta la vía Zumbahuayco presenta dos zonas húmedas pequeñas, con presencia de aguas subterráneas, a pesar de poseer una vegetación natural mínima, razón por la cual se propone colocar subren de 130m y de 200m entre las abscisas 0+305.313 a 0+435.313 y 1+475.768 a 1+675.768 respectivamente.

La tubería de subdren será de tipo PVC de diámetro 160mm que desembocara en el cabezal más cercano. Según la norma la profundidad de excavación es de mínimo 1m y para el ancho de zanja será de 0.60m con pendientes entre $0.15\% < i < 0.50\%$. Además se utilizara material de filtro granular bien graduado permeable $2'' < D < 4''$.

El subdren debe estar cubierto con geotextil de traslape 0.50m en la parte superior, finalmente cabe indicar que el subdren debe ser colocado bajo la cuneta.

Tabla. 19 Cálculo de Alcantarillas

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ATARJEJA	ABSCISAS	DISEÑO DE LA TUBERÍA													
		ÁREA DE APOORTE (Aa=Ha)	CAUDAL de A de APOORTE $Qa=(C^1*Aa)/360$ (m ³ /s)	CAUDAL de APOORTE de CANAL (Qc=m ³ /seg)	CAUDAL PROBABLE (Qp=Qa+Qc)	SECCIÓN LLENA						Qp<Q	0.6m/s <V< 4.5m/s	OBSERVACIONES	
						D	J	V	Q	A	P				R
[mm]	[%]	[m/s]	[m ³ /s]	[m ²]	m	[m]									
Atarjea 1	0+140.40	0.35	0.04	0.01	0.05	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 2	0+300.40	0.35	0.04	0.01	0.05	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 3	0+460.40	0.79	0.09	0.02	0.11	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 4	0+860.40	0.23	0.03	0.04	0.07	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 5	1+232.75	1.25	0.14	0.03	0.17	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 6	1+672.13	0.99	0.11	0.04	0.15	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 7	1+856.65	0.14	0.02	0.02	0.04	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 8	2+269.20	1.73	0.19	0.04	0.23	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 9	2+640.40	0.83	0.09	0.04	0.13	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
atarjea 10	2+972.85	0.68	0.08	0.03	0.11	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 11	3+210.50	0.65	0.07	0.02	0.09	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 12	3+494.55	0.59	0.07	0.03	0.10	600	3.00	4.07	1.15	0.2827	1.8850	0.150	SI CUMPLE	SI CUMPLE	TUBERÍA DE HORMIGÓN

Elaboración: María Eugenia Ramírez Andrade

Tabla. 20 Material y diámetros de tubería

ATARJEA	ABSCISAS	DISEÑO DE LA TUBERÍA	
		SECCIÓN	
		D [mm]	OBSERVACIONES
Atarjea 1	0+140.40	600	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 2	0+300.40	1200	ARMICO
Atarjea 3	0+460.40	600	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 4	0+860.40	600	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 5	1+232.75	600	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 6	1+672.13	1200	ARMICO
Atarjea 7	1+856.65	600	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 8	2+269.20	600	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 9	2+640.40	400	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 10	2+972.85	600	TUBERÍA DE HORMIGÓN
Atarjea 11	3+210.50	600	ARMICO
Atarjea 12	3+494.55	300	TUBERÍA DE HORMIGÓN

Elaboración: María Eugenia Ramírez Andrade

CAPÍTULO 8 DISEÑO DE PAVIMENTOS

1. INTRODUCCIÓN

El diseño estructural de la vía se realiza en base al estudio de suelos; diseños horizontal y vertical, drenaje y tráfico proyectado que va a tener esta vía, cuidando la vida útil de la estructura para que cumpla con el tiempo de diseño establecido al igual que con la seguridad y economía que esta requiere.

La norma recomienda que para el diseño de la capa de rodadura se utilicen los pavimentos flexibles, por ser económico y soportar un volumen de tráfico para una vía de tercer orden o camino agrícola; su cálculo se efectúa aplicando el Método AASHTO '93, que es el utilizado por el MTOP para diseño de carreteras en el Ecuador.

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE DISEÑO

El método AASHTO '93 es el más completo y seguro puesto que utiliza las condiciones más críticas para las cuales estará expuesta la vía, este método se describe en el siguiente modelo matemático (45), donde el número estructural para pavimentos flexibles debe soportar la carga solicitada.

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{1094}\right)}{0.40 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07 \quad (45)$$

Dónde:

SN= Numero estructural, pulg

W_{18} = Número de cargas de 18 kips (80 kilo newtons)

Z_R = Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad (%R)

S_0 = Desviación estándar de todas las variables

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad

M_R = Módulo resiliente de la subrasante

3. VARIABLES DE ENTRADA

Las variables de entrada son: tiempo, ubicación y tipo de terreno, tránsito, confiabilidad y criterios de adopción de niveles de serviciabilidad, estos factores intervienen directamente en el cálculo de la estructura de la vía.

3.1. VARIABLES DE TIEMPO

El diseño se proyecta a 10 y 20 años con el fin de considerar dar un mantenimiento a los 10 años y permitir alargar la vida útil del pavimento.

3.2. UBICACIÓN Y TIPO DE TERRENO

La vía se ubica al sur del cantón Azogues dentro de un área rural y del valle cálido alto andino de la cuenca del río Burgay, su terreno es de tipo montañoso.

3.3. TRÁNSITO

Para encontrar este factor es necesario convertir el conteo diario vehicular a ESAL's¹⁵. Para este cometido se utilizan los datos del estudio de tráfico del capítulo IV.

3.4. CONFIABILIDAD

La norma AASHTO recomienda el siguiente cuadro de confiabilidad en función al tráfico que sirve la vía.

Cuadro 22 Niveles de Confiabilidad

Tipo de Camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona Urbana %	Zona Rural %
Rutas interestatales y autopistas	85-99,9	80-99,9
Arterias Principales	80-99	75-99
Colectores	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: Curso de Actualización de Diseño Estructural de Caminos. Método AASHTO '93

Para un tipo de camino local en una zona rural se toma un valor de confiabilidad de entre 50 a 80%, asumiendo el valor medio de 70%.

Es necesario transformar este porcentaje de 70% a un valor de Z_r para poder introducirlo en la fórmula de cálculo (45), valor que se encuentra en el cuadro 23.

Cuadro 23 Confiabilidad de Diseño. Valores de Z_r

Confiabilidad R	Valor de Z_r
50	0
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,09
99,99	-3,75

Fuente: Maestría en Vías Terrestres. Módulo III, Ing. Gustavo Corredor M.

¹⁵ ESAL's Número Equivalente de ejes tipo de 80 kilonewtons

Según tabla, al 70% de confiabilidad tomada, corresponde un $Z_r = -0.524$

3.5. CRITERIOS DE ADOPCIÓN DE NIVELES DE SERVICIABILIDAD

El nivel de servicio se adopta en función al tráfico futuro para el cual servirá la vía.

Se toma en cuenta también la serviciabilidad inicial P_0 en función del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción y la serviciabilidad final P_t en función de la categoría de la vía.

Los valores recomendados por la AASHTO se presentan a continuación:

Serviciabilidad Inicial

$P_0 = 4.5$ para pavimentos rígidos

$P_0 = 4.2$ para pavimentos flexibles

Serviciabilidad Final

$P_t = 2.5$ o más, para caminos muy importantes

$P_t = 2.0$ para caminos de menor tránsito

Los valores planteados para el diseño, son: $P_0 = 4.2$ y $P_t = 2.0$; mismos que se toman en función de las consideraciones expuestas anteriormente del tipo de diseño y tipo de servicio respectivamente.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros necesarios a considerarse para el diseño son:

- Periodo de diseño
- Desviación estándar
- Módulo de Resiliencia
- Selección del CBR de Diseño
- Conversión de Tránsito en ESAL's
- Cálculo del Número de Ejes Equivalentes de 8.2 Ton

4.1. PERÍODO DE DISEÑO

Como se expuso anteriormente el periodo de diseño a considerar es de 20 años, se los divide en dos periodos de 10 años debido a que se requiere un análisis de la vida útil del pavimento que comprende la pérdida de características físicas y estructurales, con el fin de elegir el diseño más óptimo.

4.2. DESVIACIÓN ESTÁNDAR

La desviación estándar S_0 para las diferentes condiciones de diseño se encuentra en la tabla 21, de donde se asume el valor de 0.45 que es el recomendado por la norma para pavimentos flexibles.

Tabla. 21 Valores Recomendados para la Desviación Estándar

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico).	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico.	0.35-0.50 (0.45 valor recomendado)

Fuente: Maestría en Vías Terrestres. Módulo III, Ing. Gustavo Corredor M.

4.3. SELECCIÓN DEL CBR DE DISEÑO

El estudio de suelos presenta variaciones considerables de CBR a lo largo de toda la vía Zumbahuayco. A continuación se presenta un cuadro comparativo de la calidad de los CBR's, tomados del estudio de suelos en el capítulo 3.

Tabla. 22 Resultados del Análisis de muestras extraídas del sitio

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS				
ABSCISA	CBR DE CALICATA	CBR	CALIDAD DEL SUELO	POSIBLE USO
0+500	1.42	2-5	Muy mala	Sub rasante
1+500	8.73	8-20	Regular	Sub rasante
2+500	15.9	8-20	Regular	Sub rasante/ Sub base
3+500	40.81	30-60	Buena	Base

Elaborado por: María Eugenia Ramirez Andrade

Con el fin de no sacrificar la vida útil de la vía y de no causar perjuicio económico en la misma se elige un CBR de 15.9%

La norma NEVI-12 recomienda cambiar el suelo de la sub-rasante con material de mejoramiento donde se encuentra el suelo con CBR más bajo; esto sucede en la abscisa 0+000 hasta 0+700. Las condiciones con las que debe cumplir el material son las siguientes:

- CBR $\geq 10\%$, en este caso el CBR mínimo será de 15.90%
- El material deberá ser granular, rocoso o combinado libre de material orgánico o escombros.
- Las partículas pasaran el tamiz 100 mm (4 pulg) y no más del 20% pasara el tamiz 0.075mm (#200).
- Límite líquido $\leq 35\%$
- Índice de Plasticidad < 9

4.4. MÓDULO DE RESILIENCIA

Como se indicó anteriormente el método que se aplica es el recomendado por la norma, Método AASHTO 93', el cual introdujo la variable del M_R (Módulo Resiliente) mediante el ensayo AASTHO T-294.

La norma presenta una serie de fórmulas para calcular el módulo resiliente en función del CBR del material debido a que no se dispone del equipo necesario en el laboratorio, estas son:

$MR = 1500(CBR)$	CBR <10%
$MR = 3000(CBR)^{0.65}$	10% < CBR < 20%
$MR = 4326 \times \ln(CBR) + 241$	Suelos granulares

Fig. 17 Módulo de Resistencia mediante correlación con el CBR

Fuente: NEVI-12 Volumen 2B. Estudios Geotécnicos y Diseño de Pavimentos. Sección 2B.102.3.2(3) Pág. 93

Para el cálculo de M_R de la sub rasante se utilizara la fórmula del libro (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2013) Pág. 91: $M_R = 2555 * CBR^{0.65}$ (46), la cual está basada en criterios de serviciabilidad y correlaciona con el CBR, esta es recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide).

Se utiliza la ecuación (46) porque utilizando la ecuación arriba expuesta de rango 10% < CBR < 20% el valor M_R sobrepasa al de la sub base, también se ha visto necesario elevar el valor de CBR de la sub base de 30% a 35% para mantener la relación M_R Sub rasante < M_R Sub base.

Para los módulos de resiliencia de sub base, base y concreto asfáltico se utilizara la ecuación $M_R = 4326 * \ln(CBR) + 241$. (47)

Los valores de M_R se presentan en la siguiente Tabla de resultados

Tabla. 23 Valores de MR de los materiales que forman parte de la estructura de la vía

Material	CBR (%)	M_R Calculado
Subarasante	15.9	15427.62
Sub Base	35	15621.44
Base	80	19197.65
Concreto Asfáltico	266.67	24406.09

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

4.5. CONVERSIÓN DE TRANSITO EN ESAL'S

Las cargas que actúan sobre el pavimento de diferentes espesores y materiales, producen deformaciones y tensiones sobre el mismo causando diferentes fallas. (Escuela de Ingeniería de Caminos y Montaña, Universidad Nacional de San Juan, 1998) p. 25

Tomando en cuenta los parámetros anteriores la norma recomienda escoger el caso más desfavorable en el cual se considera una carga que producirá el mismo daño que toda la composición de tránsito, esta carga tipo según la AASHTO es de 80kn o 18kips la cual es el transito reducido a un número equivalente de ejes.





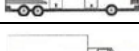
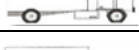


La conversión de la carga tipo se la realiza a través de los factores equivalentes de carga LEF¹⁶, los cuales son particulares para cada tipo de pavimento

¹⁶ LEF: Load Equivalent factor que significa factor de carga equivalente.

4.6. CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TON

En función del conteo vehicular descrito en el capítulo IV del presente proyecto, se realiza el siguiente cuadro en donde se encuentran los porcentajes de livianos y pesados según el tipo de vehículo.

Cuadro 24 Conteo Vehicular de la Vía Zumbahuayco en sitio

Tipo de Vehículo	Tipo	Número de Ejes	Número de Vehículos	% de Vehículos Totales	% de Vehículos solo Pesados
	A	2	86	91.49%	0.00%
	U	2	3	3.19%	37.50%
	B2	2		0.00%	0.00%
	B3	3		0.00%	0.00%
	C2	2	3	3.19%	37.50%
	C3	3	2	2.13%	25.00%
	C4	5		0.00%	0.00%
	C5	6		0.00%	0.00%
TOTAL			94	100.00%	100.00%

Fuente: Modelo de tabla tomado del Consejo Provincial del Azuay

Para convertir el conteo de tráfico a LEF, se utiliza la el cuadro 25, para vehículos de eje simple con una serviciabilidad de $P_t=2.0$, si es necesario se interpola según el tipo de eje y su peso.

Cuadro 25 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $P_t=2.0$

Carga/eje		NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) Expresado en (milímetros y pulgadas)					
(kips)	(kN)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
		(25.4)	(50.8)	(76.20)	(101.6)	(127.0)	(152.4)
2	8.9	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	17.8	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	26.7	0.009	0.012	0.011	0.010	0.009	0.009
8	35.6	0.030	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	44.5	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.076
12	53.4	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	62.3	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	71.2	0.589	0.589	0.613	0.612	0.603	0.596
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	97.9	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	106.8	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	115.7	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	124.6	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	133.5	10.40	10.00	9.20	8.60	8.70	9.20
32	142.4	14.00	13.50	12.40	11.50	11.50	12.10
34	151.3	18.50	17.90	16.30	15.00	14.90	15.60
36	160.2	24.20	23.30	21.20	19.30	19.00	19.90
38	169.1	31.10	29.90	27.10	24.60	24.00	25.10
40	178.0	39.60	38.00	34.30	30.90	30.00	31.20
42	186.9	49.70	47.70	43.00	38.60	37.20	38.50
44	195.8	61.80	59.30	53.40	47.60	45.70	47.10
46	204.7	76.10	73.00	65.60	58.30	55.70	57.00
48	213.6	92.90	89.10	80.00	70.90	67.30	68.60
50	222.5	113.00	108.00	97.00	86.00	81.00	82.00

Fuente: Curso de actualización de diseño estructural de caminos. Método AASHTO '93-Septiembre 1988

Se realiza el cálculo de la conversión de tráfico ESAL's utilizando los cuadro 24 y 25, los resultados se presentan en el cuadro 26, modelo de tabla del Consejo Provincial del Azuay.

Cuadro 26 ESAL's del conteo total de tráfico

Tipo de Vehículos	Número de Vehículos	PORCENTAJES	EJES	PESO/EJE Tn.		LEF	ESAL's
				Tn.	Kips.		
LIVIANOS	86	91.49%	1.00	1	2.21	0.000494	0.000452
			2.00	2.5	5.525	0.009863	0.009023
JEEP U	3	3.19%	1.00	1.9	4.199	0.003895	0.000124
			2.00	4.4	9.724	0.078100	0.002493
BUSES B2	0	0.00%	1.00	3	6.63	0.019245	0.000000
			2.00	7	15.47	0.529100	0.000000
BUSES B3	0	0.00%	1.00	4	8.84	0.056000	0.000000
			**2	10	22.1	0.174650	0.000000
CAMIONES C2	3	3.19%	1.00	8	17.68	0.935680	0.029862
			2.00	12	26.52	5.756000	0.183702
CAMIONES C3	2	2.13%	1.00	8	17.68	0.935680	0.019908
			**2	22	48.62	5.293100	0.112619
CAMIONES C4	0	0.00%	1.00	8	17.68	0.935680	0.000000
			**2	20	44.2	3.435000	0.000000
			**3	20	44.2	3.435000	0.000000
CAMIONES C5	0	0.00%	1.00	8	17.68	0.935680	0.000000
			**2	20	44.2	3.435000	0.000000
			***3	24	53.04	1.535200	0.000000
	94	100.00%					0.358183

Fuente: Modelo de tabla tomado del Consejo Provincial del Azuay

El cuadro 27 representa el tráfico ESAL's considerando solo los vehículos pesados.

Cuadro 27 ESAL's de conteo de tráfico pesado

Tipo de Vehículos	Número de Vehículos	PORCENTAJES	EJES	PESO/EJE Tn.		LEF	ESAL's
				Tn.	Kips.		
JEEP U	3	37.50%	1.00	1.9	4.199	0.003855	0.001446
			2.00	4.4	9.724	0.078100	0.029288
BUSES B2	0	0.00%	1.00	3	6.63	0.019245	0.000000
			2.00	7	15.47	0.529100	0.000000
BUSES	0	0.00%	1.00	4	8.84	0.056000	0.000000
			**2	10	22.1	0.174650	0.000000
CAMIONES C2	3	37.50%	1.00	8	17.68	0.935680	0.350880
			2.00	12	26.52	5.756000	2.158500
CAMIONES C3	2	25.00%	1.00	8	17.68	0.935680	0.233920
			**2	22	48.62	5.293100	1.323275
CAMIONES C4	0	0.00%	1.00	8	17.68	0.935680	0.000000
			**2	20	44.2	3.435000	0.000000
			**3	20	44.2	0.696300	0.000000
CAMIONES C5	0	0.00%	1.00	8	17.68	0.935680	0.000000
			**2	20	44.2	3.435000	0.000000
			***3	24	53.04	1.535200	0.000000
	8	100.00%				TOTAL ESAL's=	4.097308

Fuente: Modelo de tabla tomado del Consejo Provincial del Azuay

4.6.1. Número de Trocha

El siguiente cuadro muestra la distribución del carril con respecto al número de carriles en cada dirección.

Cuadro 28 Distribución por Trocha

Número de trochas en cada dirección	LD
1	1
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Fuente: Curso de actualización de diseño estructural de caminos. Método AASHTO '93-Septiembre 1998

El proyecto considera en su sección transversal, un carril en cada dirección, lo cual considera que el valor de distribución por trocha asumido es de 1.

4.7. CÁLCULOS

Para el cálculo de número de ejes equivalentes la norma AASHTO utiliza la siguiente fórmula:

$$W_{18} = \left(\frac{T_a + T_f}{2} \right) * 365 * n * LD * ESAL's \quad (48)$$

Donde:

W_{18} = ejes equivalentes de 18 kips esperados al final del periodo

T_a = tráfico actual

T_f = tráfico final

n = período de diseño

LD = número de trocha (número de carriles en cada dirección)

$ESAL's$ = cargas de ejes simples equivalentes

Datos utilizados para cálculos de W_{18} :

$n=10$ años y $n=20$ años.

Los valores T_a y T_f son tomados del Capítulo IV Tabla 15.

$LD= 1$; de la sección 4.6.1

Tabla. 24 Datos para cálculo de W_{18}

Período de diseño 20 años (2014 - 2034)			Período de diseño 20 años (2014 - 2034)		
	Solo pesados	Total		Solo pesados	Total
$T_a =$	10	122	$T_a =$	10	122
$T_f =$	39	458	$T_f =$	20	237
$n =$	20	20	$n =$	10	10
$LD =$	1	2	$LD =$	1	1
$ESAL's$	4.097308125	0.358183447	$ESAL's$	4.097308125	0.358183447

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Reemplazando los datos en la fórmula de W_{18} , se obtiene los siguientes resultados:

Tabla. 25 Resultados de Ejes Equivalentes de 18 kips, esperados al final del período

Tráfico	Período de diseño n = 10 años (2014 - 2024)	Período de diseño n = 20 años (2014 - 2024)
Completo	234664	758149
Vehículos Pesados	225357	738091

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Consecuentemente se calcula el número estructural SN de sub rasante, sub base, base y concreto asfáltico aplicando la fórmula (45) donde se reemplazan los datos encontrados anteriormente; a continuación se presenta el siguiente resumen:

$$Z_r = -0.524$$

$$S_0 = 0.45$$

$$SN = ?$$

$$\Delta PSI = P_o - P_t = 4.2 - 2 = 2.2 \quad (49)$$

Mr= ver tabla 23. Para el valor de cada capa.

W_{18} = ver tabla 25. Para n=10 y 20 años

Resolviendo la ecuación para el lado izquierdo y con la ayuda de la herramienta **solver** en Excel que itera dando valores a SN hasta que cumpla la igualdad, se obtienen los siguientes valores de número estructural para cada capa.

Tabla. 26 Valores de los números estructurales de las diferentes capas de la vía Zumbahuayco

Material	Período de diseño n= 10 años (2014 - 2024)	Período de diseño n= 20 años (2014 - 2024)
Sub rasante	1.7928	2.1757
Sub base	1.7841	2.1656
Base	1.6431	2.0034
Concreto asfáltico	1.4886	1.8261

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

5. PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE LOS MATERIALES DEL PAVIMENTO

Las características de los materiales que conforman la estructura de la vía se evalúan en función de los factores y valores expuestos en la siguiente tabla según la norma NEVI-12.

Cuadro 29 Especificaciones de Base y Sub Base

Material	CBR	Lim. Liquido	Indice de plasticidad
Sub base	$\geq 30\%$	≥ 25	< 6
Base	$\geq 80\%$	≥ 25	< 6

Fuente: Nevi-12

En el libro Curso de actualización de diseño estructural de caminos. Método AASHTO '93-Septiembre 1988, se encuentra la siguiente ecuación, la cual relaciona el número estructural con los espesores de la estructura de la vía.

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * m_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3 \quad (50)$$

Donde:

SN= Número Estructural

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales o de capa adimensionales

m_2, m_3 = son los coeficientes de drenaje

D_1, D_2, D_3 = son los espesores de las capas en pulgadas o en centímetros

Existen diferentes combinaciones de espesores para distintas soluciones a la formula tomando en cuenta siempre las recomendaciones de la norma, la cual dice que los espesores de capa a construirse deben ser protegidas de deformaciones permanentes producidas por capas superiores con más resistencia.

6. COEFICIENTE DEL DRENAJE

Es importante estudiar la capacidad de filtro o drenaje de las capas de base y sub base y el efecto que produce en ellas el agua saturada.

A continuación se presenta el siguiente cuadro de coeficientes de drenaje en función de la calidad del drenaje, tomada de la AASHTO 93'.

Cuadro 30 Calidad de drenaje para 50% y 85% de saturación

Calidad de drenaje	50% de saturación	85% de saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	Mas de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mucho mas de 10 horas

Fuente: Curso de actualización de diseño estructural de caminos. Método AASHTO '93-Septiembre 1998

En base al estudio de drenaje del capítulo VII se considera una calidad de drenaje buena y una saturación del 50%, ya que al tener un índice de plasticidad ≤ 6 , la base y sub base actúan como filtro porque tienen un porcentaje alto de finos.

Se toma en cuenta los siguientes factores para hacer una selección adecuada del coeficiente de drenaje.

- Sistema de drenaje: Se lo expone en el capítulo VII y está calculado en función de la precipitación máxima diaria de 52.6 mm, temperatura de 16° y clima de la zona mesotérmico seco; por lo que se considera eficiente y que garantiza las condiciones óptimas en la vía.
- Sellado adecuado: Se lo realiza para las capas de la estructura de la vía

Para una calidad de drenaje buena con un porcentaje $\geq 25\%$ de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, se hallan los coeficientes de drenaje a partir del cuadro 31.

Cuadro 31 Coeficiente de Calidad de Drenaje según AASHTO

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos la saturación			
	<1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Curso de actualización de diseño estructural de caminos. Método AASHTO '93-Septiembre 1998

Los coeficientes de drenaje son:

Para Base $m_2 = 1$

Para Sub Base $m_3 = 1$

7. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Para que el proyecto sea factible y económico, los valores de los espesores de las capas de concreto asfáltico y base granular en función del tráfico, no deben ser menores a los espesores mínimos del cuadro 32.

Cuadro 32 Espesores mínimos de Concreto Asfáltico y Base Granular

Número de ESAL's	Concreto asfáltico	Base regular
Menos de 50000	2.50cm	10cm
50000-150000	5.00cm	10cm
150000-500000	6.50cm	10cm
5000000-2000000	7.50cm	15cm
2000000-7000000	9.00cm	15cm
Mas de 7000000	10.00cm	15cm

Fuente: Curso de actualización de diseño estructural de caminos. Método AASHTO '93-Septiembre 1998

Con los valores de ESAL's hallados anteriormente, se tiene que los valores mínimos son:

Para 10 años; concreto asfáltico ≥ 6.5 cm y base ≥ 10 cm.

Para 20 años; concreto asfáltico ≥ 7.5 cm y base ≥ 15 cm.

En función de los números estructurales de la tabla 26. Se calcula la estructura del pavimento utilizando las siguientes fórmulas tomadas de la norma AASHTO'93.

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad (51)$$

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2} \quad (52)$$

$$D_3 \geq \frac{SN_3 (SN_2 + SN_1)}{a_3 * m_3} \quad (53)$$

Donde:

D_1 = espesor de la capa de concreto asfáltico, expresado en pulgadas

D_2 = espesor de la capa de material granular base, expresado en pulgadas

D_3 = espesor de la capa de material granular sub base, expresado en pulgadas

Se procede a hallar los coeficientes estructurales a_1, a_2 y a_3 .

- Coeficiente Estructural de Asfalto (a_1)

Para determinar este factor es necesario encontrar el valor de Marshall, esta metodología ayuda a definir las propiedades de las mezclas asfálticas, mismo que varía sus características según la temperatura.

La normativa del MTOP indica que el valor Marshall está en función de la clasificación del tráfico, y este a su vez está en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDP) esperada por el carril de diseño en el momento de poner en funcionamiento la vía, luego de ser construida o rehabilitada. Este valor se obtiene del siguiente cuadro:

Cuadro 33 Intensidad media diaria de vehículos pesados

TRÁFICO	IMDP
Liviano	Menos de 50
Medio	50 a 200
Pesado	200 a 1000
Muy Pesado	Más de 1000

Fuente: MTOP-001-F 2002, Especificaciones para la construcción de caminos y puentes

Para $n= 10$ años se tiene un tráfico de 20 vehículos pesados que pertenece a un IMDP menos de 50 vehículos correspondiente a tráfico liviano.

Para $n= 20$ años se tiene un tráfico de 39 vehículos pesados que pertenece a un IMDP menos de 50 vehículos correspondiente a tráfico liviano.

Con estos datos y el cuadro 34 se obtiene el criterio Marshall:

Cuadro 34 Tipo de tráfico diario media de vehículos pesados

Tipo de tráfico		Criterios Marshall (Estabilidad en lb)
Muy pesado	MÍNIMO	2200
	MÁXIMO	-----
Pesado	MÍNIMO	1800
	MÁXIMO	-----
Medio	MÍNIMO	1200
	MÁXIMO	-----
Liviano	MÍNIMO	1000
	MÁXIMO	2400

Fuente: MTOP-001-F 2002, Especificaciones para la construcción de caminos y puentes

Se observa que el criterio Marshall para tráfico liviano, para los dos periodos de diseño, se encuentra entre 1000 y 2400 lbs., se toma un valor medio, entonces la estabilidad asumida para el cálculo es de 1800lb, con este valor y el ábaco presentado a continuación se halla el valor de a_1 .

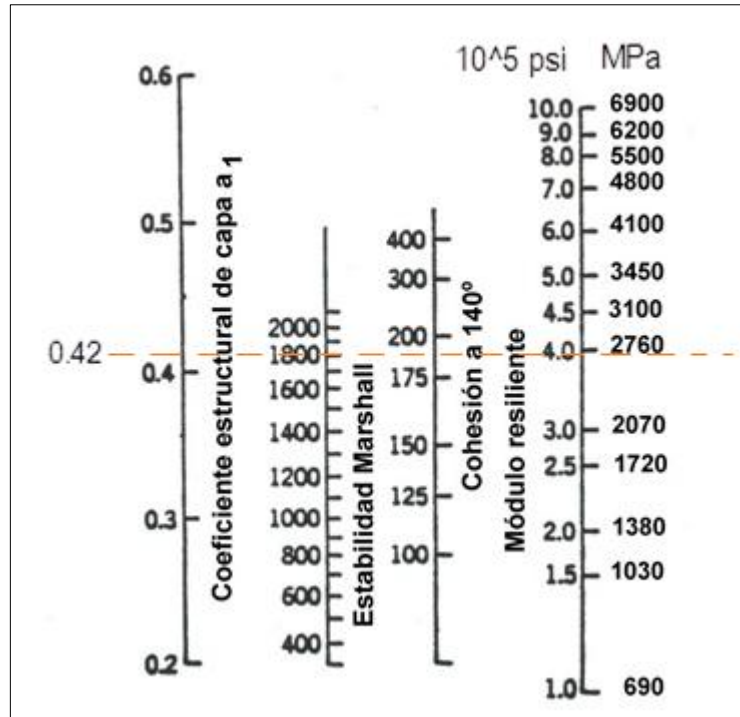


Fig. 18 Ábaco para encontrar el coeficiente estructural a_1

Fuente: MTOP-001-F 2002, Especificaciones para la construcción de caminos y puentes

El valor para el coeficiente estructural de la capa de asfalto a_1 es 0.42

- Coeficiente Estructural de la Base (a_2)

Para hallar el valor de a_2 es necesario tomar en cuenta el valor del CBR de la Base igual a 80% y usarlo en el siguiente ábaco.

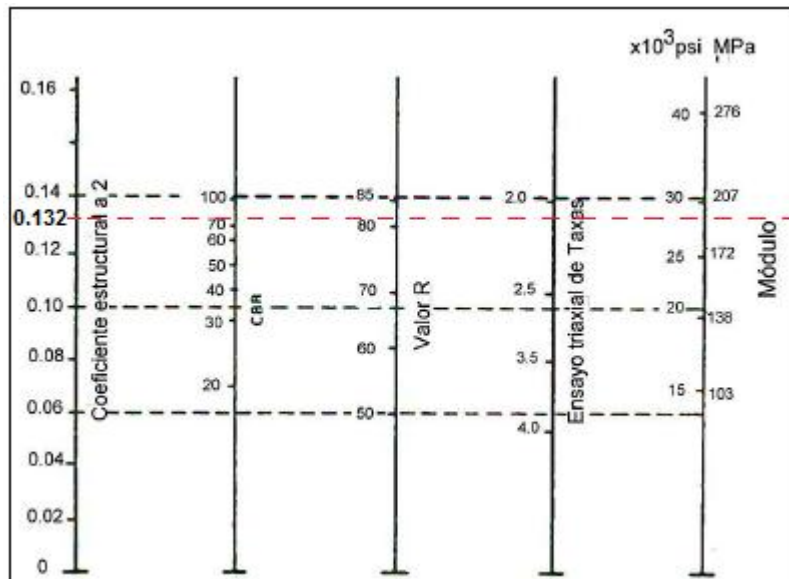


Fig. 19 Ábaco para encontrar el coeficiente estructural a_2

Fuente: MTOP-001-F 2002, Especificaciones para la construcción de caminos y puentes

Se obtiene un coeficiente estructural $a_2=0.132$

- Coeficiente Estructural de la Sub Base (a_3)

Para hallar el valor de a_3 es necesario tomar en cuenta el valor del CBR de la Sub Base igual a 35% y usarlo en el siguiente ábaco.

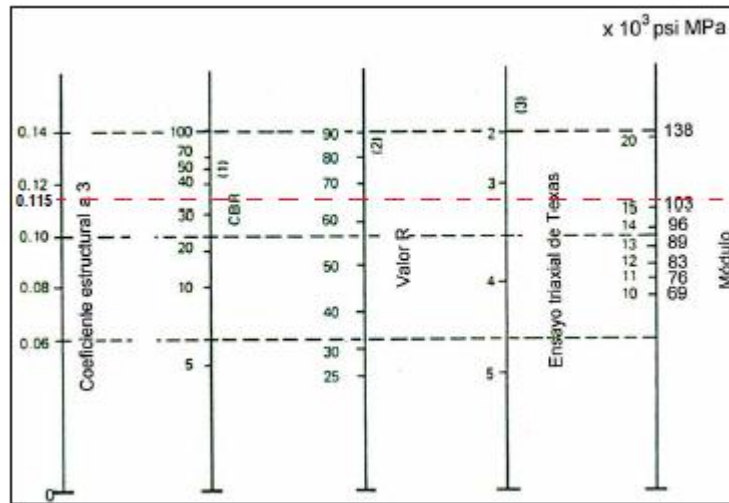


Fig. 20 Ábaco para encontrar el coeficiente estructural a_3

Fuente: MTOP-001-F 2002, Especificaciones para la construcción de caminos y puentes

Se obtiene un coeficiente estructural $a_3=0.115$

Con todos los factores encontrados anteriormente se determinan los espesores de la estructura de pavimento para los periodos de 10 y 20 años, utilizando las formulas (51), (52) y (53) para el espesor de la capa asfáltica, base y sub base respectivamente.

A continuación se presentan las tablas de cálculo de los espesores de la estructura.

Tabla. 27 Cálculo de espesores de asfalto, base y sub base.

DETERMINACIÓN DE ESPESORES n= 10 años					
CAPA	ESPESOR CALCULADO (pulg)	ESPESOR ASUMIDO (Pulg)	ESPESOR ASUMIDO (cm)	NÚMEROS ESTRUCTURALES	
D1=	3.54	2.56	6.50	SN1=	1.0752
D2=	4.30	3.95	10.00	SN2=	0.5214
D3=	1.71	5.15	13.00	SN3=	0.59225
Espesor Total	9.55	11.66	29.50	Σ=	2.18885

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

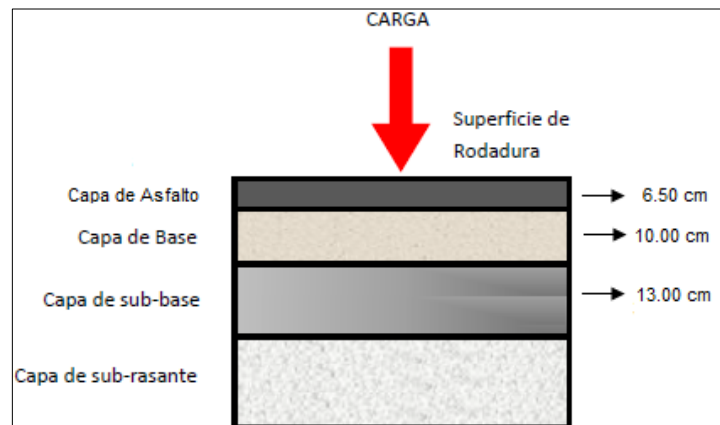


Fig. 21 Estructura de la Vía Zumbahuayco para n= 10 años

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Tabla. 28 Cálculo de espesores de asfalto, base y sub base.

DETERMINACIÓN DE ESPESORES n= 20 años					
CAPA	ESPEJOR CALCULADO (pulg)	ESPEJOR ASUMIDO (Pulg)	ESPEJOR ASUMIDO (cm)	NÚMEROS ESTRUCTURALES	
D1=	4.35	2.95	7.50	SN1=	1.24068
D2=	5.78	5.90	15.00	SN2=	0.7788
D3=	1.36	6.70	18.00	SN3=	0.7705
Espejor Total	11.48	15.55	40.50	Σ=	2.78998

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

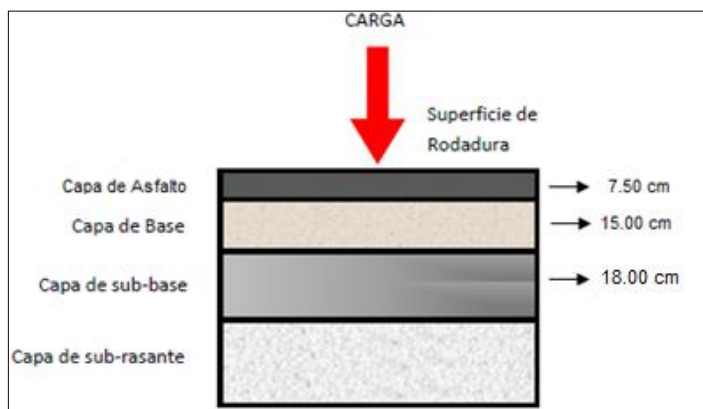


Fig. 22 Estructura de la Vía Zumbahuayco para n= 20 años

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

8. MATERIALES QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Los materiales que forman la estructura del pavimento son: concreto asfáltico, base y sub base cuyos espesores han sido calculados anteriormente.

8.1. CONCRETO ASFÁLTICO

El concreto asfáltico se compone de agregados y cemento asfáltico el cual ocupa el volumen de vacíos existentes entre los agregados.

La calidad de la granulometría de los agregados es de gran importancia y la AASHTO presenta la siguiente figura para elegir el agregado más adecuado.

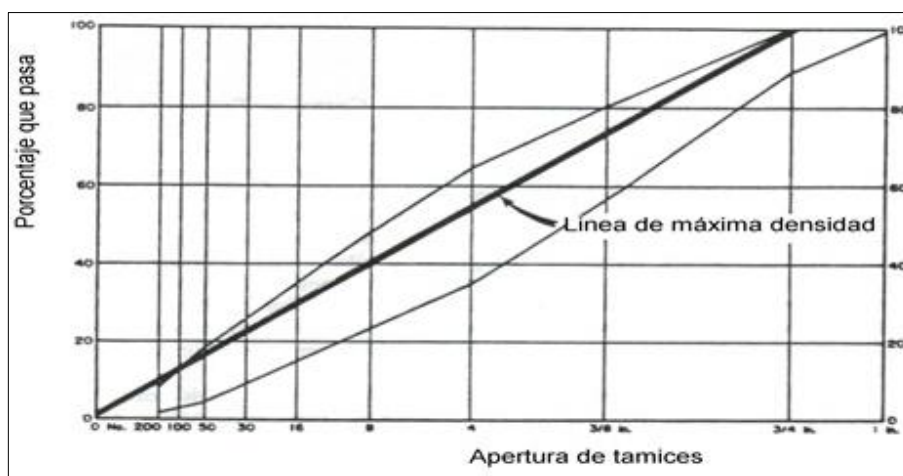


Fig. 23 Gráfico de granulometrias para agregados a usar en Concretos Asfálticos

Fuente: Curso de actualización de diseño estructural de caminos. Método AASHTO '93-Septiembre 1998

La gráfica indica que no se pueden tener granulometrías que crucen la línea de máxima densidad ya que se obtendrían mezclas muy deformables y de baja durabilidad.

La capa de concreto asfáltico tiene como objetivo: brindar una superficie durable y económica, mantener la adherencia de la capa granular con la asfáltica y no permitir el ingreso de agua al resto de capas de la estructura que se encuentran bajo de ella.

8.2. CAPA DE IMPRIMACIÓN

“Sobre la capa granular que vaya a recibir una capa de mezcla bituminosa o un tratamiento superficial, deberá efectuarse, previamente, un riego de imprimación o ligante hidrocarbonado” (M.T.O.P, 2012) Sección 2B.102. p. 101

8.3. CAPA DE BASE

Esta capa es una de las más importantes pues esta soporta la mayor parte de los esfuerzos provocados por el tránsito que circula sobre vía. Al momento del tendido de esta capa se lo deberá hacer de tal manera que la compactación sea la óptima para que no permita su deformación. Además se debe tener en cuenta que el material y los agregados tienen que ser limpios, sólidos y resistentes libres de polvo, suciedad, arcillas y sustancias orgánicas.

Nota: para que la compactación sea óptima el material de la base debe cumplir la resistencia hallada en laboratorio; la resistencia está relacionada con el ángulo de fricción interna y la estabilidad, mientras mayor sea el contacto entre partículas se tendrá mayor resistencia al corte. (Bowles, 1982)

La norma indica que la base a ser utilizada será de clase I-tipo B como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 35 Especificaciones para la granulometría del material de Base

TAMIZ		BASE CLASE I TIPO A		BASE CLASE I TIPO B	
		Min.	Max.	Min.	Max.
2"	50 mm		100		100
1 1/2"	37.5 mm	70	100	70	100
1"	25 mm	55	85	60	90
3/4"	19 mm	50	80	45	75
3/8"	9.5 mm	35	60	30	60
N° 4	4.75 mm	25	50	20	50
N° 10	2 mm	20	40	10	25
N° 40	0.425 mm	10	25	2	12
N° 200	0.075 mm	2	12		

Fuente: NEVI-12

También se debe cumplir con la siguiente normativa dictada por la NEVI-12:

- Límite líquido < 25
- Índice de Plasticidad < 6
- CBR \geq 80%
- Porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será < 40%.

8.4. CAPA DE SUB BASE

La norma indica que la sub base a ser utilizada será de clase II como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 36 Especificaciones para la granulometría del material de Sub Base

TAMIZ		SUB BASE CLASE I		SUB BASE CLASE II		SUB BASE CLASE III	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
3"	76.2 mm						100
2"	50.4 mm	-	-		100		-
1 1/2"	38.1 mm		100	70	100		-
N° 4	4.75 mm	30	70	30	70	30	70
N° 40	0.425 mm	10	35	15	40		-
N° 200	0.075 mm	0	15	0	20	0	20

Fuente: NEVI-12

También se debe cumplir con la siguiente normativa dictada por la NEVI-12:

- Límite líquido < 25
- Índice de Plasticidad < 6
- CBR \geq 30%
- Porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será < 50%.

CAPITULO 9 PRESUPUESTO

1. INTRODUCCIÓN

El costo de la ejecución de la obra está basado en los diseños establecidos en los capítulos anteriores y gastos en general que se prevén para realizar con éxito el proyecto del mejoramiento y pavimentación de la vía Zumbahuayco.

2. PRESUPUESTO

Se adjuntan la sabana principal y los precios unitarios que comprenden el presupuesto de la obra, dentro del cual se consideran los siguientes elementos:

- Mano de obra: valor establecido en función de las tablas salariales para el año 2015, publicadas por la Contraloría General del Estado
- Costo de materiales
- Equipos: que se utilizarán para la construcción del proyecto.
- Rendimiento de mano de obra y equipos: se ha tomado el tiempo que requieren para ejecución o elaboración de una unidad. Estos valores son tomados de la tabla de rendimientos proporcionada por el Gobierno Provincial del Cañar.
- Costos indirectos del 20%: que representa la administración de la construcción de la vía, dentro de este valor se contemplan dirección técnica, labores administrativos e impuestos, instalaciones provisionales, garantías, imprevistos etc., es decir todas las actividades o rubros a considerarse dentro del proyecto.

Para el cálculo de precios unitarios se utiliza el programa de INTERPRO porque ofrece facilidades de cálculo y lo más importante se adecua a la condición económica actual del Ecuador y a nivel local. En el Anexo F se encuentran el análisis de precios unitarios de cada rubro.

En la sabana principal se detalla el valor unitario y la cantidad de obra a realizarse conforme a cada rubro del proyecto; rubros que se contemplan previamente según las necesidades que requiere la construcción de la vía Zumbahuayco.

El presupuesto para la ejecución del proyecto “Mejoramiento de la Vía Zumbahuayco y Diseño del Pavimento del tramo Abscisa 0+000 hasta 3+500”, es el siguiente:

Cuadro 37 Cantidades y precios.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR						
Proyecto: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco y Diseño del Pavimento desde la Abcisa 0+000 hasta 3+500						
Ubicación:		Parroquia Javier Loyola, Provincia del Cañar				
Fecha:		Mayo 2015				
PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		MOVIMIENTO DE TIERRAS				184,810.18
1,001	501001	Replanteo y nivelación para vías	ml	3,480.00	2.17	7,551.60
1,002	500030	Excavación mecánica en suelo sin clasificar	m3	13,355.78	3.44	45,943.88
1,003	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	2,325.60	3.41	7,930.30
1,004	505009	Relleno compactado con material de mejoramiento en zan	m3	2,525.68	25.39	64,126.94
1,005	506011	Desalajo de materiales hasta 6 km	m3	17,342.70	1.76	30,523.14
1,006	506005	Sobreacarreo de materiales para desalajo, lugar determin	m3-km	34,685.39	0.25	8,671.35
1,007	502028	Limpieza de alcantarillas	m3	50.00	12.32	616.00
1,008	505022	Conformación de escombrera	m3	17,342.70	1.10	19,076.97
1,009	504002	Excavación manual material sin clasificar	m3	40.00	9.25	370.00
2		DRENAJE, SUBDRENES Y MUROS				52,066.62
2,001	522048	Tubería de Ho. So. D=0.60m para pasos de agua	m	70.00	49.70	3,479.00
2,002	522049	Tubería Corrugada D = 1.2m. Esp = 2.5mm	m	3.00	284.26	852.78
2,003	533005	Geotextil para subdrenes	m2	1,320.00	2.39	3,154.80
2,004	514058	Tubería de PVC D = 160mm para subdrenes	m	330.00	9.98	3,293.40
2,005	505023	Material filtrante para drenes, suministro y colocación.	m3	105.60	22.81	2,408.74
2,006	507002	Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm2	m3	25.20	113.52	2,860.70
2,007	527035	Hormigón ciclópeo (60% H.S. y 40% piedra) f'c = 210 kg/cm2	m3	300.00	109.45	32,835.00
2,008	512044	Encofrado recto.	m2	140.00	10.97	1,535.80
2,009	504018	Eribado continuo	m2	84.00	19.60	1,646.40
3		ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				671,622.92
3,001	506012	Transporte mat. mejoram., sub base, base granular y Ho.	m3/km	74,486.00	0.42	31,275.72
3,002	505024	Acabado de obra básica existente	m2	25,056.00	0.58	14,532.48
3,003	505025	Mejoramiento subrasante con suelo selec. (Sin Transporte)	m3	2,016.00	13.32	26,853.12
3,004	505004	Sub base Clase 2 (Sin Transporte)	m3	3,758.40	18.52	69,605.57
3,005	505026	Base clase 1 tipo " B". D<1 1/2". (sin transporte)	m3	3,132.00	24.06	75,355.92
3,006	529001	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	20,880.00	1.00	20,880.00
3,007	529020	Capa ligante para asfalto.	m2	20,880.00	0.32	6,681.60
3,008	529008	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta	m2	20,880.00	13.00	271,440.00
3,009	507010	Ho. So. f'c = 180 kg/cm2 para cunetas y bordillos	m3	904.80	108.59	98,252.23
3,010	512043	Encofrado recto para cunetas y bordillos	m2	4,732.80	10.97	51,918.82
3,011	527024	Corte y sellado de juntas con emulsión asfáltica	ml	1,670.40	2.89	4,827.46
4		SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIONES				16,470.24
4,001	531039	Marca de Pavimento (Pintura sobre la calzada)	ml	10,440.00	1.07	11,170.80
4,002	531001	Señalización vertical	u	15.00	111.46	1,671.90
4,003	531041	Guardavía simple con gema (unidad=3.81m)	u	18.00	201.53	3,627.54
5		PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				1,509.28
5,001	532001	Valla de advertencia de obras y desvío	u	5.00	21.04	105.20
5,002	532003	Señalización con cinta	ml	1,000.00	0.20	200.00
5,003	532004	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	5.27	105.40
5,004	532006	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	300.00	0.25	75.00
5,005	532024	Malta plástica de seguridad K0001, suministro e instalación	ml	200.00	0.82	164.00
5,006	500008	Letrero de información del Proyecto	u	2.00	338.04	676.08
5,007	532040	A - 0002: Suministro Letrero Hombres Trabajando 0.75 x 0.75	u	3.00	26.40	79.20
5,008	532042	A - 0015: Suministro Letrero Vía Cerrada / Señal de Mens	u	3.00	34.80	104.40
		SUBTOTAL				926,479.24
		IVA			12%	111,177.51
		TOTAL				1,037,656.75

So: UN MILLÓN TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS CON 75/100 DÓLARES

Elaboración: Maria Eugenia Ramirez Andrade

CAPÍTULO 10 IMPACTO AMBIENTAL

1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio busca identificar los aspectos negativos y positivos que trae el mejoramiento y pavimentación de la vía Zumbahuayco, debido a que hacerlo, conlleva a la extracción de suelo y vegetación afectando así, al medio. El objetivo es establecer un plan de mitigación que conserve la ecología minimizando los impactos en la zona donde se asienta la vía.

1.2. MARCO INSTITUCIONAL

La Dirección Ambiental del Ministerio del Ambiente y del Gobierno Provincial del Cañar son los encargados de vigilar se dé cumplimiento a las leyes ambientales, reglamento y ordenanzas.

Lo que dice la norma:

En obras de inversiones publicas o privadas, las obligaciones que se desprendan del sistema de manejo ambiental, constituirán elementos del correspondiente contrato. La evaluación del impacto ambiental conforme al reglamento especial será formulada y aprobada, previamente a la autorización emitida por el ministerio del ramo.

Le corresponde al Ministerio del Medio Ambiente: determinar las obras, proyectos e inversiones que requieran someterse al proceso de aprobación de los estudios de impacto ambiental (Ley de Gestión Ambiental).

El marco legal para la construcción de esta obra se establece en función de la siguiente legislación:

- Ley de Gestión Ambiental artículos 6, 9, b), e), 19, 24, 26.
- Ley forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Artículo 28 (reformado por la Ley de Gestión Ambiental)
- Ordenanza Sustitutiva de reglamentación de Uso de suelo Urbano Rural del Cantón Azogues. 2009. Artículo 65, literal d
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental artículo 15.
- Ley de aguas artículo 2,3,4,5,8,15,16,20,21, 27,32,33, 49, 56, 84, g.
- Ley Reformatoria a la Ley de Caminos (Obligatoriedad de estudio de impacto ambiental en obras viales). Artículo 3,4, 51
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al recurso agua. Artículos 64, 66, 67, 69, 71, 72, 93, 94, 95.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originado por la emisión de ruidos. Artículos 42, 43.
- Reglamento que establece las normas de calidad del aire y sus métodos de medición.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al recurso suelo. Artículos 6b, 19, 24, 29, 31, 32, 37, 41, 42, 43, 51.
- Reglamento para el manejo de desechos sólidos. Artículos 48, 76, 105, 133, 134, 135.

1.3. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN EL PROYECTO

La participación de los habitantes de la comunidad es primordial no solo para minimizar los impactos ambientales sino para concientizar a los pobladores sobre la prevención de impactos, que se presentan tanto para las etapas contempladas en el proyecto como para las complementarias. Siendo necesario difundir la información a través de talleres a líderes, trabajadores y comunidad en general, sobre las actividades a ejecutarse durante la construcción de la vía.

1.4. CONDICIONES AMBIENTALES ACTUALES O LÍNEA BASE

Las condiciones ambientales actuales de la zona son las siguientes:

- La contaminación del recurso agua: es uno de los principales problemas del sector, causado por las descargas de efluentes y desechos en márgenes y cauces de río y quebradas.
- Déficit de suministro y dotación de agua: existe poco abastecimiento del líquido vital tanto para riego como para consumo humano y alcantarillado.
- Erosión: los suelos sufren procesos erosivos.
- Área de influencia directa: se tomo el ancho de la vía existente que es donde se va realizar los diferentes trabajos de mejoramiento.
- Área de influencia indirecta: se considera 50 m a cada lado de la vía.
- Clima y pluviosidad: la vía se asienta sobre una zona de clima mesotérmico seco. La precipitación anual registrada en la zona es de 869.6mm con temperaturas entre los 12 a 18 grados.

1.5. USOS DEL AGUA

La comunidad de Zumbahuayco cuenta con un sistema de agua comunitario para el abastecimiento a los pobladores del área de estudio. Para la distribución del líquido vital la comunidad cuenta con un tanque de reserva y una caseta de cloración; se considera a esta agua como entubada pues el único tratamiento que recibe es de cloración. (Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado, 2012) p. 154

La información del abastecimiento de agua se recopiló de la Junta Administradora de Agua de la Parroquia y EMAPAL.

1.5.1. Uso actual del Agua

Uno de los principales problemas es la desigualdad en la disponibilidad de agua pues varía según el tipo de actividad para la cual se emplea, de las cuales, tenemos las siguientes en orden de importancia descendente:

- Agricultura de Irrigación.
- Consumo Doméstico.
- Abrevaderos para ganadería.

Cabe resaltar que el agua de la comunidad sufre alteraciones de su calidad producto de las diversas actividades humanas que sobre la misma se realizan, existen contaminación de quebradas con basura y descargas de aguas residuales domésticas. (Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado, 2012) p. 46.

1.6. ASPECTOS ECOLÓGICOS Y BIÓTICOS

1.6.1. Descripción del medio biótico

La zona de la comunidad de Zumbahuayco está dentro de la formación Vegetal Matorral Húmedo Montano de los andes Norte y Centro. No existe vegetación nativa en buen estado, está casi totalmente destruida y ha sido reemplazada por cultivos o por bosques de eucalipto.

1.6.2. Zona de vida

El área donde se encuentra la vía Zumbahuayco presenta una elevación de 2363.789 m.s.n.m., según la clasificación de Holdridge¹⁷ presenta una zona de vida que corresponde a Bosque Montano Bajo de la Provincia Sub-Húmeda.- con precipitación media anual de 986.4 mm y una temperatura de 16°C.

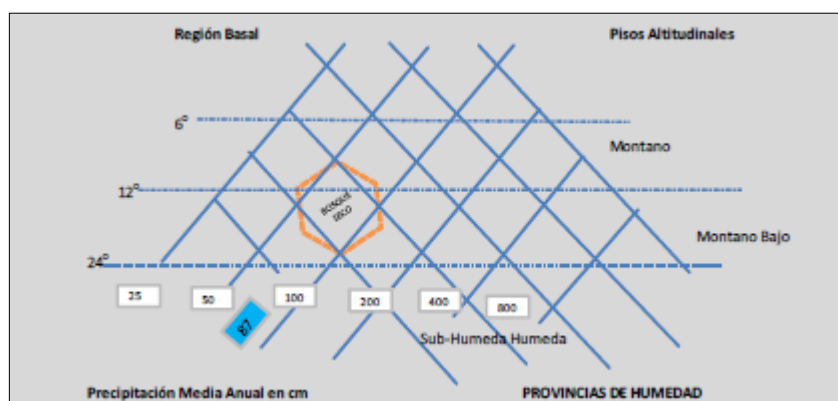


Fig. 24 Diagrama de Holdridge para la Comunidad de Zumbahuayco

1.6.3. Diagnóstico del Ecosistema

Del diagnóstico efectuado se concluye que el ecosistema propio de la zona sufre un desequilibrio, pues la vegetación original ha sido convertida, debido a la ejecución de actividades agrícolas y agro ganaderas intensivas; el deterioro de la biodiversidad nativa al igual que la vegetación, produce un déficit de cobertura vegetal, lo cual provoca que disminuyan los espacios ecológicos-hábitats aptos para la supervivencia de especies silvestres.

La cobertura vegetal se ha visto afectada debido a la quema indiscriminada, contaminación de márgenes de quebradas y río.

1.7. FLORA

Los arbustos que se encuentran en esta zona tienen una altura de menos de 5 m, se encuentran especies combinadas como: Eucaliptus sp, Pinus patula y Acacia sp, entre las nativas están árboles como eucalipto (eucaliptus globulus), aliso, halo, gañal; arbustos como: chilco retama, sigsal, laurel sacha, shilpalpal, y plantas herbáceas como: diente de león, kicuyo y maíz.

¹⁷ HOLDRIDGE (1947 y 1967) Diagrama de clasificación de zonas de vida. El autor define las zonas mediante límites progresivos del promedio de precipitación anual y del promedio de la biotemperatura. Esta última se deriva para un año promedio, sumando todas las temperaturas por hora entre 0° y 30°. (los límites supuestos para el crecimiento de las plantas) y dividiendo por la cantidad total de horas en un año.

1.8. FAUNA

Existen especies endémicas de mamíferos como la musaraña del Azuay y musaraña ecuatoriana. En cuanto a aves existen tórtolas, mirlos, chugos, el quinde y el gorrión. En lo que se refiere a reptiles y anfibios se encuentran ranas y lagartijas. Dentro de los mamíferos representativos hay añas, comadreja andina, chucurillo, zorro, zarigüeya, conejo, ratón andino, huagurro y domésticos como ovejas, cuyes, perros, gatos y vacas.

1.9. PAISAJE

Existen elementos de paisaje naturales como mosaico de cultivos, pastos y eucaliptos, así como también asentamientos dispersos y lineales.

El paisaje tiene características de relieve llano que permite la ocupación con usos urbanos, también existen relieves con pendientes altas donde se dificulta la implantación de edificaciones.

1.10. USOS DEL SUELO

El uso del suelo se define como Mosaico de pasto, cultivo, vivienda dispersa: este tipo abarca pastizales, cultivos, construcciones y viviendas.

- El 89% del suelo dedica sus parcelas al cultivo de maíz, fréjol, habas, el 45% al cultivo de arvejas, 24% cebada, 30% hortalizas y legumbres y 20% al cultivo de papas.
- El 27% son pastizales como alfalfas.
- El suelo también es utilizado para practicar actividades pecuarias.

1.11. ASPECTOS SOCIALES

1.11.1. Población

La mayor parte de la población residente en esta área es joven de 5 a 15 años según censo de 2010 con un índice del 31.81% y de vejez de 10.36%.

Según el INEC, el índice de migración corresponde al 11% de la población, la cual ha emigrado a España y Estados Unidos por motivos de trabajo.

1.12. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA EXISTENTES

1.12.1. Infraestructura General

Los asentamientos de Zumbahuayco y la Unión que pertenecen a la comunidad de Zumbahuayco, cuentan con poca infraestructura pero en constante crecimiento se ubica una capilla, una escuela, 2 casas comunales, cancha, cementerio y un puesto de salud.

Los servicios con los que cuenta la comunidad son:

- Procedencia de Agua recibida: 26.29% Red Pública, 7.62% Pozo, 55.92% río, vertientes, acequia o canal, 0.00% carro repartidor y 10.17% agua lluvia o albarrada.
- Conexión de Agua: 19.89% tubería dentro de la vivienda, 57.69% tubería fuera de la vivienda pero dentro del lote o terreno y 2.24% tubería fuera del terreno o lote
- Tipo de servicio Higiénico: conectada a red pública de alcantarillado 0.00%, 63.38% conectado a pozo séptico, 4.34 conectado a pozo ciego, 1.20% con descarga al río, lago o quebrada, 4.03% letrina y 27.05% no tiene.

- Procedencia de luz: 95.21% red de empresa eléctrica de servicio público y 4.79% no tiene.
- Eliminación de basura: 40.79 por carro recolector, 2.24% la arrojan en terreno baldío o quebrada, 53.20 la queman y 3.59 la entierran.
- Disponibilidad de teléfono convencional: 21.23% sí dispone de este servicio.
- Disponibilidad de teléfono celular: 69.66% sí dispone de este servicio.
- Disponibilidad de Internet: 2.24 dispone de este servicio.

1.13. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y SANITARIAS

1.13.1. Actividades económicas de la zona

Las actividades económicas que se realizan en la comunidad son en su mayoría de agricultura con un 24.12%, industria manufacturera con 16.10% y construcción con el 11.32%. Cabe recalcar que la actividad agrícola es la base de la economía de los hogares y de la localidad, sus tierras son fértiles pero carece de un nivel de organización comunitaria, de financiamiento y asistencia técnica; lo que ha provocado que la producción disminuya su rendimiento y rentabilidad, pues cada unidad productiva produce sin saber a qué precio o a quien podrá vender sus productos y sin tener la seguridad sobre la calidad de los insumos que está adquiriendo para sus cultivos. (Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado, 2012) p. 109

Otra de las actividades económicas es la pecuaria; animales como cuyes, pollos, conejos, porcinos, ovinos y vacunos son comercializados en forma directa en los distintos mercados y ferias agropecuarias de Azogues y Cuenca

1.13.2. Eliminación de aguas servidas y lluvias

Para la evacuación de aguas lluvia y servidas los asentamientos de la comunidad cuentan con una red de alcantarillado parcial, pozo séptico y letrinas.

1.13.3. Vivienda

El crecimiento de urbanización es acelerado, motivos por los cuales se han incrementado el costo del suelo y la implantación de vivienda de segunda residencia.

Las viviendas son de tipo ladrillo, adobe y bloque

El 89% de los hogares disponen de parcelas de propiedad única, de los cuales el 91% utilizan para cultivos.

2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

2.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para la identificación de factores ambientales susceptibles de recibir impactos, se usa una tabla de chequeo basada en la lista de factores ambientales de Leopold, donde se comparan actividades realizadas en el proyecto versus factores ambientales, dándoles valores de -10 a +10 según la importancia, magnitud y tipo de impacto.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En la tabla 30 se observan todas las actividades consideradas en el proyecto que provocaran impactos ambientales; impactos que también se describen en esta misma tabla.

Cabe recalcar que dentro de la calidad del aire se identifican factores de contaminación por polvo o gases.

2.3. IMPACTOS AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN Y EN LA OPERACIÓN

En la siguiente tabla se observa que para la fase de construcción (FC) 10 factores ambientales son susceptibles de recibir impactos y en la fase de operación (FO) son 6 factores.

Tabla. 29 Lista de factores ambientales.

Lista de Factores Ambientales Susceptibles de Recibir Impactos				
Factor	Categoría	Subcategoría	FC	FO
Características Físicas Químicas	Aire	Calidad de Aire	X	X
	Agua	Calidad de Agua Superficial	X	
	Tierra	Calidad de suelos	X	
		Erosión	X	
Condiciones Biológicas	Flora	Alteración de Flora	X	
	Fauna	Alteración de Fauna	X	X
Factores Culturales	Percepción del Paisaje	Alteración del Paisaje	X	X
	Estructura Económica y Productiva	Alteración del uso del suelo		X
		Empleo	X	
	Alineaciones sobre el Bienestar	Calidad de Vida	X	X
		Alteración del Tráfico Vehicular	X	X
Total			10	6

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Tabla. 30 Identificación de los impactos ambientales

Medio	Componente	Factores Ambientales	Limpieza de cunetas a máquina	Excavación en suelo	Colocación de pasos de agua	Conformación de obra básica	Transporte de materiales	Colocación de mejoramiento	Colocación de sub-base	Colocación de base	Carpeta asfáltica	Cunetas y bordillos	
Características Físicas Químicas	Aire	Calidad de Aire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Agua	Calidad de Agua Superficial	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Tierra	Calidad de suelos	X	X	X	X							
		Erosión	X	X	X	X							
Condiciones Biológicas	Flora	Alteración de Flora	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Fauna	Alteración de Fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Factores Culturales	Percepción del Paisaje	Alteración del Paisaje	X	X							X	X	
	Estructura Económica y Productiva	Alteración del uso del suelo	X	X	X	X	X						
		Empleo	X		X		X	X	X	X			
	Alineaciones sobre el Bienestar	Calidad de Vida	X	X	X							X	X
		Alteración del Tráfico Vehicular	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade.

2.4. CALIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Tabla. 31 Calificación de los impactos ambientales

			Limpieza de cunetas a máquina	Excavación en suelo	Colocación de pasos de agua	Conformación de obra básica	Transporte de materiales	Colocación de mejoramiento	Colocación de sub-base	Colocación de base	Carpeta asfáltica	Cunetas y bordillos	IMPACTOS POSITIVOS	IMPACTOS NEGATIVOS	TOTAL ACCIONES	
Medio	Componente	Factores Ambientales														
Características Físicas Químicas	Aire	Calidad de Aire	-1 2	-4 2	-2 2	-4 2	-5 6	-5 6	-5 6	-5 6	-4 4	-2 2	0	10	-162	
	Agua	Calidad de Agua Superficial	-3 2	-3 2	-4 2	-1 2	-1 2	-1 4	-1 4	-1 4	-4 4	-3 4	0	10	-64	
	Tierra	Calidad de suelos	-1 1	-1 4	+3 1	+4 1								2	2	2
		Erosión	-1 3	-1 5	-1 2	-1 2								0	4	-12
Condiciones Biológicas	Flora	Alteración de Flora	-4 1	-7 4	-1 1	-1 1	-4 5	-4 2	-4 2	-4 2	-4 2		0	9	-86	
	Fauna	Alteración de Fauna	-1 1	-1 2	-1 1	-1 1	-1 3	-1 3	-1 3	-1 3	-1 2		0	9	-19	
Factores Culturales	Percepción del Paisaje	Alteración del Paisaje	-1 2	-4 5							+3 5	+3 5	2	2	8	
	Estructura Económica y Productiva	Alteración del uso del suelo	-3 2	-1 5	-1 1	-1 1	-3 4							0	5	-25
		Empleo	+4 3		+4 3		+2 2	+2 3	+2 3	+2 3				6	0	46
	Alineaciones sobre el Bienestar	Calidad de Vida	+4 6	-5 4	+3 6						+6 8	+6 8		2	1	118
Alteración del Tráfico Vehicular		-4 2	-4 4	-4 4	-4 5	-2 3	-4 5	-4 5	-4 5	-4 5	-4 5	-4 4	0	10	-162	
IMPACTOS POSITIVOS			2	0	3	1	1	1	1	1	2	2	-356 / -356			
IMPACTOS NEGATIVOS			9	10	7	7	6	5	5	5	5	3				
TOTAL ACCIONES			3	-114	0	-31	-69	-59	-59	-59	1	31				

Elaboración: María Eugenia Ramirez Andrade

Para cuantificar los impactos ambientales se utiliza la fórmula a continuación descrita:

$$\text{Valor del Impacto} = \pm(\text{Imp.} * \text{Mag.})^{1/2}$$

(54)

Donde:

Imp= importancia

Mag= magnitud

Tabla. 32 Cuantificación de impactos ambientales.

Medio	Componente	Factores Ambientales	Limpieza de cunetas a máquina	Excavación en suelo	Colocación de pasos de agua	Conformación de obra básica	Transporte de materiales	Colocación de mejoramiento	Colocación de sub-base	Colocación de base	Carpeta asfáltica	Cunetas y bordillos	
Características Físicas Químicas	Aire	Calidad de Aire	-1.41	-2.83	-2	-2.83	-5.48	-5.48	-5.48	-5.48	-4	-2	
	Agua	Calidad de Agua Superficial	-2.45	-2.45	-2.83	-1.41	-1.41	-2	-2	-2	-4	-3.46	
	Tierra	Calidad de suelos	-1	-2	1.73	2							
		Erosión	-1.73	-2.24	-1.41	-1.41							
Condiciones Bilógicas	Flora	Alteración de Flora	-2	-5.29	-1	-1	-4.47	-2.83	-2.83	-2.83	-2.83		
	Fauna	Alteración de Fauna	-1	-1.41	-1	-1	-1.73	-1.73	-1.73	-1.73	-1.41		
Factores Culturales	Percepción del Paisaje	Alteración del Paisaje	-1.41	-4.47							3.87	3.87	
	Estructura Económica y Productiva	Alteración del uso del suelo	-2.45	-2.24	-1	-1	-3.46						
		Empleo	3.46		3.46		2	2.45	2.45	2.45			
	Alineaciones sobre el Bienestar	Calidad de Vida	4.9	-4.47	4.24							6.93	6.93
Alteración del Tráfico Vehicular		-2.83	-4	-4	-4.47	-2.45	-4.47	-4.47	-4.47	-4.47	-4.47	-4	

Elaboración: María Eugenia Ramírez Andrad

2.5. CATEGORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El total de acciones es de -356, mismo que indica que el proyecto causaría deterioro ambiental, por lo que es necesario aplicar medidas correctoras. Las acciones ambientales que causan impactos negativos más altos son las siguientes, ordenada en forma descendente desde la más dañina.

- Excavación en suelo (-114).
- Transporte de Materiales (-69).
- Colocación de mejoramiento, base y sub-base (-59).
- Conformación de obra básica (-31).

Y las acciones que causan impactos positivos están ordenadas en forma ascendente.

- Carpeta Alfáltica (1).
- Limpieza de cunetas a máquinas (3).
- Cunetas y bordillos (31).

2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS AFECTACIONES AL MEDIO AMBIENTE

Las afectaciones que se dan en el medio ambiente son principalmente las siguientes:

- La alteración del tráfico vehicular porque dificulta la movilidad y el desempeño normal de actividades cotidianas que se presentan en el sector.
- A la calidad del aire, ya que se produce una contaminación de polvo o gases durante la construcción de la vía.
- La alteración de la flora y fauna pues al excavar disminuirá la cobertura vegetal.
- La calidad de aguas superficiales también se ven afectada pues se empozan por los trabajos realizados de excavación.
- Forzosamente se produce un cambio de uso del suelo.

Notese que la ejecución de un proyecto genera desde su inicio un impacto positivo ya que genera empleo para los habitantes de la zona además de un incremento del valor en inmuebles y aumento de comercialización de sus productos pues contará con un servicio de carretera eficiente, el cual mejorará inminentemente la calidad de vida de los habitantes de la comunidad de Zumbahuayco.

3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

3.1. INTRODUCCIÓN

Para proceder a la elaboración del Plan de Manejo Ambiental se considera las medidas correctoras de los impactos ambientales identificados. Medidas que deben cumplir con las disposiciones legales y especificaciones técnicas para el correcto desarrollo de la construcción del proyecto.

3.2. OBJETIVOS

El objetivo es amortiguar, disminuir y mitigar los impactos ambientales teniendo especial cuidado en los que causen mayor trascendencia.

3.3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

3.3.1. Medidas de mitigación durante la construcción

- Realizar el desbrose del área necesaria: se procede a señalar el área exacta donde se realizan los trabajos de desbroce y se ubica el lugar donde se va ubicar el material vegetal desplazado para su posterior uso.
- Disminuir el ruido producido por el equipo caminero: realizar el mantenimiento de la maquinaria cada seis meses, comprobar que se trabaje dentro de los niveles de ruido permisibles mediante fonometría y chequear el buen funcionamiento de silenciadores
- Reducir el desempleo en la zona: contratar obreros de la localidad.
- Usar lonas para cubrir los baldes de los volquetes: se las coloca después de realizada la carga.
- Disminuir la contaminación del aire por polvo: humedeciendo las superficies que generen polvo debido al movimiento de tierras.
- Impartir capacitación en salud ocupacional, seguridad laboral y desarrollo sostenible a nivel apropiado para el personal y la comunidad.

3.3.2. Medidas de mitigación durante la etapa de operación y mantenimiento

- Plantar árboles propios de la zona en las áreas donde hayan sido retirados: se debe seleccionar las especies que se van a cultivar, preparar el suelo y sembrar a intervalos adecuados de acuerdo a la especie que se quiera utilizar.
- Fomentar actitudes de apropiación de la obra para un correcto uso de la misma para así incrementar el ciclo de vida útil de la vía.
- Realizar Charlas de concientización de impactos ambientales.

4. ALCANCE

Para una mejor aplicación de medidas en las áreas de influencia directa e indirecta, es necesario relajar una difusión mediante un taller diseñado para formar a los líderes, trabajadores y comunidad en general sobre las actividades a realizarse durante la construcción, operación y mantenimiento de la vía. Además debe emplearse un medio de información masiva como el radial con el fin de llegar a mayor parte de la población con mensajes relacionados con la protección de la vía Zumbahuayco.

5. CONSECUENCIAS

Con la mitigación se evitara el daño permanente del ambiente y el ecosistema asi como también disminuiran los impactos ambientales.

La concientización del manejo ambiental evitara el deterioro de la vía y contaminación del medio.

En conclusión el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental ya que es posible mitigar, prevenir y compensar los impactos negativos.

CAPÍTULO 11. CONCLUSIÓN

- La ejecución de este proyecto aporta a una mejor comunicación entre los sectores vinculados a la Vía Zumbahuayco, lo cual genera que sus habitantes realicen menores tiempos de llegada a sus trabajos en Azogues y en la transportación de productos de la zona como maíz, frejol y alfalfa a las comunidades aledañas de Zhullin, Ayancay y El Carmen.
- El mejoramiento de la vía beneficia a los asentamientos de La Unión y Zumbahuayco, sus 157 habitantes actualmente realizan un tiempo de 15 y 30 min desde sus hogares a sus trabajos dentro de la comunidad y hacia Azogues respectivamente; Los 228 habitantes de población futura podrán gozar de los beneficios de hacer un mejor tiempo de llegada como de 9 y 20min.
- Se amplió el proyecto original con 1000 m adicionales, repartidos en partes iguales en la mitad y al final de la vía, para así, cubrir y completar el estudio del anillo vial de Zumbahuayco que abarca 7km aproximadamente de carretera.
- El estudio de tráfico se proyecta para un tiempo de 20 años y el tipo de tráfico que circula por la vía son 92% livianos y 8% de pesados de los cuales comprenden 3 jeeps (U), 3 camiones de dos ejes (C2) y 2 camiones de tres ejes (C3).
- Para realizar un mejor diseño geométrico de la vía y al mismo tiempo que sea económico, se realizó el trazado horizontal mayormente al corte, tratando de afectar mínimamente a los terrenos, casas y obras en general encontradas a lo largo de la vía.
- Se colocarán cunetas triangulares en todo el largo de la vía, subdren donde existan humedales, hundimientos y acumulación de agua; y 12 alcantarillas de las cuales 9 están en situ, y de estas 3 se encuentran en mal estado por lo que serán reemplazadas en su totalidad.
- La estructura de la vía que se considera efectiva es la que fue diseñada para un período de 20 años.

CAPÍTULO 12. RECOMENDACIONES

- Construir un muro de 10 m de largo entre las abscisas 2+645.288 a 2+655.288, para brindar mayor seguridad a ese tramo de vía
- Realizar el análisis estructural de los puentes ubicados en las abscisas 1+232.95 a 1+237.95 y 2+260.28 a 2+2282.28, pues se considera que están en mal estado.
- Construir cunetas de coronación sobre los taludes naturales para evitar el ingreso de agua superficial a la vía.
- Colocar subdren en las abscisas 0+300.40 y 1+300 pues se considera zonas con filtraciones subterráneas.
- Realizar la limpieza de las cunetas y alcantarillas con una frecuencia adecuada para evitar la concentración de basura.
- Cumplir con la norma de señalización (para la etapa de construcción), con el fin de proporcionar seguridad a los usuarios de la vía.
- Minimizar el impacto ambiental generado en la vía, informando sobre la medidas de mitigación que se deben tomar, tanto a los habitantes de la Comunidad de Zumbahuayco como al personal que se encargara de la construcción de la carretera.

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (1944). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.
- Banco Central del Ecuador. (s.f.). *Banco Central del Ecuador*. Obtenido de <http://www.bce.fin.ec/>
- Bowles, L. E. (1982). *Manual de Laboratorio de Suelos en ingeniería Civil* (1 ed ed.). McGraw-Hill Laninoamericana, S.A.
- CAMINOSCA. (2014). *Conteo Automático de Tráfico Estación Ayancay para la Autopista Cuenca-Azogues Tramo I*. Cuenca.
- Escuela de Ingeniería de Caminos y Montaña, Universidad Nacional de San Juan. (1998). *Curso de Actualización de Diseño Estructural de Caminos. Método AASHTO '93*.
- Etcharren Gutiérrez, R. (1969). *Manual de Caminos Vecinales, Tomo II*.
- INEC. (2014). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- INEC. (2015). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- Ing. Corredor M, G. (s.f.). *Maestría en Vías Terrestres. Módulo III*.
- Ing. Ugarte, O. (2011). *Diseño Avanzado de Proyectos con Auto CAD, Civil 3D*. Macro E.I.R.L.
- M.T.O.P. (2012). NEVI. Volumen 1. Procedimientos para Proyectos Viales. Quito.
- M.T.O.P. (2012). NEVI. Volumen 2A. Clases de Carreteras y Tipos de Proyectos.
- M.T.O.P. (2012). NEVI. Volumen 2B. Norma para el Estudio y Diseño Vial.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos*. Macro EIRL.
- Parroquia Rural de Javier Loyola, Gobierno Autónomo Descentralizado. (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. 2. *Memoria informativa: Diagnostico Sectorial por Sistemas*. Azogues, Cañar, Ecuador.
- Sacas. (2006-2007). *Vías de Sacas*.
- Salgado, A. N. (1989). *Caminos en el Ecuador, Estudio y Diseño*. Quito.
- Villate, T. y. (2001). *Topografía* (4a ed ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

ANEXO A. TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS

CALICATAS



Abscisa 0+500.00



Abscisa 1+500.00



Abscisa 2+500.00



Abscisa 3+500.00

ANÁLISIS EN LABORATORIO



Humedades de cada muestra



Cuarteo



Granulometría de gruesos



Material para granulometría de finos



Granulometría de finos





Material para obtener el índice de plasticidad



Límite plástico



Ensayo de cuchara de casa grande o límite líquido

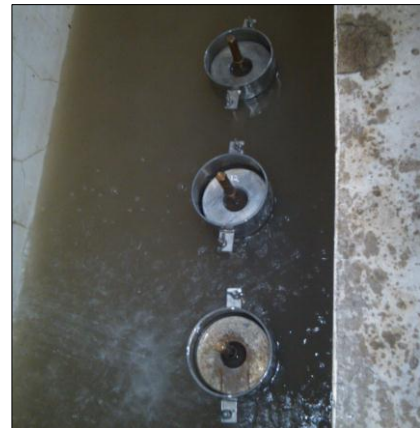


Ensayo de Compactación





Ensayo de C.B.R



Esponjamiento



Penetración

ANEXO B. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
SOLICITADO POR: María Eugenia Ramírez Andrade.

MUESTRA: 1
ABSCISA: 0+500

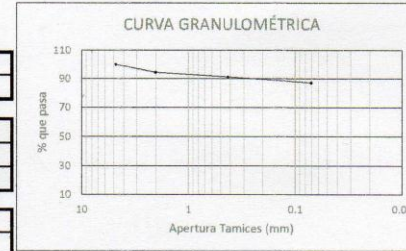
Número de tarro	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO			HUM. NATURAL		HUM. GRANULOM.	
	6-12	4-56	10	32	10PS	4	11	021	5	2A	1	A21
Muestra húmeda+tarro (gr)	60.43	65.83	67.09	63.17	24.43	14.25	13.4	14.3	139.68	113.45	185.34	163.09
Muestra seca+tarro (gr)	56.99	60.05	61.03	58.39	18.59	13.79	13.09	13.87	127.3	101.19	166.76	147.63
Peso de agua (gr)	3.44	5.78	6.06	4.78	5.84	0.46	0.31	0.43	12.38	12.26	18.58	15.46
Peso de tarro (gr)	52.34	53.01	53.74	52.76	12.18	12.33	12.1	12.4	69.71	44.24	65.31	63.66
Peso muestra seca (gr)	4.65	7.04	7.29	5.63	6.41	1.46	0.99	1.47	57.59	56.95	101.45	83.97
Porcentaje de humedad	73.98%	82.10%	83.13%	84.90%	91.11%	31.51%	31.31%	29.25%	21.50%	21.53%	18.31%	18.41%
Número de golpes	44	35	23	18	10							

FRACCIÓN GRUESA	
Peso húmedo total antes del ensayo (gr)	
Peso húmedo total después del ensayo (gr)	
Error	
Humedad de material que pasa # 4	18.36%
Peso seco total después del ensayo (gr)	0

Límite Líquido	83.00%
Límite Plástico	30.69%
I. de Plasticidad	52.31%
I. de Liquidez	

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. Parcial (gr)	Peso ret. Correg. (gr)	Peso ret. Acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	0	0	100
N° 4	4.76	0	0	0	0	100
PASA N° 4		0	0	0		

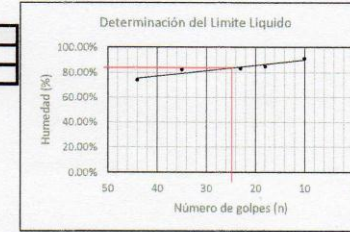
C _U =	
C _G =	
VALORES CALCULADOS	
D ₁₀ =	VER →
D ₃₀ =	VER →
D ₆₀ =	VER →
VALORES SEGUN GRÁFICA	
D ₁₀ =	
D ₃₀ =	
D ₆₀ =	




FRACCIÓN FINA	
Peso para lavado de material que pasa # 4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	422.43
Peso seco después de lavado (gr)	56.68
Peso seco total después del ensayo	56.96
Error	-0.49%

CLASIFICACIÓN	
% Grava	0
% Arena	12.97 SUCS
% Finos	87.03 AASHTO
	CH
	A 7-5 (20)

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. Parcial (gr)	Peso ret. Correg. (gr)	Peso ret. Acumu. (gr)	% retenido	% que pasa	Liga % que pasa
#10	2	24.44	24.44	24.44	5.79	94.21	94.21
#40	0.42	13.4	13.4	37.84	8.96	91.04	91.04
#200	0.07	16.94	16.94	54.78	12.97	87.03	87.03
FONDO		2.18	2.18	0			




 ING. JUAN CARLOS ALMACHI
 COORDINADOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE ING. CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS
 Arquitectura y Diseño
 LABORATORIO DE SUELOS


 SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA


 SRTA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ
 ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ENSAYO DE COMPACTACION

ENSAYO: PESO DEL MARTILLO:
 MOLDE N°: ALTURA DE CAIDA:
 VOLUMEN: 2189.73 NUMERO DE CAPAS:
 PESO: 5952 GOLPES POR CAPA:
 PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 ABCISA: 0+500

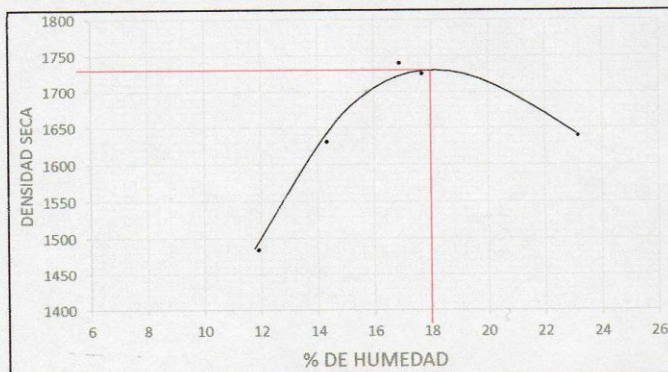
DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO:					
HUMEDAD TOTAL EN %:	24.08	27.08	21.08	18.08	15.08
AGUA AUMENTADA EN C.C.:	435	580	290	145	0
NÚMERO DEL MOLDE:	3	3	3	3	3
PESO MOLDE CILÍNDRICO+SUELO HÚMEDO (P1):	10399	10373	10407	10036	9590
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLAR (P2):	5952	5952	5952	5952	5952
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2=P3:	4447	4421	4455	4084	3638
VOLUMEN DEL CILINDRO SIN COLLAR (V):	2189.73	2189.73	2189.73	2189.73	2189.73
DENSIDAD HÚMEDA D1=P3/V. (KG/M3):	2031	2019	2034	1865	1661

CONTENIDOS DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR:	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	R-03	R-02	E1	32	10	4-56	A-01	#2	AR-32	1
PESO TARRO MAS SUELO HÚMEDO:	38.9	37.6	129.3	129.5	130.5	135.3	165.8	182.5	182.2	158.7
PESO TARRO MAS SUELO SECO:	36.4	35.2	112.9	115.3	119.2	123.6	153.6	167.7	170.2	148.5
PESO DEL TARRO:	21.9	22	43.6	52.7	53.7	53	67.5	65.6	69.8	62.6
PESO DEL SUELO SECO:	14.5	13.2	69.3	62.6	65.5	70.6	86.1	102.1	100.4	85.9
CONTENIDO DE AGUA EN %:	2.5	2.4	16.4	14.2	11.3	11.7	12.2	14.8	12	10.2
CONTENIDO DE AGUA EN %	17.24	18.18	23.67	22.68	17.25	16.57	14.17	14.5	11.95	11.87
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	17.71		23.18		16.91		14.34		11.91	
DENSIDAD SECA:	1732.3	1718.6	1632.6	1645.8	1734.8	1744.9	1633.5	1628.8	1483.7	1484.8
PROMEDIO DENSIDAD SECA (Kg/m3):	1725		1639		1740		1631		1484	

% HUMEDAD	DENSIDAD SECA
17.71	1725
23.18	1639
16.91	1740
14.34	1631
11.91	1484



PESO ESPECÍFICO (Kg/m3):	1730
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	18

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ENSAYO DE C. B. R.:

PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 ABCISA: 0+500

	DIÁMETRO		h		DIÁMETRO		h		DIÁMETRO		h	
	15.4	12.945	15.25	12.92	15.335	12.93						
MOLDE N°:	3		CBR # 8		CBR #13							
# DE CAPAS:	5		5		5							
# GOLPES POR CAPA	56		25		12							
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO						
PESO MUEST. HÚM.+MOLDE:	11675	12177	10321	11009.5	10570	11375						
PESO DEL MOLDE:	7007	7007	6020	6020	6664	6664						
PESO MUESTRA HÚMEDA:	4668	5170	4301	4990	3906	4711						
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2411.2	2724	2359.89	2664	2388.12	2675						
DENSIDAD HÚMEDA:	1936	1898	1823	1873	1636	1761						
DENSIDAD SECA:	1666	1360	1576	1412	1410	1293						

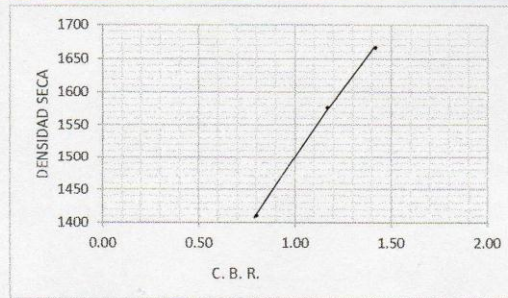
CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)


TARRO N°:	1B	A10	5	4	6-12	AR-32
PESO MUEST. HUM. + TARRO:	142.2	160	184.4	182	135.4	227.7
PESO MUEST. SECA + TARRO:	129.7	146.9	169.1	166.3	124	205.7
PESO DEL AGUA:	12.5	13.1	15.3	15.7	11.4	22
PESO DEL TARRO:	52.8	65.6	69.7	68.1	52.3	69.7
PESO MUESTRA SECA:	76.9	81.3	99.4	98.2	71.7	136
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	16.25	16.11	15.39	15.99	15.9	16.18
PROMEDIO HUMEDAD%:	16.18		15.69		16.04	


CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO N°:	5	7	11	32	O-21	1
PESO MUEST. HUM. + TARRO:	126.7	111.1	131.6	144.2	127.7	121.7
PESO MUEST. SECA + TARRO:	105.7	92	112	122.4	106.2	100
PESO DEL AGUA:	21	19.1	19.6	21.8	21.5	21.7
PESO DEL TARRO:	52.3	44	54.3	52.7	43.2	43.3
PESO MUESTRA SECA:	53.4	48	57.7	69.7	63	56.7
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	39.33	39.79	33.97	31.28	34.13	38.27
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	39.56		32.63		36.2	

DENSIDAD SECA	C.B.R.	GOLPES
1666	1.42	56
1576	1.17	25
1410	0.80	12




UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
 COMISIÓN EJECUTIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO
 Unidad Académica de Ing. Civil
 Arquitectura y Diseño
ING. LUIS MARIO ALMACHE
 LABORATORIO DE SUELOS
 JEFE DE LABORATORIO


SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA


SRTA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ
 ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS

SECTOR: Gasolinera de Ayacay (Autopista Cuenca - Azogues)
CALLE: Vía Zumbahuayco
MUESTRA N°: _____
ABSCISA: 0=500
FECHA: _____

ALTURA DEL MOLDE: _____
ÁREA DEL PISTÓN: _____
CONSTANTE: _____

3.1			
Y=	5.7069	X	= 20.28

DATOS DE ESPONJAMIENTO

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
05-dic	21:00	0	0	5	0	0	05-dic	21:00	0	0	5	0	0	05-dic	21:00	0	0	5	0	0
06-dic	21:00	1	580	5.58	0.58	11.6	06-dic	21:00	1	410	5.41	0.41	8.2	06-dic	21:00	1	395	5.395	0.395	7.9
09-dic	20:00	2	620	5.62	0.62	12.4	09-dic	20:00	2	607	5.607	0.607	12.14	09-dic	20:00	2	598	5.598	0.598	11.96
10-dic	20:00	3	648	5.648	0.648	12.96	10-dic	20:00	3	644	5.644	0.644	12.88	10-dic	20:00	3	600	5.6	0.6	12
		4							4							4				
		5							5							5				
		6							6							6				
		7							7							7				

PENETRACIÓN

TIEMPO			MOLDE #					TIEMPO			MOLDE #					TIEMPO			MOLDE #				
SEG.	MIN.	PENETRACIÓN PULGADAS	CARGA Libras	Presiones lbs/pulg ²	Presiones Corregidas lbs/pulg ²	Presiones Standar lbs/pulg ²	VALORES C.B.R.	SEG.	MIN.	PENETRACIÓN PULGADAS	CARGA Libras	Presiones lbs/pulg ²	Presiones Corregidas lbs/pulg ²	Presiones Standar lbs/pulg ²	VALORES C.B.R.	SEG.	MIN.	PENETRACIÓN PULGADAS	CARGA Libras	Presiones lbs/pulg ²	Presiones Corregidas lbs/pulg ²	Presiones Standar lbs/pulg ²	VALORES C.B.R.
25	3	37.4	12.06				25	2	31.69	10.22					25	2	31.69	10.22					
50	5	48.81	15.75				50	3	37.4	12.06					50	2	31.69	10.22					
75	6	54.52	17.59				75	4	43.11	13.91					75	2	31.69	10.22					
100	6	54.52	17.59	17.59	1000	1.76	100	4	43.11	13.91	13.91	1000	1.39	100	2	31.69	10.22	10.22	1000	1.02			
150	7	60.23	19.43				150	5	48.81	15.75					150	3	37.4	12.06					
200	8	65.94	21.27	21.27	1500	1.42	200	6	54.52	17.59	17.59	1500	1.17	200	3	37.4	12.06	12.06	1500	0.8			
250	8	65.94	21.27				250	6	54.52	17.59					250	4	43.11	13.91					
300	9	71.64	23.11	23.11	1900	1.22	300	6	54.52	17.59	17.59	1900	0.93	300	4	43.11	13.91	13.91	1900	0.73			
400	9	71.64	23.11				400	7	60.23	19.43					400	5	48.81	15.75					
500	10	77.35	24.95				500	7	60.23	19.43					500	5	48.81	15.75					



NO HAY CORRECCIONES EN EL C.B.R.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO
Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
SR. ATANASIO JARA
LABORANTISTA

MARIA EUGENIA RAMIREZ
SRTA. MARIA EUGENIA RAMIREZ
ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 SOLICITADO POR: María Eugenia Ramírez Andrade.

MUESTRA: 2
 ABCISA: 1+500

Número de tarro	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			HUM. NATURAL		HUM. GRANULOM.	
	RO2	RO4	5'	10'	6	OPS	MO3	33	3	24	3
Muestra húmeda+tarro[gr]	38.7	38.3	40.9	37.8	14.4	13.6	14.1	116.04	175.6	131.5	132
Muestra seca+tarro[gr]	33.5	32.3	33.6	31.7	13.9	13.3	13.7	105.37	158.62	122.1	122.3
Peso de agua [gr]	5.2	6	7.3	6.1	0.5	0.3	0.4	10.67	16.98	9.4	9.7
Peso de tarro [gr]	21.9	21.5	21.3	21.7	12.3	12.2	12.2	43.83	62.62	52.9	52.9
Peso muestra seca [gr]	11.6	10.8	12.3	10	1.6	1.1	1.5	61.54	96	69.2	69.4
Porcentaje de humedad	44.83%	55.56%	59.35%	61.00%	31.25%	27.27%	26.67%	17.34%	17.69%	13.58%	13.98%
Número de golpes	29	16	11	9							

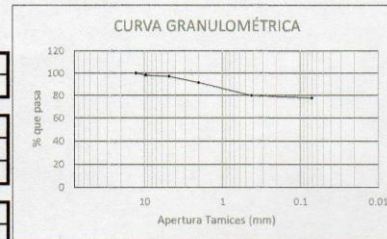
FRACCIÓN GRUESA	
Peso húmedo total antes del ensayo (gr)	
Peso húmedo total después del ensayo (gr)	
Error	
Humedad de material que pasa # 4	
Peso seco total después del ensayo (gr)	

Límite Líquido	48.00%
Límite Plástico	28.40%
I. de Plasticidad	19.60%
I. de Líquidez	

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. Parcial (gr)	Peso ret. Correg. (gr)	Peso ret. Acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3"	76.2			0	0	100
2"	50.8			0	0	100
1 1/2"	38.1			0	0	100
1"	25.4			0	0	100
3/4"	19.1			0	0	100
1/2"	12.7	0	0	0	0	100
3/8"	9.52	15.1	15.1	15.1	1.72	98.28
N° 4	4.76	9.8	9.8	24.9	2.83	97.17
PASA N° 4				0		

VALORES CALCULADOS	
C _u =	
C _s =	
D ₁₀ =	VER→
D ₃₀ =	VER→
D ₆₀ =	VER→

VALORES SEGUN GRÁFICA	
D ₁₀ =	
D ₃₀ =	
D ₆₀ =	

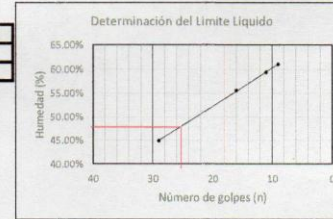


FRACCIÓN FINA	
Peso para lavado de material que pasa # 4 [gr]	1000
Peso seco antes de lavado [gr]	878.89
Peso seco después de lavado [gr]	194.9
Peso seco total después del ensayo	195.7
Error	-0.41%

CLASIFICACIÓN	
% Grava	2.83
% Arena	19.38
% Finos	77.79

SUCS	CL
AASHTO	A7-6 (13)

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. Parcial (gr)	Peso ret. Correg. (gr)	Peso ret. Acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
#10	2	48.8	48.8	73.7	8.39	91.61
#40	0.42	102.6	102.6	176.3	20.06	79.94
#200	0.07	18.9	18.9	195.2	22.21	77.79
FONDO		0.5	0.5			




 INSTITUTO TECNOLÓGICO AL SERVICIO DEL INTERIO
 ING. LUIS MARÍO ALMACHE
 JEFE DE LABORATORIO
 Facultad Académica de Ing. Civil
 Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS


 SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA


 SRTA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ
 ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

ENSAYO: PESO DEL MARTILLO:
 MOLDE N°: ALTURA DE CAIDA:
 VOLUMEN: NUMERO DE CAPAS
 PESO: GOLPES POR CAPA:
 PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 ABCISIA: 1+500

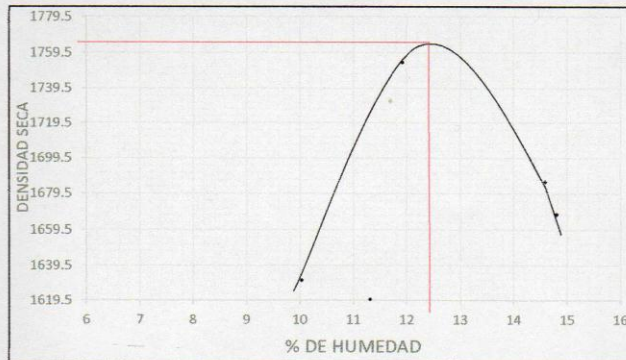
DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO:	5500	5500	5500	5500	5500
HUMEDAD TOTAL EN %:	14.68	17.68	11.68	8.68	5.68
AGUA AUMENTADA EN C.C.:	740	614	488	363	238
NÚMERO DEL MOLDE:	1A	1A	2B (a1)	2B (a1)	2B (a1)
PESO MOLDE CILÍNDRICO+SUELO HÚMEDO (P1):	9986.5	9920.5	10131.5	9885.5	9868
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLAR (P2):	5826	5826	5950	5950	5950
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2=P3:	4160.5	4094.5	4181.5	3935.5	3918
VOLUMEN DEL CILINDRO SIN COLLAR (V):	2119.66	2119.66	2183.15	2183.15	2183.15
DENSIDAD HÚMEDA D1=P3/V. (KG/M3):	1963	1932	1915	1803	1795

CONTENIDOS DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR:	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	70	9	2	A12	Novi1	3(25)	G3	6	9	1
PESO TARRO MAS SUELO HÚMEDO:	153.5	172.5	172.2	170.6	192.4	163.5	232.1	231.8	231.8	234.1
PESO TARRO MAS SUELO SECO:	142.8	161.1	158.8	157.3	176	149.2	215	215.2	216.7	218.6
PESO DEL TARRO:	52.7	65.9	66.8	66.4	65.3	52.7	64.8	67.7	65.9	64.7
PESO DEL SUELO SECO:	90.1	95.2	92	90.9	110.7	96.5	150.2	147.5	150.8	153.9
CONTENIDO DE AGUA EN %:	10.7	11.4	13.4	13.3	16.4	14.3	17.1	16.6	15.1	15.5
CONTENIDO DE AGUA EN %	11.88	11.97	14.57	14.63	14.81	14.82	11.38	11.25	10.01	10.07
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	11.93		14.60		14.82		11.32		10.04	
DENSIDAD SECA:	1754.6	1753.2	1686.3	1685.4	1668	1667.8	1618.8	1620.7	1631.7	1630.8
PROMEDIO DENSIDAD SECA (Kg/m3):	1754		1686		1668		1620		1631	

% HUMEDAD	DENSIDAD SECA
11.93	1754
14.60	1686
14.82	1668
11.32	1620
10.04	1631



PESO ESPECÍFICO (Kg/m3):	1765
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	12.5

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ENSAYO DE C. B. R.:

PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 ABCISA: 1+500

	DIÁMETRO	h	DIÁMETRO	h	DIÁMETRO	h
	15.27	13.5	15.395	12.945	15.27	13.025
MOLDE N°:	CBR #10		2P		CBR #08	
# DE CAPAS:	5		5		5	
# GOLPES POR CAPA	56		25		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUEST. HÚM.+MOLDE:	10845.5	11112	11876	12190.5	10655.5	10916
PESO DEL MOLDE:	5899.5	5899.5	7006.5	7006.5	6019.5	6019.5
PESO MUESTRA HÚMEDA:	4946	5212.5	4869.5	5184	4636	4896.5
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2471.49	2684	2409.64	2609	2385.31	2510
DENSIDAD HÚMEDA:	2001	1942	2021	1987	1944	1951
DENSIDAD SECA:	1666	1536	1681	1608	1609	1504

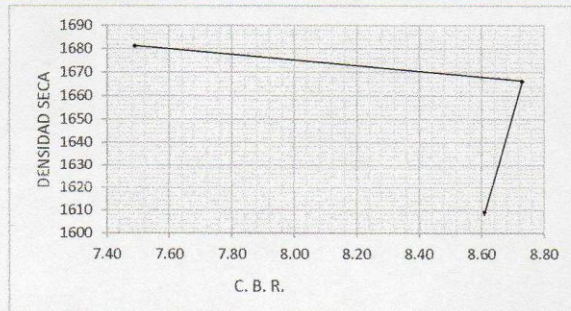
CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO N°:	9	Novi 1	6	1	5(3)	32
PESO MUEST. HUM. + TARRO:	211.2	187.7	178.7	179.4	146.7	139.5
PESO MUEST. SECA + TARRO:	186.8	167.2	160	160.1	130.5	124.6
PESO DEL AGUA:	24.4	20.5	18.7	19.3	16.2	14.9
PESO DEL TARRO:	65.9	65.2	67.7	64.7	52.8	52.7
PESO MUESTRA SECA:	120.9	102	92.3	95.4	77.7	71.9
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	20.18	20.1	20.26	20.23	20.85	20.72
PROMEDIO HUMEDAD%:	20.14		20.25		20.79	

CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO N°:	1C (2)	7	5	6(1)	6-12	3(5)
PESO MUEST. HUM. + TARRO:	108.9	104.9	95.6	104.8	106.9	113.1
PESO MUEST. SECA + TARRO:	96.9	92.3	87.3	94.9	94.4	99.3
PESO DEL AGUA:	12	12.6	8.3	9.9	12.5	13.8
PESO DEL TARRO:	52.2	44	52.3	52.7	52.3	52.8
PESO MUESTRA SECA:	44.7	48.3	35	42.2	42.1	46.5
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	26.85	26.09	23.71	23.46	29.69	29.68
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	26.47		23.59		29.69	

DENSIDAD SECA	C.B.R.	GOLPES
1666	8.73	56
1681	7.49	25
1609	8.61	12




 GOBIERNO DE EDUCACIÓN AL SERVICIO DEL PUEBLO
 Unidad Académica de Ing. Civil
 Arquitectura y Diseño
ING. LUIS MARIO ALMACHE BUENOS
 JEFE DE LABORATORIO


 SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA


 SRTA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ
 ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS

ALTURA DEL MOLDE: _____
ÁREA DEL PISTÓN: _____
CONSTANTE: $Y_e = 5.7069 \quad X = \quad + \quad 20.28$

SECTOR: Gasolinera de Ayacucho (Autopista Cuenca - Azogues)
CALLE: vía Zumbahuayco
MUESTRA N°: 2
ABSCISA: 1=500
FECHA: _____

DATOS DE ESPONJAMIENTO

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG.	%				LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG.	%				LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG.	%
23-ene	20:00	0	0	5	0	0	23-ene	20:00	0	0	5	0	0	23-ene	20:00	0	0	5	0	0
26-ene	22:00	1	288	5.288	0.288	5.76	26-ene	22:00	1	295	5.295	0.295	5.9	26-ene	22:00	1	229	5.229	0.229	4.58
28-ene	22:00	2	343	5.343	0.343	6.86	28-ene	22:00	2	347.5	5.3475	0.3475	6.95	28-ene	22:00	2	245	5.245	0.245	4.9
29-ene	20:00	3	367	5.367	0.367	7.34	29-ene	20:00	3	366	5.366	0.366	7.32	29-ene	20:00	3	249.5	5.2495	0.2495	4.99
30-ene	18:00	4	382	5.382	0.382	7.64	30-ene	18:00	4	380.5	5.3805	0.3805	7.61	30-ene	18:00	4	255.5	5.2555	0.2555	5.11
04-feb	22:00	5	429	5.429	0.429	8.58	04-feb	22:00	5	413	5.413	0.413	8.26	04-feb	22:00	5	261	5.261	0.261	5.22
		6							6							6				
		7							7							7				

PENETRACIÓN

TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #					TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #					TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #				
SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones lbx/pulg ²	Presiones Corregidas lbx/pulg ²	Presiones Standar lbx/pulg ²	VALORES C.B.R.	SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones lbx/pulg ²	Presiones Corregidas lbx/pulg ²	Presiones Standar lbx/pulg ²	VALORES C.B.R.	SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones lbx/pulg ²	Presiones Corregidas lbx/pulg ²	Presiones Standar lbx/pulg ²	VALORES C.B.R.
		0	0	20.28	6.54				0	0	20.28	6.54				0	0	20.28	6.54				
		25	6	54.52	17.59				25	6	54.52	17.59				25	6	48.81	15.75				
		50	9	71.64	23.11				50	9	71.64	23.11				50	8	65.94	21.27				
		75	11	83.06	26.79				75	7	60.23	19.43				75	10	77.35	24.95				
		100	12	88.76	28.63	123.63	1000	12.36	100	9	71.64	23.11	103.11	1000	10.31	100	11	83.06	26.79	121.79	1000	12.18	
		150	14	100.18	32.32				150	12	88.76	28.63				150	13	94.47	30.47				
		200	16	111.59	36	150	1500	8.73	200	14	100.18	32.32	112.32	1500	7.49	200	15	105.88	34.45	129.15	1500	8.61	
		250	17	117.3	37.84				250	15	111.59	36				250	16	111.59	36				
		300	18	123	39.68	134.68	1900	7.09	300	18	123	39.68	119.68	1900	6.8	300	18	123	39.68	134.68	1900	7.09	
		400	21	140.12	45.2				400	21	140.12	45.2				400	21	140.12	45.2				
		500	23	151.54	48.88				500	23	151.54	48.88				500	24	157.25	50.73				

C.B.R.



NO HAY CORRECCIONES EN EL C.B.R.

Ucayacu
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO
Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
ING. LUIS W. RIVERA
JEFE DE LABORATORIO

[Signature]
SR. ATANASIO JARA
LABORATORISTA

[Signature]
SRTA. MARIA EUGENIA RAMIREZ
ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
SOLICITADO POR: María Eugenia Ramirez Andrade.

MUESTRA: 3
ABSCISA: 2+500

Número de tarro	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			HUM. NATURAL		HUM. GRANULOM.	
	Novil	12	LOS	A-01	4(5)	M-03	M-01	2	1	4	9
Muestra húmeda+tarro(gr)	83	83.9	88.5	86	16	16.1	16.1	158.89	172.26	139	243.4
Muestra seca+tarro(gr)	78.1	78.6	82.1	80.1	15.2	15.3	15.3	144.95	156.23	131.3	228.9
Peso de agua (gr)	4.9	5.3	6.4	5.9	0.8	0.8	0.8	13.94	16.03	7.7	14.5
Peso de tarro (gr)	65.2	65.6	68.2	67.5	12.2	12.1	12.4	66.13	67.22	43.8	65.9
Peso muestra seca (gr)	12.9	13	13.9	12.6	3	3.2	2.9	78.82	89.01	87.5	163
Porcentaje de humedad	37.98%	40.77%	46.04%	46.83%	26.67%	25.00%	27.59%	17.69%	18.01%	8.80%	8.90%
Número de golpes	38	29	11	8							

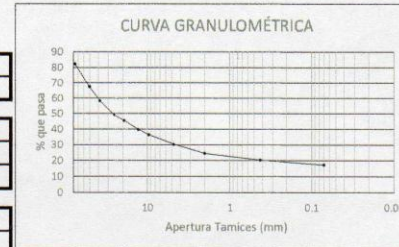
FRACCIÓN GRUESA	
Peso húmedo total antes del ensayo (gr)	15267.5
Peso húmedo total después del ensayo (gr)	15243.5
Error	0.16%
Humedad de material que pasa # 4	8.85%
Peso seco total después del ensayo (gr)	14845.68

Límite Líquido	42.00%
Límite Plástico	26.42%
l. de Plasticidad	15.58%
l. de Liquidez	

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. Parcial (gr)	Peso ret. Correg. (gr)	Peso ret. Acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3"	76.2	2641	2641	2641	17.79	82.21
2"	50.8	2191.5	2191.5	4832.5	32.55	67.45
1 1/2"	38.1	1349	1349	6181.5	41.64	58.36
1"	25.4	1367.5	1367.5	7549	50.85	49.15
3/4"	19.1	556.5	556.5	8105.5	54.6	45.4
1/2"	12.7	858	858	8963.5	60.38	39.62
3/8"	9.52	487	487	9450.5	63.66	36.34
N° 4	4.76	900	900	10350.5	69.72	30.28
PASA N° 4		4893	4893	4495.18		

VALORES CALCULADOS	
C _u =	
C _g =	
D ₁₀ =	VER →
D ₃₀ =	4.62
D ₆₀ =	40.39

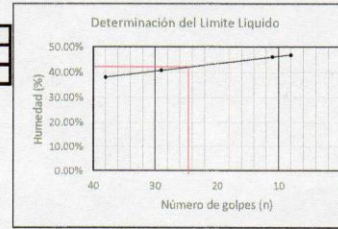
VALORES SEGUN GRÁFICA	
D ₁₀ =	4.62
D ₃₀ =	4.62
D ₆₀ =	40.39



FRACCIÓN FINA	
Peso para lavado de material que pasa # 4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	459.35
Peso seco después de lavado (gr)	199
Peso seco total después del ensayo	199.2
Error	-0.10%

CLASIFICACIÓN	
% Grava	69.72
% Arena	13.03
% Finos	56.96
SUCS	GC
AASHTO	A 2-7 (2)

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. Parcial (gr)	Peso ret. Correg. (gr)	Peso ret. Acumu. (gr)	% retenido	% que pasa	Liga % que pasa
#10	2	86.3	86.3	86.3	18.79	81.21	24.59
#40	0.42	64.6	64.6	150.9	32.85	67.15	20.33
#200	0.07	46.8	46.8	197.7	43.04	56.96	17.25
FONDO		1.5	1.5	14845.68			



ING. LUIS MANO ALMACHE

JEFE DE LABORATORIO
Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

SR. ATANASIO JARA
LABORATORISTA

SR. MARIA EUGENIA RAMIREZ
ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ENSAYO DE COMPACTACION

ENSAYO: PESO DEL MARTILLO:
MOLDE N°: ALTURA DE CAIDA:
VOLUMEN: NUMERO DE CAPAS
PESO: GOLPES POR CAPA:
PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
ABSCISA: 2+500

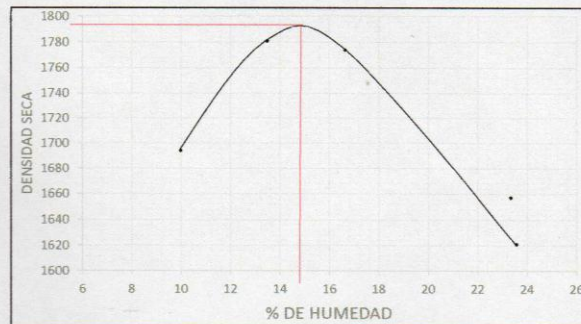
DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO:	5500	5500	5500	5500	5500
HUMEDAD TOTAL EN %:	13.6	17.26	8.92	24.08	27.08
AGUA AUMENTADA EN C.C.:	325	430	107	640	750
NÚMERO DEL MOLDE:	2B	2B	1C(2)	2B	2B
PESO MOLDE CILÍNDRICO+SUELO HÚMEDO (P1):	10370	10474	9842.5	10420.5	10331.5
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLAR (P2):	5959.5	5959.5	5821	5959.5	5959.5
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2=P3:	4410.5	4514.5	4021.5	4461	4372
VOLUMEN DEL CILINDRO SIN COLLAR (V):	2182.19	2182.19	2158.81	2182.19	2182.19
DENSIDAD HÚMEDA D1=P3/V. (KG/M3):	2021	2069	1863	2044	2003

CONTENIDOS DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR:	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	5	2(4)	11	Av2(3)	3	7	05	4	1C(2)	6(12)
PESO TARRO MAS SUELO HÚMEDO:	129.8	151.2	145.2	144.6	191.2	167.1	137	135.7	95.9	110.7
PESO TARRO MAS SUELO SECO:	119.6	139.4	132.1	130.4	178.5	156.8	121	120.1	87.6	99.5
PESO DEL TARRO:	43.2	52.9	54.4	44	52.7	52.7	52.9	53	52.2	52.3
PESO DEL SUELO SECO:	76.4	86.5	77.7	86.4	125.8	104.1	68.1	67.1	35.4	47.2
CONTENIDO DE AGUA EN %:	10.2	11.8	13.1	14.2	12.7	10.3	16	15.6	8.3	11.2
CONTENIDO DE AGUA EN %	13.35	13.64	16.86	16.44	10.1	9.89	23.49	23.25	23.45	23.73
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	13.5		16.65		10.00		23.37		23.59	
DENSIDAD SECA:	1783	1778.4	1770.5	1776.9	1692.1	1695.3	1655.2	1658.4	1622.5	1618.9
PROMEDIO DENSIDAD SECA (Kg/m3):	1781		1774		1694		1657		1621	

% HUMEDAD	DENSIDAD SECA
13.5	1781
16.65	1774
10.00	1694
23.37	1657
23.59	1621



PESO ESPECÍFICO (Kg/m3):	1794
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	14.7

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ENSAYO DE C. B. R.:

PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 ABCISA: 2+500

	DIÁMETRO		h		DIÁMETRO		h		DIÁMETRO		h	
	15.39	12.05	15.26	12.89	15.18	12.76						
MOLDE N°:	2 Negro				2 Plateado				3 Negro			
# DE CAPAS:	5				5				5			
# GOLPES POR CAPA	56				25				12			
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUEST. HÚM. +MOLDE:	11945	12256	10470.5	10856	11433.5	11840.5						
PESO DEL MOLDE:	7318	7318	5951.5	5951.5	7254.5	7254.5						
PESO MUESTRA HÚMEDA:	4627	4938	4519	4904.5	4179	4586						
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2242.31	2302	2358.27	2434	2309.32	2372						
DENSIDAD HÚMEDA:	2063	2145	1916	2015	1810	1933						
DENSIDAD SECA:	1775	1810	1664	1670	1575	1524						

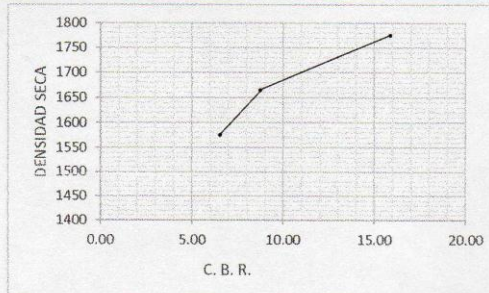
CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO N°:	3	70	1C(2)	05	5	5
PESO MUEST. HUM. + TARRO:	170.3	185.3	181.3	168.4	163.7	182.6
PESO MUEST. SECA + TARRO:	153.9	166.8	164.3	153.2	148.1	165.6
PESO DEL AGUA:	16.4	18.5	17	15.2	15.6	17
PESO DEL TARRO:	52.7	52.7	52.2	52.9	43.2	52.3
PESO MUESTRA SECA:	101.2	114.1	112.1	100.3	104.9	113.3
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	16.21	16.21	15.17	15.15	14.87	15
PROMEDIO HUMEDAD%:	16.21		15.16		14.94	


CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)


TARRO N°:	20	1	70	5	11	3M
PESO MUEST. HUM. + TARRO:	108	104.9	103.8	93.1	117.5	102.9
PESO MUEST. SECA + TARRO:	99.3	95.3	95	84.6	102.5	92
PESO DEL AGUA:	8.7	9.6	8.8	8.5	15	10.9
PESO DEL TARRO:	52.4	43.2	52.7	43.2	54.3	43.8
PESO MUESTRA SECA:	46.9	52.1	42.3	41.4	48.2	48.2
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	18.55	18.43	20.8	20.53	31.12	22.61
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	18.49		20.67		26.87	

DENSIDAD SECA	C.B.R.	GOLPES
1775	15.90	56
1664	8.78	25
1575	6.57	12




 INSTITUCIÓN EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO
 Unidad Académica de Ing. Civil
 Arquitectura y Diseño
ING. EUGENIO ALMACHE JUELOS
 JEFE DE LABORATORIO


SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA


SRTA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ
 ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS

ALTURA DEL MOLDE: _____
 ÁREA DEL PISTÓN: _____
 CONSTANTE: _____

3.1
 Y= 5.7069 X + 20.28

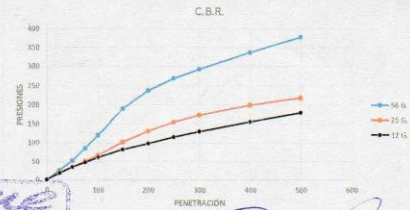
SECTOR: Gasolinera de Ayacay (Autopista Cuenca - Alagoas)
 CALLE: vía Zumbahuayo
 MUESTRA N°: 3
 ABSCISA: 2+500
 FECHA: _____

DATOS DE ESPONJAMIENTO

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
19-feb	21:00	0	0	5	0	0	21:00	0	0	0	0	0	21:00	0	0	0	0	0		
20-feb	18:00	1	135	5.125	0.125	2.5	18:00	1	160	5.16	0.16	3.2	18:00	1	135	5.135	0.135	2.7		
21-feb	20:00	2	133	5.133	0.133	2.66	20:00	2	160	5.16	0.16	3.2	20:00	2	135	5.135	0.135	2.7		
26-feb	18:00	3	133	5.133	0.133	2.66	18:00	3	160	5.16	0.16	3.2	18:00	3	136	5.136	0.136	2.72		
		4						4						4						
		5						5						5						
		6						6						6						
		7						7						7						

PENETRACIÓN

TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #					TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #					TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #				
SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones lbs/pulg ²	Presiones Corregidas lbs/pulg ²	Presiones Standar lbs/pulg ²	VALORES C.B.R.	SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones lbs/pulg ²	Presiones Corregidas lbs/pulg ²	Presiones Standar lbs/pulg ²	VALORES C.B.R.	SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones lbs/pulg ²	Presiones Corregidas lbs/pulg ²	Presiones Standar lbs/pulg ²	VALORES C.B.R.
0	0	0	0	0			0	0	0	0				0	0	0	0						
25	11	83.06	26.79				25	7	60.23	19.43				25	6	54.52	17.59						
50	25	162.95	52.56				50	15	105.88	34.15				50	15	105.88	34.15						
75	43	265.68	85.7				75	24	157.25	50.73				75	22	145.83	47.04						
100	62	374.11	120.68	120.68	1000	12.07	100	33	208.61	67.29	67.29	1000	6.73	100	29	185.78	59.93	59.93	1000	5.99			
150	100	590.97	190.64				150	52	317.04	102.27				150	41	254.26	82.02						
200	135	739.35	238.5	238.5	1500	15.9	200	68	408.25	131.73	131.73	1500	9.78	200	50	305.63	96.59	96.59	1500	6.57			
250	163	836.37	269.8				250	81	482.94	155.66				250	59	356.99	115.16						
300	156	910.56	293.73	293.73	1900	15.46	300	91	539.61	174.07	174.07	1900	9.16	300	67	402.64	129.88	129.88	1900	6.84			
400	180	1047.52	337.91				400	105	619.5	199.84				400	81	482.54	155.66						
500	202	1173.07	378.41				500	115	676.57	218.25				500	94	556.73	179.59						



NO HAY CORRECCIONES EN EL C.B.R.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE SUELOS
 Unidad Académica de Ing. Civil
 Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS
 ING. LUIS MARIO FLORES
 JEFE DE LABORATORIO

José Luis
 SR. ATANASIO
 LABORATORISTA

Mariela
 SRA. MARIA ELUGENIA RAMIREZ
 ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 SOLICITADO POR: María Eugenia Ramírez Andrade.

MUESTRA: 4
 ABCISA: 3+500

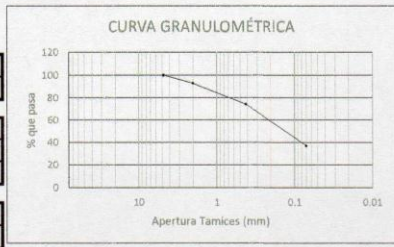
	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO			HUM. NATURAL		HUM. GRANULOM.	
	R-03	9	15	R-02	5	6	12	08	6	AV2	3(25)	70
Número de tarro												
Muestra húmeda+tarro(gr)	56.6	56.4	52.05	61.02	49.55	17.04	16.13	16.71	161.28	162.38	188.1	158.2
Muestra seca+tarro(gr)	50.3	49.9	46.3	53.7	43.7	16.2	15.4	15.9	152.71	153.32	184.4	155.3
Peso de agua (gr)	6.3	6.5	5.75	7.32	5.85	0.84	0.73	0.81	8.57	9.06	3.7	2.9
Peso de tarro (gr)	21.9	21.7	20.7	21.9	21.2	12.32	12.29	12.32	52.73	43.99	52.7	52.7
Peso muestra seca (gr)	28.4	28.2	25.6	31.8	22.5	3.88	3.11	3.58	99.98	109.33	131.7	102.6
Porcentaje de humedad	22.18%	23.05%	22.46%	23.02%	26.00%	21.65%	23.47%	22.63%	8.57%	8.29%	2.81%	2.83%
Número de golpes	30	15	23	18	11							

FRACCIÓN GRUESA	
Peso húmedo total antes del ensayo (gr)	0
Peso húmedo total después del ensayo (gr)	0
Error	
Humedad de material que pasa # 4	2.82%
Peso seco total después del ensayo (gr)	0

Límite Líquido	22.60%
Límite Plástico	22.58%
I. de Plasticidad	0.02%
I. de Liquidez	

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. Parcial (gr)	Peso ret. Correg. (gr)	Peso ret. Acumu. (gr)	% retenido	% que pasa
3"	76.2			0	0	100
2"	50.8			0	0	100
1 1/2"	38.1			0	0	100
1"	25.4			0	0	100
3/4"	19.1			0	0	100
1/2"	12.7			0	0	100
3/8"	9.52			0	0	100
N° 4	4.76			0	0	100
PASA N° 4				0		

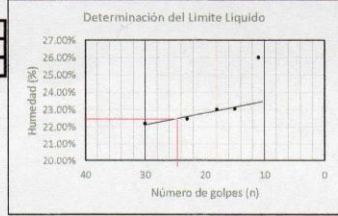
$C_u =$	14.5
$C_g =$	0.28
VALORES CALCULADOS	
$D_{10} =$	VER →
$D_{30} =$	VER →
$D_{60} =$	0.29
VALORES SEGUN GRÁFICA	
$D_{10} =$	0.02
$D_{30} =$	0.04
$D_{60} =$	0.29



FRACCIÓN FINA	
Peso para lavado de material que pasa # 4 (gr)	500
Peso seco antes de lavado (gr)	486.29
Peso seco después de lavado (gr)	313.5
Peso seco total después del ensayo	314.6
Error	-0.35%

CLASIFICACIÓN	
% Grava	0
% Arena	63.09
% Finos	36.91
SUCS	SM
AASHTO	A-4 (1)

Tamiz	Apertura Tamiz (mm)	Peso ret. Parcial (gr)	Peso ret. Correg. (gr)	Peso ret. Acumu. (gr)	% retenido	% que pasa	Liga % que pasa
#10	2	33.7	33.7	33.7	6.93	93.07	93.07
#40	0.42	90.8	90.8	124.5	25.6	74.4	74.4
#200	0.075	182.3	182.3	306.8	63.09	36.91	36.91
FONDO	7.8	7.8	7.8	0	0		



ING. LUIS MARIO ALMACHO
 JEFE DE LABORATORIO Académico de Ing. Civil
 Arquitectura y Diseño
 LABORATORIO DE SUELOS

SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA

SRTA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ
 ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ENSAYO DE COMPACTACION

ENSAYO: PESO DEL MARTILLO:
 MOLDE N°: 2B (a1) ALTURA DE CAIDA:
 VOLUMEN: 2168.16 NUMERO DE CAPAS:
 PESO: 5950 GOLPES POR CAPA:
 PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 ABCISA: 3+500

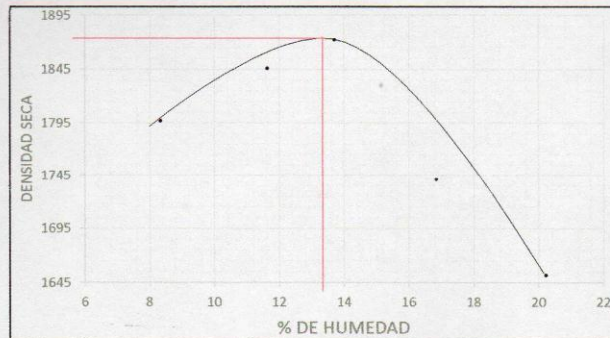
DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO:	10418	10564	10362	10256	10171
HUMEDAD TOTAL EN %:	11.55	14.55	17.55	20.55	8.55
AGUA AUMENTADA EN C.C.:	480	640	800	960	320
NÚMERO DEL MOLDE:	2B (a1)	2B (a1)	2B (a1)	2B (a1)	2B (a1)
PESO MOLDE CILÍNDRICO+SUELO HÚMEDO (P1):	10418	10564	10362	10256	10171
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLAR (P2):	5950	5950	5950	5950	5950
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2=P3:	4468	4614	4412	4306	4221
VOLUMEN DEL CILINDRO SIN COLLAR (V):	2168.16	2168.16	2168.16	2168.16	2168.16
DENSIDAD HÚMEDA D1=P3/V. (KG/M3):	2061	2128	2035	1986	1947

CONTENIDOS DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR:	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	2A	41	32	3M	E1	3	41	2A	11	105
PESO TARRO MAS SUELO HÚMEDO:	146.1	119.5	150.5	150.3	140.8	132.4	136.1	156.4	126.4	164.5
PESO TARRO MAS SUELO SECO:	135.5	111.6	138.7	137.49	126.71	120.98	120.7	137.35	120.89	157.03
PESO DEL TARRO:	44.2	43.8	52.7	43.9	43.6	52.9	43.8	44.2	54.4	68.2
PESO DEL SUELO SECO:	91.3	67.8	86	93.59	83.11	68.08	76.9	93.15	66.49	88.83
CONTENIDO DE AGUA EN %:	10.6	7.9	11.8	12.81	14.09	11.42	15.4	19.05	5.51	7.47
CONTENIDO DE AGUA EN %	11.61	11.65	13.72	13.69	16.95	16.77	20.03	20.45	8.29	8.41
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	11.63		13.71		16.86		20.24		8.35	
DENSIDAD SECA:	1846.6	1846	1871.3	1871.8	1740.1	1742.7	1654.6	1648.8	1798	1796
PROMEDIO DENSIDAD SECA (Kg/m3):	1846		1872		1741		1652		1797	

% HUMEDAD	DENSIDAD SECA
11.63	1846
13.71	1872
16.86	1741
20.24	1652
8.35	1797



PESO ESPECÍFICO (Kg/m3):	1870
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	13.4

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ENSAYO DE C. B. R.:

PROYECTO: Mejoramiento de la vía Zumbahuayco desde el km 0+000 a 3+500 y diseño de asfalto
 ABSCISA: 3+500

	DIÁMETRO		h		DIÁMETRO		h		DIÁMETRO		h	
	15.27	12.98	15.27	12.98	15.27	12.98	15.27	12.98	15.27	12.98	15.27	12.98
MOLDE N°:	3 (2)				2P				M3			
# DE CAPAS:	5				5				5			
# GOLPES POR CAPA	56				25				12			
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUEST. HÚM. +MOLDE:	10817	10869	10825.5	10899.5	10974	11116.5						
PESO DEL MOLDE:	5855.5	5855.5	5950.5	5950.5	6271.5	6271.5						
PESO MUESTRA HÚMEDA:	4961.5	5013.5	4875	4949	4702.5	4845						
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2377.07	2378	2377.07	2381	2377.07	2380						
DENSIDAD HÚMEDA:	2087	2108	2051	2079	1978	2036						
DENSIDAD SECA:	1829	1541	1794	1508	1732	1476						

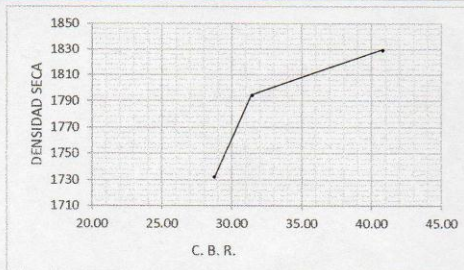
CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO N°:	3	70	1C	05	5	5A
PESO MUEST. HUM. + TARRO:	133.6	164.2	164.5	164.4	160.2	168.2
PESO MUEST. SECA + TARRO:	123.6	150.4	150.5	150.4	145.6	153.8
PESO DEL AGUA:	10	13.8	14	14	14.6	14.4
PESO DEL TARRO:	52.7	52.7	52.2	52.9	43.2	52.3
PESO MUESTRA SECA:	70.9	97.7	98.3	97.5	102.4	101.5
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	14.1	14.12	14.24	14.36	14.26	14.19
PROMEDIO HUMEDAD%:	14.11			14.3	14.23	

CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO N°:	5	7	#2(4)	11	41	2A
PESO MUEST. HUM. + TARRO:	156.8	141.3	165.8	204.4	150.7	139.8
PESO MUEST. SECA + TARRO:	128.62	115.23	134.56	160.52	121.42	113.35
PESO DEL AGUA:	28.18	26.07	31.24	43.88	29.28	26.45
PESO DEL TARRO:	52.3	44	53	43	43.9	44.02
PESO MUESTRA SECA:	76.32	71.23	81.56	117.52	77.52	69.33
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	36.92	36.6	38.3	37.34	37.77	38.15
CONTENIDO DE HUMEDAD%:	36.76		37.82		37.96	

DENSIDAD SECA	C.B.R.	GOLPES
1829	40.81	56
1794	31.49	25
1732	28.79	12




UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO
 Facultad Académica de Ing. Civil
ING. LUIS MARIO ALMACHEÑO
 JEFE DEL LABORATORIO SUELOS


SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA


SRTA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ
 ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS

SECTOR: Gasolinera de Ajacay (Autopista Cuenca - Acoque)
CALLE: Vía Zumbahuayo
MUESTRA N°: 4
ARSOJA: 3-500
FECHA:

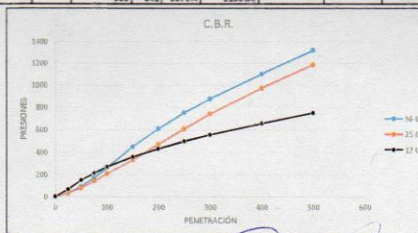
ALTURA DEL MOLDE: 3.1
AREA DEL PISTÓN: Y= 5.7069 X= 20.28
CONSTANTE:

DATOS DE ESPONJAMIENTO

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE # 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG. %					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG. %					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO PULG. %	
20-feb	21:00	0	0	5	0	0	20-feb	21:00	0	0	5	0	0	20-feb	21:00	0	0	5	0	0
21-feb	16:00	1	2	5.002	0.002	0.04	21-feb	16:00	1	8	5.008	0.008	0.16	21-feb	16:00	1	3	5.003	0.003	0.06
26-feb	18:00	2	2	5.002	0.002	0.04	26-feb	18:00	2	8	5.008	0.008	0.16	26-feb	18:00	2	6	5.006	0.006	0.12
		3							3						3					
		4							4						4					
		5							5						5					
		6							6						6					
		7							7						7					

PENETRACIÓN

TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #					TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #					TIEMPO		PENETRACIÓN PULGADAS	MOLDE #				
SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones Corregidas lb/pulg ²	Presiones Standard lb/pulg ²	Presiones C.B.R.	VALORES C.B.R.	SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones Corregidas lb/pulg ²	Presiones Standard lb/pulg ²	Presiones C.B.R.	VALORES C.B.R.	SEG.	MIN.		CARGA Libras	Presiones Corregidas lb/pulg ²	Presiones Standard lb/pulg ²	Presiones C.B.R.	VALORES C.B.R.
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	16	111.59	36				25	17	117.3	37.84				25	33	208.61	67.29						
50	48	284.21	94.91				50	41	254.26	82.02				50	77	459.71	148.29						
75	92	545.31	175.91				75	74	442.59	142.77				75	111	653.75	210.89						
100	140	819.25	264.27	264.27	1000	26.43	100	110	648.04	208.05	209.05	1000	76.91	100	142	830.66	267.95	267.95	1000	26.8			
150	242	1401.35	452.05				150	177	1030.4	332.39				150	191	1110.3	358.16						
200	329	1897.85	612.21	612.21	1500	40.81	200	235	1464.1	472.1	472.1	1500	51.49	200	231	1336.6	431.8	431.8	1500	28.79			
250	477	2342.99	753.8				250	477	1886.4	608.53				250	267	1544	498.07						
300	473	2719.64	877.3	877.3	1900	46.17	300	400	2303	742.82	742.82	1900	58.1	300	299	1726.4	556.98	556.98	1900	29.31			
400	596	3421.59	1103.74				400	525	3016.4	978.03				400	353	2034.8	656.39						
500	714	4095.01	1320.97				500	641	3678.4	1186.54				500	403	2320.2	748.44						



NO HAY CORRECCIONES EN EL C.B.R.

UNIVERSIDAD EDUCACIONAL AL SERVIDOR DEL PUEBLO
Escuela Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS
ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

SR. ATANASIO JARA
LABORATORISTA

SRTA. MARRA EUGENIA RAMIREZ
ESTUDIANTE

ANEXO C. DISEÑO HORIZONTAL Y VOLUMENES DE DESMONTE

Diseño Horizontal			
EJE DISEÑO VÍA ZUMBAHUAYCO			
Descripción: Replanteo			
Intervalo Eje: inicio: 0+000.00, fin: 3+500.00			
Abscisa	Norte	Este	Orientación de tangente
0+000.00	9,688,133.2392m	735,021.5489m	873° 46' 56"O
0+010.00	9,688,130.4463m	735,011.9469m	873° 46' 56"O
0+020.00	9,688,127.6534m	735,002.3448m	873° 46' 56"O
0+030.00	9,688,124.8605m	734,992.7427m	873° 46' 56"O
0+040.00	9,688,122.0676m	734,983.1406m	873° 46' 56"O
0+050.00	9,688,119.2747m	734,973.5386m	873° 46' 56"O
0+060.00	9,688,116.4818m	734,963.9365m	873° 46' 56"O
0+070.00	9,688,113.6889m	734,954.3344m	873° 46' 56"O
0+080.00	9,688,110.8960m	734,944.7324m	873° 46' 56"O
0+090.00	9,688,108.1031m	734,935.1303m	873° 46' 56"O
0+100.00	9,688,105.3102m	734,925.5282m	873° 46' 56"O
0+110.00	9,688,102.5173m	734,915.9262m	873° 46' 56"O
0+120.00	9,688,099.7244m	734,906.3241m	873° 46' 56"O
0+130.00	9,688,096.9315m	734,896.7220m	873° 46' 56"O
0+140.00	9,688,094.1386m	734,887.1200m	873° 46' 56"O
0+150.00	9,688,091.3457m	734,877.5179m	873° 46' 56"O
0+160.00	9,688,088.5528m	734,867.9158m	873° 46' 56"O
0+170.00	9,688,085.7599m	734,858.3138m	873° 46' 56"O
0+180.00	9,688,082.9670m	734,848.7117m	873° 46' 56"O
0+190.00	9,688,080.1741m	734,839.1096m	873° 46' 56"O
0+200.00	9,688,077.3812m	734,829.5076m	873° 46' 56"O
0+210.00	9,688,074.5883m	734,819.9055m	873° 46' 56"O
0+220.00	9,688,071.7954m	734,810.3034m	865° 37' 05"O
0+230.00	9,688,066.9231m	734,801.4845m	863° 47' 58"O
0+240.00	9,688,062.5080m	734,792.5121m	863° 47' 58"O
0+250.00	9,688,058.0928m	734,783.5396m	863° 47' 58"O
0+260.00	9,688,053.6776m	734,774.5670m	863° 47' 58"O
0+270.00	9,688,049.2625m	734,765.5945m	863° 47' 58"O
0+280.00	9,688,044.8473m	734,756.6220m	863° 47' 58"O
0+290.00	9,688,040.4321m	734,747.6495m	863° 47' 58"O
0+300.00	9,688,036.0170m	734,738.6769m	863° 47' 58"O
0+310.00	9,688,031.6018m	734,729.7044m	863° 47' 58"O
0+320.00	9,688,027.1866m	734,720.7319m	863° 47' 58"O
0+330.00	9,688,022.7715m	734,711.7593m	863° 47' 58"O
0+340.00	9,688,018.3563m	734,702.7868m	863° 47' 58"O
0+350.00	9,688,013.9411m	734,693.8143m	863° 47' 58"O
0+360.00	9,688,009.5260m	734,684.8417m	863° 47' 58"O
0+370.00	9,688,005.1108m	734,675.8692m	866° 05' 38"O
0+380.00	9,688,001.6956m	734,666.8967m	873° 15' 21"O
0+390.00	9,687,999.4218m	734,656.7395m	880° 25' 04"O
0+400.00	9,687,998.3770m	734,646.8007m	887° 34' 47"O
0+410.00	9,687,998.5150m	734,636.8057m	N87° 33' 35"O
0+420.00	9,687,998.9408m	734,626.8148m	N87° 33' 35"O
0+430.00	9,687,999.3665m	734,616.8238m	N87° 33' 35"O
0+440.00	9,687,999.7288m	734,606.8305m	N88° 28' 24"O
0+450.00	9,687,999.8952m	734,596.8321m	N89° 37' 10"O
0+460.00	9,687,999.8616m	734,586.8323m	889° 14' 05"O

Diseño Horizontal			
EJE DISEÑO VÍA ZUMBAHUAYCO			
Descripción: Replanteo			
Intervalo Eje: Inicio: 0+000.00, fin: 3+500.00			
Abscisa	Norte	Este	Orientación de tangente
0+470.00	9,687,999.6281m	734,576.8352m	888° 05' 20"O
0+480.00	9,687,999.1947m	734,566.8448m	886° 56' 34"O
0+490.00	9,687,998.5915m	734,556.8630m	886° 25' 29"O
0+500.00	9,687,997.9679m	734,546.8825m	886° 25' 29"O
0+510.00	9,687,997.3443m	734,536.9019m	886° 25' 29"O
0+520.00	9,687,996.7207m	734,526.9214m	886° 25' 29"O
0+530.00	9,687,996.0972m	734,516.9409m	886° 25' 29"O
0+540.00	9,687,995.4736m	734,506.9603m	886° 25' 29"O
0+550.00	9,687,994.8500m	734,496.9798m	886° 25' 29"O
0+560.00	9,687,994.2264m	734,486.9992m	886° 25' 29"O
0+570.00	9,687,993.6028m	734,477.0187m	886° 25' 29"O
0+580.00	9,687,992.9792m	734,467.0382m	886° 25' 29"O
0+590.00	9,687,992.3557m	734,457.0576m	886° 25' 29"O
0+600.00	9,687,991.7321m	734,447.0771m	886° 25' 29"O
0+610.00	9,687,991.1085m	734,437.0965m	886° 25' 29"O
0+620.00	9,687,990.4849m	734,427.1160m	886° 25' 29"O
0+630.00	9,687,989.8613m	734,417.1355m	886° 25' 29"O
0+640.00	9,687,989.2377m	734,407.1549m	886° 25' 29"O
0+650.00	9,687,988.6142m	734,397.1744m	886° 25' 29"O
0+660.00	9,687,987.9906m	734,387.1939m	886° 25' 29"O
0+670.00	9,687,987.3670m	734,377.2133m	886° 25' 29"O
0+680.00	9,687,986.7434m	734,367.2328m	886° 25' 29"O
0+690.00	9,687,986.1198m	734,357.2522m	886° 25' 29"O
0+700.00	9,687,985.4962m	734,347.2717m	886° 25' 29"O
0+710.00	9,687,984.8727m	734,337.2912m	886° 25' 29"O
0+720.00	9,687,984.2491m	734,327.3106m	886° 25' 29"O
0+730.00	9,687,983.6255m	734,317.3301m	886° 25' 29"O
0+740.00	9,687,983.0019m	734,307.3496m	886° 25' 29"O
0+750.00	9,687,982.3783m	734,297.3690m	886° 25' 29"O
0+760.00	9,687,981.7547m	734,287.3885m	886° 25' 29"O
0+770.00	9,687,981.1312m	734,277.4079m	886° 25' 29"O
0+780.00	9,687,980.5076m	734,267.4274m	886° 25' 29"O
0+790.00	9,687,979.8840m	734,257.4469m	886° 25' 29"O
0+800.00	9,687,979.2604m	734,247.4663m	886° 25' 29"O
0+810.00	9,687,978.6368m	734,237.4858m	886° 25' 29"O
0+820.00	9,687,978.0133m	734,227.5052m	886° 25' 29"O
0+830.00	9,687,976.6889m	734,217.5128m	875° 39' 09"O
0+840.00	9,687,973.0319m	734,208.3334m	861° 19' 43"O
0+850.00	9,687,967.1928m	734,200.2473m	847° 00' 17"O
0+860.00	9,687,969.9419m	734,193.3636m	842° 55' 59"O
0+870.00	9,687,962.6204m	734,186.5522m	842° 55' 59"O
0+880.00	9,687,945.3003m	734,179.7392m	843° 30' 44"O
0+890.00	9,687,938.9794m	734,172.0238m	857° 50' 10"O
0+900.00	9,687,934.7640m	734,162.9845m	872° 09' 36"O
0+910.00	9,687,932.9137m	734,153.1833m	885° 53' 17"O
0+920.00	9,687,932.1967m	734,143.2091m	885° 53' 17"O
0+930.00	9,687,931.4793m	734,133.2348m	885° 50' 10"O
0+940.00	9,687,930.0735m	734,123.3505m	874° 35' 58"O

Diseño Horizontal			
EJE DISEÑO VÍA ZUMBAHUAYCO			
Descripción: Replanteo			
Intervalo Eje: Inicio: 0+000.00, fin: 3+500.00			
Abcisa	Norte	Este	Orientación de tangente
0+950.00	9,687,925.4162m	734,114.6098m	847° 51' 33"O
0+960.00	9,687,917.1673m	734,109.1427m	819° 12' 41"O
0+970.00	9,687,907.2996m	734,108.2087m	86° 40' 44"E
0+980.00	9,687,897.5445m	734,110.3614m	815° 10' 57"E
0+990.00	9,687,887.8935m	734,112.9804m	815° 10' 57"E
1+000.00	9,687,878.2425m	734,115.5993m	815° 10' 57"E
1+010.00	9,687,868.5916m	734,118.2182m	815° 10' 57"E
1+020.00	9,687,858.8544m	734,120.4478m	87° 06' 21"E
1+030.00	9,687,848.8804m	734,120.4351m	87° 14' 05"O
1+040.00	9,687,839.2197m	734,117.9552m	821° 33' 31"O
1+050.00	9,687,830.4727m	734,113.1623m	835° 52' 58"O
1+060.00	9,687,823.1835m	734,106.9544m	850° 12' 24"O
1+070.00	9,687,817.8053m	734,097.9547m	864° 31' 50"O
1+080.00	9,687,814.6723m	734,088.4856m	878° 51' 16"O
1+090.00	9,687,813.8199m	734,078.5363m	888° 03' 44"O
1+100.00	9,687,813.4818m	734,068.5421m	888° 03' 44"O
1+110.00	9,687,813.1437m	734,058.5478m	888° 03' 44"O
1+120.00	9,687,812.8055m	734,048.5535m	888° 03' 44"O
1+130.00	9,687,812.2647m	734,038.5712m	883° 41' 54"O
1+140.00	9,687,810.4621m	734,028.7437m	875° 30' 48"O
1+150.00	9,687,807.2786m	734,019.2729m	867° 19' 41"O
1+160.00	9,687,802.7792m	734,010.3519m	859° 08' 35"O
1+170.00	9,687,797.0555m	734,002.1623m	850° 57' 28"O
1+180.00	9,687,790.2242m	733,994.8710m	842° 46' 22"O
1+190.00	9,687,782.4314m	733,988.6165m	835° 39' 40"O
1+200.00	9,687,774.3066m	733,982.7866m	835° 39' 40"O
1+210.00	9,687,766.1818m	733,976.9567m	835° 39' 40"O
1+220.00	9,687,757.9166m	733,971.3353m	830° 37' 18"O
1+230.00	9,687,748.9539m	733,966.9223m	821° 48' 25"O
1+240.00	9,687,739.4209m	733,963.9349m	812° 59' 32"O
1+250.00	9,687,729.5427m	733,962.4436m	84° 10' 39"O
1+260.00	9,687,719.5525m	733,962.4823m	84° 15' 38"E
1+270.00	9,687,709.5802m	733,963.2252m	84° 15' 38"E
1+280.00	9,687,699.6078m	733,963.9681m	84° 15' 38"E
1+290.00	9,687,689.6354m	733,964.7110m	84° 15' 38"E
1+300.00	9,687,679.6631m	733,965.4540m	84° 15' 38"E
1+310.00	9,687,669.7021m	733,966.3281m	86° 20' 24"E
1+320.00	9,687,659.7813m	733,967.5830m	87° 24' 31"E
1+330.00	9,687,649.8648m	733,968.8725m	87° 24' 31"E
1+340.00	9,687,639.9483m	733,970.1620m	87° 24' 31"E
1+350.00	9,687,630.0318m	733,971.4514m	87° 24' 31"E
1+360.00	9,687,620.1152m	733,972.7409m	87° 24' 31"E
1+370.00	9,687,610.1987m	733,974.0304m	87° 24' 31"E
1+380.00	9,687,600.2492m	733,974.9777m	81° 43' 48"E
1+390.00	9,687,590.2662m	733,974.5658m	86° 27' 18"O
1+400.00	9,687,580.4435m	733,972.7369m	814° 38' 25"O
1+410.00	9,687,570.9813m	733,969.5281m	822° 49' 31"O
1+420.00	9,687,562.0729m	733,965.0048m	831° 00' 38"O

Diseño Horizontal			
EJE DISEÑO VÍA ZUMBAHUAYCO			
Descripción: Replanteo			
Intervalo Eje: Inicio: 0+000.00, fin: 3+500.00			
Abscisa	Norte	Este	Orientación de tangente
1+430.00	9,687,553.8980m	733,959.2592m	839° 11' 44"O
1+440.00	9,687,546.6251m	733,952.4083m	847° 22' 50"O
1+450.00	9,687,540.3653m	733,944.6180m	853° 31' 01"O
1+460.00	9,687,534.4194m	733,936.5777m	853° 31' 01"O
1+470.00	9,687,528.4736m	733,928.5373m	853° 31' 01"O
1+480.00	9,687,522.5278m	733,920.4970m	853° 31' 01"O
1+490.00	9,687,516.5819m	733,912.4566m	853° 31' 01"O
1+500.00	9,687,510.6361m	733,904.4163m	853° 31' 01"O
1+510.00	9,687,504.6903m	733,896.3760m	853° 31' 01"O
1+520.00	9,687,498.7444m	733,888.3356m	853° 31' 01"O
1+530.00	9,687,492.7986m	733,880.2953m	853° 31' 01"O
1+540.00	9,687,486.8528m	733,872.2549m	853° 31' 01"O
1+550.00	9,687,480.9069m	733,864.2146m	853° 31' 01"O
1+560.00	9,687,473.7656m	733,857.3960m	826° 04' 34"O
1+570.00	9,687,464.0224m	733,856.2036m	812° 07' 18"E
1+580.00	9,687,454.9899m	733,860.4033m	828° 23' 44"E
1+590.00	9,687,446.1770m	733,865.1283m	826° 15' 54"E
1+600.00	9,687,436.8281m	733,868.6303m	814° 48' 21"E
1+610.00	9,687,426.9697m	733,870.2051m	83° 20' 48"E
1+620.00	9,687,416.9950m	733,869.7901m	68° 06' 45"O
1+630.00	9,687,407.3016m	733,867.4016m	619° 34' 18"O
1+640.00	9,687,398.2759m	733,863.1349m	631° 01' 51"O
1+650.00	9,687,390.2778m	733,857.1602m	642° 29' 24"O
1+660.00	9,687,383.6261m	733,849.7156m	653° 56' 57"O
1+670.00	9,687,378.5860m	733,841.0979m	665° 24' 30"O
1+680.00	9,687,375.0211m	733,831.7582m	670° 02' 48"O
1+690.00	9,687,371.6085m	733,822.3585m	670° 02' 48"O
1+700.00	9,687,368.1960m	733,812.9588m	670° 02' 48"O
1+710.00	9,687,364.7835m	733,803.5591m	670° 02' 48"O
1+720.00	9,687,361.3709m	733,794.1594m	670° 02' 48"O
1+730.00	9,687,357.9584m	733,784.7597m	670° 02' 48"O
1+740.00	9,687,354.5458m	733,775.3600m	670° 02' 48"O
1+750.00	9,687,351.1333m	733,765.9603m	670° 02' 48"O
1+760.00	9,687,347.7208m	733,756.5606m	670° 02' 48"O
1+770.00	9,687,344.3082m	733,747.1608m	670° 02' 48"O
1+780.00	9,687,340.8957m	733,737.7611m	670° 02' 48"O
1+790.00	9,687,335.3592m	733,729.5586m	641° 39' 32"O
1+800.00	9,687,326.5680m	733,725.0143m	613° 00' 40"O
1+810.00	9,687,316.6127m	733,724.2439m	62° 29' 53"O
1+820.00	9,687,306.6222m	733,723.8081m	62° 29' 53"O
1+830.00	9,687,296.6322m	733,723.3626m	63° 45' 03"O
1+840.00	9,687,286.6386m	733,721.4744m	618° 04' 29"O
1+850.00	9,687,277.8166m	733,717.2219m	632° 23' 55"O
1+860.00	9,687,270.1036m	733,710.8930m	644° 23' 12"O
1+870.00	9,687,262.9572m	733,703.8980m	644° 23' 12"O
1+880.00	9,687,255.8109m	733,696.9030m	644° 23' 12"O
1+890.00	9,687,248.6646m	733,689.9080m	644° 23' 12"O
1+900.00	9,687,241.5182m	733,682.9130m	644° 23' 12"O

Diseño Horizontal

EJE DISEÑO VÍA ZUMBAHUAYCO

Descripción: Replanteo

Intervalo Eje: Inicio: 0+000.00, fin: 3+500.00

Abcisa	Norte	Este	Orientación de tangente
1+910.00	9,687,234.3719m	733,675.9181m	844° 23' 12"O
1+920.00	9,687,227.2255m	733,668.9231m	844° 23' 12"O
1+930.00	9,687,220.4987m	733,661.5406m	853° 02' 58"O
1+940.00	9,687,215.3239m	733,653.0031m	864° 30' 31"O
1+950.00	9,687,211.9485m	733,643.6077m	875° 58' 04"O
1+960.00	9,687,210.5068m	733,633.7290m	887° 25' 37"O
1+970.00	9,687,211.0565m	733,623.7608m	N81° 06' 50"O
1+980.00	9,687,213.5756m	733,614.1006m	N69° 39' 17"O
1+990.00	9,687,217.9634m	733,605.1331m	N58° 25' 28"O
2+000.00	9,687,223.1996m	733,596.6136m	N58° 25' 28"O
2+010.00	9,687,228.4358m	733,588.0941m	N58° 25' 28"O
2+020.00	9,687,233.6721m	733,579.5746m	N58° 25' 28"O
2+030.00	9,687,238.9083m	733,571.0550m	N58° 25' 28"O
2+040.00	9,687,242.9339m	733,561.9422m	N74° 49' 15"O
2+050.00	9,687,244.0612m	733,552.0444m	887° 49' 00"O
2+060.00	9,687,242.1836m	733,542.2612m	870° 27' 16"O
2+070.00	9,687,237.4720m	733,533.4840m	853° 05' 31"O
2+080.00	9,687,230.8946m	733,525.9554m	848° 53' 50"O
2+090.00	9,687,224.6166m	733,518.1747m	853° 18' 17"O
2+100.00	9,687,218.9552m	733,509.9347m	857° 42' 43"O
2+110.00	9,687,213.9437m	733,501.2839m	862° 07' 10"O
2+120.00	9,687,209.6118m	733,492.2736m	866° 31' 36"O
2+130.00	9,687,205.9851m	733,482.9571m	870° 56' 03"O
2+140.00	9,687,203.0382m	733,473.4026m	873° 48' 20"O
2+150.00	9,687,200.2436m	733,463.8010m	873° 48' 20"O
2+160.00	9,687,197.4491m	733,454.1994m	873° 48' 20"O
2+170.00	9,687,194.6545m	733,444.5978m	873° 48' 20"O
2+180.00	9,687,191.8599m	733,434.9962m	873° 48' 20"O
2+190.00	9,687,189.0654m	733,425.3947m	873° 48' 20"O
2+200.00	9,687,186.2708m	733,415.7931m	873° 48' 20"O
2+210.00	9,687,183.4763m	733,406.1915m	873° 48' 20"O
2+220.00	9,687,180.6817m	733,396.5899m	873° 48' 20"O
2+230.00	9,687,177.8872m	733,386.9883m	873° 48' 20"O
2+240.00	9,687,175.0886m	733,377.3879m	872° 56' 54"O
2+250.00	9,687,170.9979m	733,368.2914m	858° 37' 28"O
2+260.00	9,687,165.3063m	733,360.0711m	854° 47' 19"O
2+270.00	9,687,159.5404m	733,351.9008m	854° 47' 19"O
2+280.00	9,687,153.7744m	733,343.7305m	854° 47' 19"O
2+290.00	9,687,147.4559m	733,336.0046m	843° 59' 40"O
2+300.00	9,687,139.4728m	733,330.0254m	829° 40' 14"O
2+310.00	9,687,130.3116m	733,326.0516m	820° 32' 31"O
2+320.00	9,687,120.9475m	733,322.5426m	820° 32' 31"O
2+330.00	9,687,111.5833m	733,319.0337m	820° 32' 31"O
2+340.00	9,687,102.2794m	733,315.3773m	825° 39' 20"O
2+350.00	9,687,093.7471m	733,310.1812m	833° 28' 29"O
2+360.00	9,687,085.4059m	733,304.6655m	833° 28' 29"O
2+370.00	9,687,077.0646m	733,299.1498m	833° 28' 29"O
2+380.00	9,687,068.7233m	733,293.6341m	833° 28' 29"O

Diseño Horizontal			
EJE DISEÑO VÍA ZUMBAHUAYCO			
Descripción:		Replanteo	
Intervalo Eje: Inicio: 0+000.00, fin: 3+500.00			
Abscisa	Norte	Este	Orientación de tangente
2+390.00	9,687,060.3820m	733,288.1184m	833° 28' 29"O
2+400.00	9,687,052.0407m	733,282.6027m	833° 28' 29"O
2+410.00	9,687,043.6994m	733,277.0870m	833° 28' 29"O
2+420.00	9,687,035.3581m	733,271.5714m	833° 28' 29"O
2+430.00	9,687,026.9977m	733,267.3245m	814° 06' 11"O
2+440.00	9,687,018.4468m	733,266.8663m	88° 48' 55"E
2+450.00	9,687,007.1288m	733,270.3084m	831° 44' 01"E
2+460.00	9,686,999.8867m	733,277.1074m	854° 39' 07"E
2+470.00	9,686,995.4181m	733,286.0287m	866° 24' 20"E
2+480.00	9,686,991.4155m	733,295.1927m	866° 24' 20"E
2+490.00	9,686,987.4129m	733,304.3568m	866° 24' 20"E
2+500.00	9,686,983.0152m	733,313.3244m	857° 53' 34"E
2+510.00	9,686,978.8014m	733,321.1396m	848° 18' 09"E
2+520.00	9,686,970.1494m	733,328.6063m	848° 18' 09"E
2+530.00	9,686,963.4975m	733,336.0730m	848° 18' 09"E
2+540.00	9,686,956.8455m	733,343.5396m	848° 18' 09"E
2+550.00	9,686,949.8767m	733,350.6944m	839° 45' 27"E
2+560.00	9,686,941.6298m	733,356.3358m	832° 34' 25"E
2+570.00	9,686,933.2028m	733,361.7196m	832° 34' 25"E
2+580.00	9,686,924.7758m	733,367.1035m	832° 34' 25"E
2+590.00	9,686,916.3488m	733,372.4873m	832° 34' 25"E
2+600.00	9,686,907.9218m	733,377.8711m	832° 34' 25"E
2+610.00	9,686,899.4948m	733,383.2549m	832° 34' 25"E
2+620.00	9,686,891.0678m	733,388.6388m	832° 34' 25"E
2+630.00	9,686,882.6408m	733,394.0226m	832° 34' 25"E
2+640.00	9,686,874.2137m	733,399.4064m	832° 34' 25"E
2+650.00	9,686,865.7867m	733,404.7902m	832° 34' 25"E
2+660.00	9,686,857.3597m	733,410.1741m	832° 34' 25"E
2+670.00	9,686,848.9327m	733,415.5579m	832° 34' 25"E
2+680.00	9,686,840.5057m	733,420.9417m	832° 34' 25"E
2+690.00	9,686,832.0787m	733,426.3255m	832° 34' 25"E
2+700.00	9,686,823.2900m	733,431.0460m	820° 39' 41"E
2+710.00	9,686,813.5593m	733,433.1991m	84° 17' 28"E
2+720.00	9,686,803.6163m	733,432.5223m	812° 04' 45"O
2+730.00	9,686,794.2671m	733,429.0705m	828° 26' 57"O
2+740.00	9,686,786.2698m	733,423.1238m	844° 49' 10"O
2+750.00	9,686,780.2727m	733,415.1641m	861° 11' 23"O
2+760.00	9,686,776.7622m	733,405.8368m	877° 33' 36"O
2+770.00	9,686,775.5792m	733,395.9149m	884° 48' 06"O
2+780.00	9,686,774.6731m	733,385.9561m	884° 48' 06"O
2+790.00	9,686,773.7671m	733,375.9972m	884° 48' 06"O
2+800.00	9,686,772.8610m	733,366.0383m	884° 48' 06"O
2+810.00	9,686,771.9550m	733,356.0795m	884° 48' 06"O
2+820.00	9,686,771.0489m	733,346.1206m	884° 48' 06"O
2+830.00	9,686,770.1429m	733,336.1617m	884° 48' 06"O
2+840.00	9,686,769.9778m	733,326.1832m	N84° 09' 44"O
2+850.00	9,686,772.2214m	733,316.4648m	N69° 50' 18"O
2+860.00	9,686,776.7996m	733,307.6037m	N55° 30' 52"O

Diseño Horizontal

EJE DISEÑO VÍA ZUMBAHUAYCO

Descripción: Replanteo

Intervalo Eje: Inicio: 0+000.00, fin: 3+500.00

Abcisa	Norte	Este	Orientación de tangente
2+870.00	9,686,783.4278m	733,300.1507m	N41° 11' 25"O
2+880.00	9,686,791.6939m	733,294.5692m	N28° 51' 59"O
2+890.00	9,686,801.0838m	733,291.2063m	N12° 32' 33"O
2+900.00	9,686,810.8903m	733,289.2487m	N11° 13' 43"O
2+910.00	9,686,820.6791m	733,287.2095m	N14° 11' 14"O
2+920.00	9,686,829.8639m	733,283.3878m	N34° 12' 45"O
2+930.00	9,686,836.4166m	733,275.9718m	N62° 51' 37"O
2+940.00	9,686,838.6118m	733,266.3222m	888° 29' 30"O
2+950.00	9,686,835.9119m	733,256.8015m	859° 50' 38"O
2+960.00	9,686,829.1343m	733,249.5431m	837° 01' 43"O
2+970.00	9,686,820.7491m	733,244.1007m	831° 44' 29"O
2+980.00	9,686,812.2389m	733,238.8495m	830° 09' 49"O
2+990.00	9,686,802.9225m	733,235.3450m	811° 03' 55"O
3+000.00	9,686,792.9722m	733,235.0817m	88° 02' 00"E
3+010.00	9,686,783.1635m	733,237.0235m	811° 30' 53"E
3+020.00	9,686,773.3648m	733,239.0197m	811° 30' 53"E
3+030.00	9,686,763.5661m	733,241.0159m	811° 30' 53"E
3+040.00	9,686,753.8410m	733,243.3196m	817° 23' 53"E
3+050.00	9,686,744.5912m	733,247.0893m	826° 56' 51"E
3+060.00	9,686,736.0950m	733,252.3412m	836° 29' 48"E
3+070.00	9,686,728.5878m	733,258.9298m	846° 02' 48"E
3+080.00	9,686,722.1022m	733,266.5370m	850° 40' 11"E
3+090.00	9,686,715.7642m	733,274.2721m	850° 40' 11"E
3+100.00	9,686,709.4263m	733,282.0071m	850° 40' 11"E
3+110.00	9,686,702.3916m	733,289.0118m	829° 36' 38"E
3+120.00	9,686,692.7405m	733,290.8025m	88° 35' 14"O
3+130.00	9,686,684.0306m	733,286.2599m	843° 28' 51"O
3+140.00	9,686,676.7706m	733,279.3831m	843° 28' 51"O
3+150.00	9,686,669.5105m	733,272.5062m	843° 28' 51"O
3+160.00	9,686,662.2505m	733,265.6293m	843° 28' 51"O
3+170.00	9,686,654.9904m	733,258.7524m	843° 28' 51"O
3+180.00	9,686,647.7303m	733,251.8755m	843° 28' 51"O
3+190.00	9,686,640.4703m	733,244.9986m	843° 28' 51"O
3+200.00	9,686,633.2102m	733,238.1217m	843° 28' 51"O
3+210.00	9,686,625.6436m	733,231.6036m	834° 38' 38"O
3+220.00	9,686,616.7952m	733,227.0009m	820° 19' 12"O
3+230.00	9,686,607.0831m	733,224.7304m	85° 59' 46"O
3+240.00	9,686,597.0907m	733,224.5072m	80° 02' 36"O
3+250.00	9,686,587.0907m	733,224.4996m	80° 02' 36"O
3+260.00	9,686,577.0907m	733,224.4920m	80° 02' 36"O
3+270.00	9,686,567.0907m	733,224.4844m	80° 02' 36"O
3+280.00	9,686,557.0907m	733,224.4768m	80° 02' 36"O
3+290.00	9,686,547.0907m	733,224.4692m	80° 02' 36"O
3+300.00	9,686,537.0907m	733,224.4616m	80° 02' 36"O
3+310.00	9,686,527.0907m	733,224.4541m	80° 02' 36"O
3+320.00	9,686,517.0907m	733,224.4465m	80° 02' 36"O
3+330.00	9,686,507.0907m	733,224.4389m	80° 02' 36"O
3+340.00	9,686,497.0907m	733,224.4313m	80° 02' 36"O

Diseño Horizontal			
EJE DISEÑO VÍA ZUMBAHUAYCO			
Descripción: Replanteo			
Intervalo Eje: Inicio: 0+000.00, fin: 3+500.00			
Abcisa	Norte	Este	Orientación de tangente
3+350.00	9,686,487.1842m	733,225.5905m	S13° 49' 43"E
6+680.00	9,687,705.6756m	735,121.5958m	N45° 41' 25"E
6+690.00	9,687,712.6610m	735,128.7515m	N45° 41' 25"E
6+700.00	9,687,719.6464m	735,135.9073m	N45° 41' 25"E
6+710.00	9,687,726.6317m	735,143.0630m	N45° 41' 25"E
6+720.00	9,687,733.6171m	735,150.2187m	N45° 41' 25"E
6+730.00	9,687,740.6025m	735,157.3745m	N45° 41' 25"E
6+740.00	9,687,747.5878m	735,164.5302m	N45° 41' 25"E
6+750.00	9,687,754.5138m	735,171.7426m	N47° 48' 35"E
6+760.00	9,687,760.9661m	735,179.3807m	N50° 39' 44"E
6+770.00	9,687,767.3050m	735,187.1149m	N50° 39' 44"E
6+780.00	9,687,773.6439m	735,194.8491m	N50° 39' 44"E
6+790.00	9,687,779.9828m	735,202.5834m	N50° 39' 44"E
6+800.00	9,687,786.3217m	735,210.3176m	N50° 39' 44"E
6+810.00	9,687,792.6606m	735,218.0518m	N50° 39' 44"E
6+818.19	9,687,797.8494m	735,224.3828m	N50° 39' 44"E

Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abscisas	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terraplén m2	Volumen de terraplén m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terraplén acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
0+000.00	0	0	0	0	0	0	0
0+010.00	2.27	11.35	0.07	0.36	11.35	0.36	10.99
0+020.00	2.11	21.89	0.13	0.99	33.25	1.35	31.89
0+030.00	1.85	19.79	0.26	1.93	53.03	3.28	49.75
0+040.00	1.97	19.09	0.05	1.53	72.13	4.82	67.31
0+050.00	2.33	21.5	0.03	0.4	93.63	5.22	88.41
0+060.00	2.19	22.59	0.02	0.27	116.21	5.49	110.72
0+070.00	2.31	22.46	0.03	0.25	138.68	5.74	132.94
0+080.00	2.96	26.34	0	0.16	165.02	5.9	159.12
0+090.00	5.03	39.95	0	0.04	204.97	5.93	199.04
0+100.00	3.9	44.65	0	0.04	249.62	5.98	243.64
0+110.00	2.57	32.36	0.02	0.14	281.98	6.11	275.87
0+120.00	2.03	22.99	0.03	0.26	304.98	6.37	298.6
0+130.00	1.68	18.55	0.17	1.01	323.52	7.38	316.14
0+140.00	1.92	18.03	0.17	1.73	341.55	9.12	332.44
0+150.00	2.24	20.85	0.03	1.01	362.4	10.12	352.28
0+160.00	2.63	24.4	0.16	0.93	386.8	11.06	375.74
0+170.00	2.82	27.27	0	0.82	414.06	11.88	402.19
0+180.00	2.96	28.91	0.01	0.05	442.98	11.93	431.05
0+190.00	2.6	27.83	0.03	0.18	470.8	12.11	458.7
0+200.00	2.28	24.39	0.03	0.28	495.2	12.38	482.81
0+210.00	2.37	23.23	0.07	0.47	518.43	12.85	505.58
0+220.00	2.19	22.75	0.09	0.78	541.18	13.64	527.54
0+230.00	1.76	19.78	0.14	1.16	560.95	14.8	546.15
0+240.00	2.01	18.85	0.07	1.07	579.81	15.87	563.94
0+250.00	2.07	20.4	0.08	0.73	600.21	16.59	583.62
0+260.00	2.71	23.91	0.07	0.75	624.12	17.35	606.77
0+270.00	2.99	28.48	0.04	0.57	652.6	17.92	634.68
0+280.00	3.54	32.61	0.01	0.23	685.22	18.15	667.07
0+290.00	3.88	37.11	0	0.03	722.32	18.18	704.15
0+300.00	3.84	38.63	0	0	760.95	18.18	742.77
0+310.00	1.95	28.97	0.12	0.6	789.92	18.77	771.15
0+320.00	1.17	15.62	0.4	2.58	805.54	21.36	784.18
0+330.00	1.26	12.13	0.14	2.7	817.67	24.06	793.61
0+340.00	1.26	12.6	0.17	1.58	830.27	25.65	804.62
0+350.00	1.49	13.77	0.16	1.67	844.04	27.32	816.72
0+360.00	2.49	19.91	0.04	1.01	863.95	28.33	835.62
0+370.00	3.67	30.76	0.02	0.33	894.71	28.66	866.05
0+380.00	3.86	37.64	0	0.14	932.35	28.8	903.55
0+390.00	4.05	39.72	0.01	0.06	972.07	28.85	943.22
0+400.00	4.13	41.13	0.02	0.12	1,013.20	28.97	984.23

Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abscisas	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terraplén m2	Volumen de terraplén m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terraplén acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
0+410.00	3.81	39.78	0	0.08	1,052.97	29.06	1,023.92
0+420.00	3.71	37.61	0	0.01	1,090.58	29.06	1,061.52
0+430.00	3.25	34.81	0.03	0.17	1,125.39	29.23	1,096.16
0+440.00	2.72	29.83	0.07	0.5	1,155.22	29.73	1,125.49
0+450.00	3.12	29.19	0.16	1.1	1,184.41	30.83	1,153.58
0+460.00	1.54	23.33	2.05	10.97	1,207.74	41.8	1,165.94
0+470.00	1.99	17.73	1.7	18.62	1,225.47	60.43	1,165.04
0+480.00	2.99	24.95	0.23	9.57	1,250.42	70	1,180.42
0+490.00	2.76	28.77	0.18	2.08	1,279.20	72.08	1,207.12
0+500.00	2.16	24.64	0.49	3.37	1,303.83	75.45	1,228.39
0+510.00	2.99	25.77	0	2.45	1,329.60	77.89	1,251.71
0+520.00	4.39	36.91	0	0	1,366.51	77.89	1,288.61
0+530.00	3.29	38.4	0	0	1,404.90	77.89	1,327.01
0+540.00	12.14	77.16	0	0	1,482.06	77.89	1,404.17
0+550.00	8.25	101.97	0	0.02	1,584.03	77.91	1,506.12
0+560.00	7.02	76.35	0	0.03	1,660.38	77.94	1,582.44
0+570.00	7.26	71.38	0	0.01	1,731.76	77.95	1,653.82
0+580.00	6.24	67.48	0	0	1,799.25	77.95	1,721.30
0+590.00	4.72	54.81	0	0	1,854.06	77.95	1,776.11
0+600.00	2.56	36.41	0.01	0.05	1,890.48	78	1,812.47
0+610.00	2.71	26.36	0.06	0.33	1,916.83	78.33	1,838.50
0+620.00	2.62	26.62	0.07	0.63	1,943.45	78.96	1,864.49
0+630.00	2.49	25.55	0.02	0.46	1,969.00	79.42	1,889.58
0+640.00	2.38	24.38	0.08	0.51	1,993.38	79.94	1,913.44
0+650.00	1.88	21.29	0.09	0.85	2,014.68	80.79	1,933.89
0+660.00	2.14	20.07	0.09	0.9	2,034.75	81.68	1,953.07
0+670.00	1.41	17.76	0.89	4.9	2,052.51	86.58	1,965.93
0+680.00	1.21	13.14	1.32	11.07	2,065.65	97.65	1,968.00
0+690.00	2.7	19.57	0.36	8.43	2,085.22	106.07	1,979.14
0+700.00	2.35	25.27	0.13	2.44	2,110.49	108.52	2,001.97
0+710.00	1.85	21.01	0.21	1.71	2,131.50	110.22	2,021.27
0+720.00	1.33	15.89	0.5	3.58	2,147.39	113.8	2,033.59
0+730.00	1.28	13.05	1.01	7.56	2,160.43	121.36	2,039.08
0+740.00	1.87	15.73	0.37	6.87	2,176.16	128.23	2,047.93
0+750.00	1.92	18.95	0.18	2.71	2,195.11	130.93	2,064.17
0+760.00	2.66	22.92	0.1	1.37	2,218.03	132.31	2,085.72
0+770.00	2.16	24.13	0.08	0.89	2,242.16	133.19	2,108.97
0+780.00	2.43	22.98	3.65	18.65	2,265.15	151.85	2,113.30
0+790.00	2.11	22.71	3.71	36.79	2,287.86	188.63	2,099.23
0+800.00	2.38	22.44	0.23	19.7	2,310.30	208.33	2,101.97
0+810.00	2.87	26.26	0.02	1.26	2,336.56	209.59	2,126.97

Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abciscas	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terraplén m2	Volumen de terraplén m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terraplén acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
0+820.00	2.83	28.54	0.03	0.23	2,365.11	209.82	2,155.28
0+830.00	2.96	29.14	0.03	0.27	2,394.25	210.09	2,184.15
0+840.00	3.01	30.08	0.14	0.81	2,424.33	210.9	2,213.43
0+850.00	2.89	29.65	0.04	0.86	2,453.98	211.76	2,242.22
0+860.00	2.87	28.88	0.11	0.73	2,482.86	212.48	2,270.37
0+870.00	2.74	28.02	0.06	0.83	2,510.88	213.31	2,297.57
0+880.00	2.93	28.33	0.08	0.69	2,539.22	214	2,325.22
0+890.00	2.22	25.9	0.31	1.78	2,565.11	215.78	2,349.33
0+900.00	1.05	16.6	0.75	4.88	2,581.71	220.66	2,361.05
0+910.00	0.75	9.33	0.33	4.97	2,591.04	225.63	2,365.42
0+920.00	1.25	10.02	0.94	6.35	2,601.06	231.97	2,369.09
0+930.00	1.3	12.75	0.13	5.39	2,613.82	237.36	2,376.45
0+940.00	3.24	22.67	0	0.73	2,636.49	238.1	2,398.39
0+950.00	2.48	29.1	0.06	0.28	2,665.59	238.37	2,427.21
0+960.00	1.68	21.89	0.54	2.47	2,687.48	240.84	2,446.63
0+970.00	0.17	9.75	2.21	15.03	2,697.22	255.87	2,441.35
0+980.00	0.17	1.68	1.94	21.8	2,698.90	277.67	2,421.23
0+990.00	0.13	1.49	1.49	17.17	2,700.40	294.85	2,405.55
1+000.00	4.35	22.36	1.13	13.08	2,722.75	307.93	2,414.83
1+010.00	0.96	26.53	0.96	10.44	2,749.28	318.36	2,430.92
1+020.00	5.86	35.31	0.51	7.11	2,784.60	325.48	2,459.12
1+030.00	10.41	85.51	0.01	2.46	2,870.11	327.93	2,542.17
1+040.00	10.09	106.14	0	0.06	2,976.24	327.99	2,648.25
1+050.00	8.51	94.44	0	0	3,070.68	327.99	2,742.69
1+060.00	10.2	93.98	0	0	3,164.67	327.99	2,836.68
1+070.00	8.97	96.54	0	0	3,261.20	327.99	2,933.22
1+080.00	8.21	86.55	0	0	3,347.75	327.99	3,019.77
1+090.00	5.74	70.14	0	0	3,417.90	327.99	3,089.91
1+100.00	3.48	46.13	0.05	0.26	3,464.02	328.25	3,135.77
1+110.00	1.83	26.6	0.3	1.77	3,490.62	330.02	3,160.60
1+120.00	0.45	11.43	2.45	13.76	3,502.05	343.77	3,158.28
1+130.00	0.3	3.74	4.32	32.52	3,505.79	376.29	3,129.50
1+140.00	1.02	6.71	3.02	33.94	3,512.50	410.24	3,102.26
1+150.00	2.2	16.24	0.71	17.24	3,528.74	427.48	3,101.27
1+160.00	4.54	33.97	0.01	3.3	3,562.71	430.77	3,131.94
1+170.00	4.83	47.19	0	0.06	3,609.90	430.83	3,179.07
1+180.00	5.9	53.96	0	0	3,663.86	430.83	3,233.03
1+190.00	4.84	53.9	0	0	3,717.77	430.83	3,286.94
1+200.00	3.32	40.78	0.34	1.68	3,758.55	432.51	3,326.03
1+210.00	0.57	19.43	0.5	4.2	3,777.98	436.72	3,341.26
1+220.00	0	2.86	5.62	30.5	3,780.84	467.21	3,313.63

Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abscisa	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terraplén m2	Volumen de terraplén m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terraplén acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
1+230.00	0	0	17.6	115.68	3,780.84	582.9	3,197.95
1+240.00	0	0	26.25	220.91	3,780.84	803.8	2,977.04
1+250.00	0	0	6.1	164.16	3,780.84	967.96	2,812.88
1+260.00	8.26	42.66	0.04	31.15	3,823.50	999.11	2,824.39
1+270.00	25.37	168.14	0	0.22	3,991.64	999.33	2,992.31
1+280.00	19.46	224.13	0	0	4,215.77	999.33	3,216.44
1+290.00	8.01	137.33	0	0	4,353.11	999.33	3,353.78
1+300.00	3.13	55.73	5.28	26.38	4,408.83	1,025.71	3,383.12
1+310.00	1.6	23.74	0.04	26.14	4,432.57	1,051.85	3,380.73
1+320.00	3.14	23.8	0.01	0.26	4,456.37	1,052.11	3,404.26
1+330.00	0.43	17.88	0.71	3.6	4,474.26	1,055.71	3,418.55
1+340.00	0.16	2.97	7.17	39.36	4,477.23	1,095.07	3,382.16
1+350.00	0.31	2.36	7.24	72.04	4,479.59	1,167.11	3,312.48
1+360.00	0.87	5.89	2.93	50.85	4,485.48	1,217.96	3,267.52
1+370.00	3.04	19.51	0.24	15.85	4,504.99	1,233.82	3,271.17
1+380.00	3.58	33.33	0.31	2.63	4,538.32	1,236.45	3,301.87
1+390.00	4.01	38.31	0.13	2.04	4,576.63	1,238.49	3,338.14
1+400.00	4.25	41.8	0.22	1.63	4,618.44	1,240.12	3,378.32
1+410.00	5.25	47.99	0	1.03	4,666.43	1,241.15	3,425.28
1+420.00	5.31	53.14	0	0.02	4,719.57	1,241.18	3,478.39
1+430.00	5.75	55.59	0	0.02	4,775.16	1,241.20	3,533.96
1+440.00	6.17	59.84	0	0	4,835.00	1,241.20	3,593.80
1+450.00	6.35	62.66	0	0	4,897.65	1,241.20	3,656.46
1+460.00	4.8	55.74	0	0	4,953.39	1,241.20	3,712.20
1+470.00	2.04	34.21	0.02	0.12	4,987.60	1,241.32	3,746.28
1+480.00	0.51	12.76	1.12	5.72	5,000.37	1,247.04	3,753.32
1+490.00	0	2.57	1.14	11.29	5,002.94	1,258.33	3,744.60
1+500.00	0	0	0.73	9.34	5,002.94	1,267.67	3,735.26
1+510.00	0.52	2.58	0.21	4.7	5,005.51	1,272.38	3,733.14
1+520.00	2.06	12.88	0.03	1.19	5,018.39	1,273.57	3,744.82
1+530.00	3.93	29.95	0.03	0.27	5,048.34	1,273.84	3,774.50
1+540.00	4.71	43.18	0	0.14	5,091.52	1,273.98	3,817.54
1+550.00	5.6	51.54	0	0	5,143.07	1,273.98	3,869.08
1+560.00	4.14	49.67	0.15	0.63	5,192.74	1,274.61	3,918.12
1+570.00	5.48	48.91	0	0.57	5,241.65	1,275.19	3,966.46
1+580.00	12.08	90.27	0	0	5,331.92	1,275.19	4,056.74
1+590.00	9.02	105.2	0	0	5,437.12	1,275.19	4,161.94
1+600.00	7.84	84.73	0	0	5,521.86	1,275.19	4,246.67
1+610.00	4.95	64.34	0.04	0.2	5,586.20	1,275.39	4,310.81
1+620.00	2.56	37.42	1.63	8.05	5,623.62	1,283.44	4,340.18
1+630.00	19.65	104.57	0.28	9.3	5,728.19	1,292.74	4,435.45

Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abscisa	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terraplén m2	Volumen de terraplén m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terraplén acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
1+640.00	12.8	150.61	0.15	2.24	5,878.80	1,294.98	4,583.82
1+650.00	2.91	73.1	0.06	1.08	5,951.90	1,296.06	4,655.83
1+660.00	2.39	26.19	1.23	6.9	5,978.08	1,302.97	4,675.11
1+670.00	2.25	22.72	2.57	20.59	6,000.81	1,323.55	4,677.25
1+680.00	3.07	26.4	0.67	16.76	6,027.21	1,340.32	4,686.90
1+690.00	2.81	29.36	2.08	13.72	6,056.58	1,354.03	4,702.54
1+700.00	2.71	27.59	0.82	14.5	6,084.17	1,368.53	4,715.64
1+710.00	2.18	24.47	0.37	5.94	6,108.64	1,374.47	4,734.17
1+720.00	2.89	25.34	0	1.85	6,133.93	1,376.32	4,757.67
1+730.00	2.62	27.55	0.02	0.12	6,161.53	1,376.44	4,785.09
1+740.00	2.57	25.98	0.01	0.17	6,187.51	1,376.61	4,810.90
1+750.00	3.04	28.05	0.01	0.09	6,215.56	1,376.70	4,838.86
1+760.00	2.91	29.76	0.05	0.29	6,245.32	1,376.99	4,868.33
1+770.00	0.99	19.53	0.96	5.05	6,264.85	1,382.04	4,882.80
1+780.00	0.08	5.34	2.53	17.46	6,270.19	1,399.49	4,870.70
1+790.00	1.77	9.32	0.96	14.47	6,279.50	1,413.95	4,865.55
1+800.00	5.79	38.26	0	3.76	6,317.76	1,417.71	4,900.05
1+810.00	6.84	63.88	0.58	2.61	6,381.64	1,420.32	4,961.32
1+820.00	9.52	81.77	0	2.88	6,463.41	1,423.20	5,040.22
1+830.00	4.31	68.93	0.19	0.94	6,532.34	1,424.13	5,108.21
1+840.00	3.15	35.98	0.11	1.61	6,568.32	1,425.74	5,142.58
1+850.00	7.32	49.17	2.53	14.78	6,617.49	1,440.52	5,176.96
1+860.00	5.54	61.01	0.27	15.42	6,678.50	1,455.94	5,222.56
1+870.00	5.95	57.49	1.91	10.89	6,735.98	1,466.83	5,269.15
1+880.00	3.32	46.36	0.04	9.73	6,782.35	1,476.57	5,305.78
1+890.00	2.57	29.43	0.06	0.53	6,811.78	1,477.10	5,334.68
1+900.00	0.86	17.15	0.52	2.94	6,828.92	1,480.04	5,348.88
1+910.00	0.9	8.82	1.3	9.14	6,837.75	1,489.18	5,348.57
1+920.00	2.22	15.63	0.08	6.9	6,853.38	1,496.08	5,357.30
1+930.00	3.49	28.78	0.11	0.89	6,882.15	1,496.97	5,385.18
1+940.00	1.35	24.2	0.01	0.56	6,906.35	1,497.53	5,408.82
1+950.00	0.3	7.92	0.04	0.22	6,914.27	1,497.75	5,416.52
1+960.00	0.26	2.64	0.06	0.43	6,916.91	1,498.18	5,418.73
1+970.00	0.81	5.13	0.08	0.63	6,922.04	1,498.81	5,423.23
1+980.00	3.62	22.18	0.08	0.74	6,944.23	1,499.55	5,444.67
1+990.00	3.47	35.72	0	0.38	6,979.94	1,499.93	5,480.01
2+000.00	3.24	33.55	0.01	0.03	7,013.49	1,499.96	5,513.53
2+010.00	3.77	35.04	0.09	0.47	7,048.54	1,500.43	5,548.11
2+020.00	3.18	34.76	0	0.43	7,083.30	1,500.86	5,582.43
2+030.00	3.75	34.65	0	0	7,117.94	1,500.86	5,617.08
2+040.00	3.92	36.81	0	0	7,154.75	1,500.86	5,653.89

Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abscisas	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terrapién m2	Volumen de terrapién m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terrapién acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
2+050.00	6.09	49.58	0	0	7,204.33	1,500.86	5,703.47
2+060.00	3.02	46.3	0.09	0.41	7,250.64	1,501.27	5,749.37
2+070.00	3.96	35.78	0.04	0.58	7,286.42	1,501.85	5,784.57
2+080.00	6.97	55.35	0.01	0.24	7,341.77	1,502.09	5,839.68
2+090.00	8.33	74.83	0.01	0.11	7,416.60	1,502.20	5,914.40
2+100.00	6.88	74.23	0.02	0.17	7,490.83	1,502.37	5,988.46
2+110.00	2.58	46.38	0.03	0.27	7,537.21	1,502.64	6,034.57
2+120.00	2.75	26.44	0.02	0.24	7,563.65	1,502.88	6,060.77
2+130.00	4.4	35.44	0	0.11	7,599.10	1,502.99	6,096.11
2+140.00	8.31	62.98	0	0.02	7,662.08	1,503.01	6,159.07
2+150.00	20.98	146.46	0	0	7,808.54	1,503.01	6,305.53
2+160.00	20.44	207.06	0	0	8,015.60	1,503.01	6,512.59
2+170.00	12.73	165.81	0	0	8,181.41	1,503.01	6,678.40
2+180.00	8.47	105.97	0	0	8,287.39	1,503.01	6,784.37
2+190.00	14.69	115.8	0	0	8,403.19	1,503.01	6,900.17
2+200.00	9.59	121.42	0	0	8,524.61	1,503.01	7,021.60
2+210.00	5.55	75.71	0	0	8,600.32	1,503.01	7,097.30
2+220.00	4.39	49.69	0	0	8,650.00	1,503.01	7,146.99
2+230.00	3.02	37.05	0.01	0.06	8,687.05	1,503.08	7,183.97
2+240.00	2.47	27.46	0.04	0.26	8,714.52	1,503.34	7,211.17
2+250.00	2.49	24.91	0.07	0.49	8,739.43	1,503.84	7,235.59
2+260.00	1.59	20.38	0.13	1	8,759.81	1,504.84	7,254.96
2+270.00	0.02	8.04	27.81	139.71	8,767.85	1,644.56	7,123.29
2+280.00	0	0.11	7.31	175.57	8,767.96	1,820.13	6,947.83
2+290.00	0	0	10.86	90.3	8,767.96	1,910.42	6,857.53
2+300.00	0	0	8.11	93.57	8,767.96	2,003.99	6,763.97
2+310.00	0	0	2.73	54.17	8,767.96	2,058.15	6,709.80
2+320.00	1.6	7.99	0.24	14.84	8,775.95	2,072.99	6,702.96
2+330.00	4	28.02	0	1.23	8,803.97	2,074.22	6,729.75
2+340.00	6.33	51.79	0	0.02	8,855.76	2,074.24	6,781.52
2+350.00	7.94	71.48	0	0	8,927.24	2,074.24	6,853.00
2+360.00	8.74	83.41	0	0	9,010.65	2,074.24	6,936.41
2+370.00	9.04	88.91	0	0	9,099.55	2,074.24	7,025.32
2+380.00	8.12	85.82	0	0	9,185.38	2,074.24	7,111.14
2+390.00	9.03	85.78	0	0	9,271.15	2,074.24	7,196.91
2+400.00	10.26	96.47	0	0	9,367.62	2,074.24	7,293.38
2+410.00	11.09	106.77	0	0	9,474.38	2,074.24	7,400.15
2+420.00	10.27	106.82	0	0	9,581.20	2,074.24	7,506.96
2+430.00	7.98	91.33	0	0	9,672.53	2,074.24	7,598.29
2+440.00	6.66	73.7	0	0.01	9,746.23	2,074.25	7,671.98
2+450.00	5.71	62.87	0	0.01	9,809.10	2,074.26	7,734.84

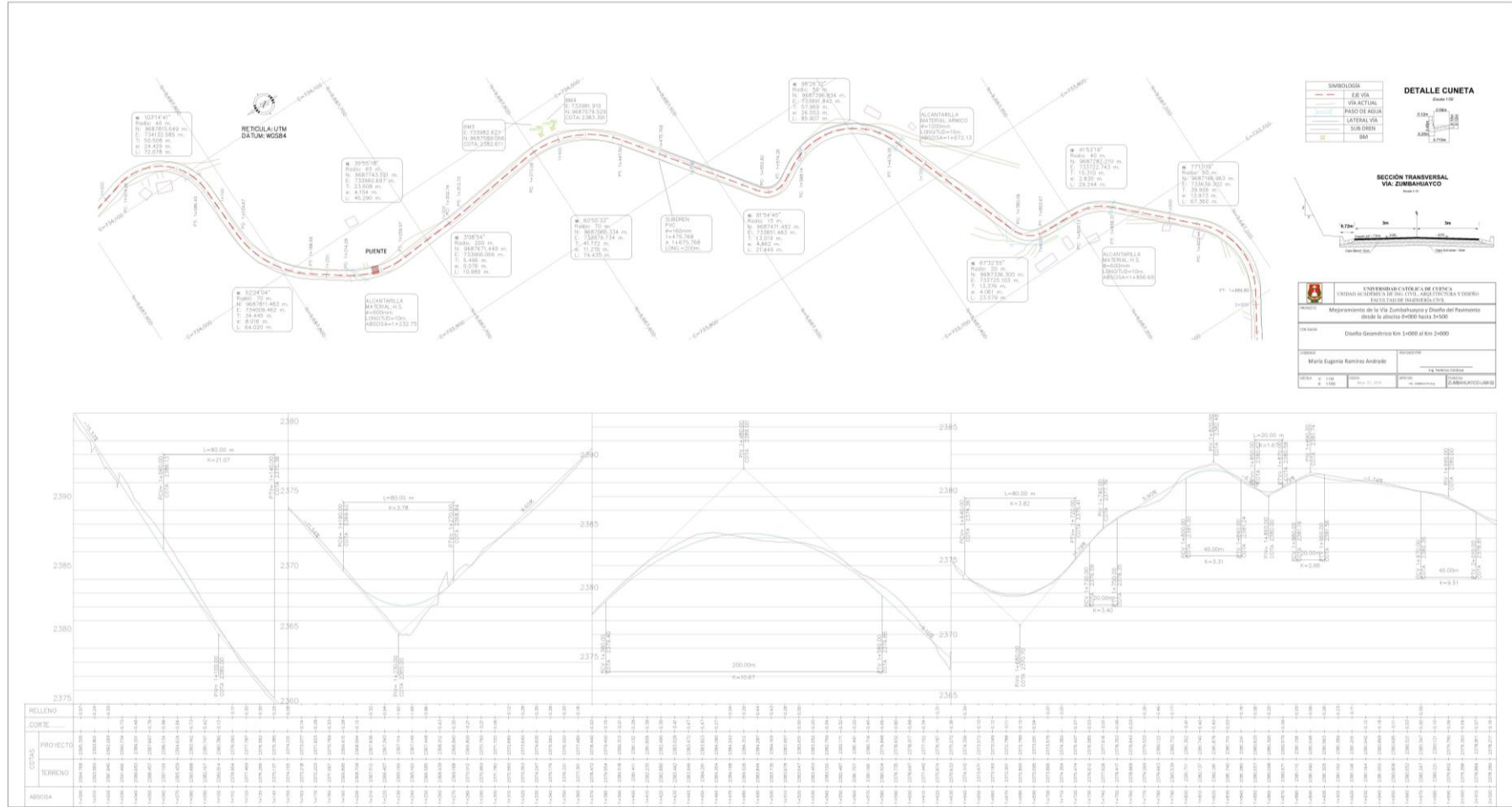
Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abciscas	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terraplén m2	Volumen de terraplén m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terraplén acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
2+460.00	8.52	74.99	0.04	0.18	9,884.09	2,074.44	7,809.65
2+470.00	4.33	66.71	0.07	0.52	9,950.79	2,074.96	7,875.83
2+480.00	4.08	42.03	0.02	0.47	9,992.83	2,075.43	7,917.40
2+490.00	1.66	28.7	0.06	0.4	10,021.52	2,075.83	7,945.70
2+500.00	1.43	15.52	0.2	1.26	10,037.05	2,077.08	7,959.96
2+510.00	2.41	19.01	0.04	1.15	10,056.06	2,078.23	7,977.83
2+520.00	3.65	30.3	0.04	0.38	10,086.36	2,078.61	8,007.75
2+530.00	1.98	28.14	0.03	0.34	10,114.50	2,078.95	8,035.55
2+540.00	2.82	24	3.07	15.5	10,138.50	2,094.45	8,044.06
2+550.00	2.55	26.95	2.1	28.56	10,165.45	2,123.00	8,042.45
2+560.00	2.53	25.55	0.15	11.88	10,191.00	2,134.88	8,056.12
2+570.00	2.38	24.54	0.12	1.34	10,215.53	2,136.22	8,079.32
2+580.00	3.29	28.36	0.02	0.71	10,243.90	2,136.93	8,106.97
2+590.00	3.53	34.12	0	0.11	10,278.02	2,137.04	8,140.98
2+600.00	5.82	46.79	0	0	10,324.81	2,137.04	8,187.78
2+610.00	5.96	58.9	0	0	10,383.71	2,137.04	8,246.68
2+620.00	5.22	55.87	0	0	10,439.58	2,137.04	8,302.54
2+630.00	4.09	46.55	0.02	0.08	10,486.13	2,137.12	8,349.01
2+640.00	2.44	32.64	0.24	1.28	10,518.77	2,138.40	8,380.36
2+650.00	1.68	20.57	0.21	2.24	10,539.34	2,140.64	8,398.70
2+660.00	0.8	12.38	0.19	1.98	10,551.72	2,142.62	8,409.10
2+670.00	0.46	6.29	0.62	4.04	10,558.01	2,146.66	8,411.35
2+680.00	0.16	3.1	0.85	7.36	10,561.11	2,154.01	8,407.10
2+690.00	0.23	1.95	0.81	8.33	10,563.05	2,162.34	8,400.71
2+700.00	1.19	7.2	0.5	6.31	10,570.25	2,168.65	8,401.60
2+710.00	2.65	19.39	0.17	3.06	10,589.64	2,171.71	8,417.94
2+720.00	2.27	25.05	0.46	2.79	10,614.69	2,174.49	8,440.20
2+730.00	1.85	21.27	0.07	2.34	10,635.96	2,176.84	8,459.13
2+740.00	3.13	25.45	0	0.31	10,661.41	2,177.15	8,484.26
2+750.00	4.12	36.71	0.05	0.21	10,698.13	2,177.36	8,520.77
2+760.00	3.31	37.7	0.02	0.28	10,735.82	2,177.63	8,558.19
2+770.00	2.28	28.08	1.77	9.44	10,763.90	2,187.08	8,576.82
2+780.00	2.2	22.44	0.11	9.38	10,786.34	2,196.46	8,589.88
2+790.00	1.61	19.07	0.28	1.94	10,805.41	2,198.40	8,607.00
2+800.00	1.45	15.31	0.33	3.05	10,820.72	2,201.45	8,619.27
2+810.00	2.62	20.38	0	1.64	10,841.09	2,203.09	8,638.00
2+820.00	3.97	32.96	0	0	10,874.05	2,203.09	8,670.96
2+830.00	4.59	42.78	0	0	10,916.83	2,203.09	8,713.73
2+840.00	4.81	47.17	0.01	0.04	10,964.00	2,203.14	8,760.86
2+850.00	3.13	40.17	0.15	0.7	11,004.17	2,203.84	8,800.34
2+860.00	2.61	29.29	0.34	2.19	11,033.46	2,206.02	8,827.44

Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abscisas	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terraplén m2	Volumen de terraplén m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terraplén acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
2+870.00	3.77	32.37	0.02	1.62	11,065.83	2,207.64	8,858.19
2+880.00	4.33	40.87	0	0.09	11,106.70	2,207.74	8,898.96
2+890.00	4.98	46.97	0	0	11,153.67	2,207.74	8,945.93
2+900.00	5.99	54.87	0	0	11,208.54	2,207.74	9,000.80
2+910.00	6.5	62.44	0	0	11,270.98	2,207.74	9,063.24
2+920.00	7.72	71.43	0	0	11,342.41	2,207.74	9,134.67
2+930.00	7.2	75.34	0	0	11,417.74	2,207.74	9,210.01
2+940.00	5.54	63.97	0	0	11,481.72	2,207.74	9,273.98
2+950.00	4.65	51.45	0	0	11,533.17	2,207.74	9,325.44
2+960.00	3.93	43.91	0	0	11,577.08	2,207.74	9,369.34
2+970.00	7.64	57.65	0	0.01	11,634.73	2,207.74	9,426.98
2+980.00	5.64	66.21	0	0	11,700.94	2,207.74	9,493.19
2+990.00	4.6	49.89	0	0	11,750.83	2,207.75	9,543.08
3+000.00	1.69	30.44	0.09	0.53	11,781.27	2,208.27	9,573.00
3+010.00	1.11	13.83	0.61	3.56	11,795.10	2,211.84	9,583.26
3+020.00	1.84	14.74	1.49	10.47	11,809.85	2,222.31	9,587.53
3+030.00	0.04	9.41	2.01	17.51	11,819.26	2,239.83	9,579.44
3+040.00	0.73	3.91	6.89	46.72	11,823.17	2,286.54	9,536.63
3+050.00	1.59	11.79	0.27	39.04	11,834.96	2,325.59	9,509.37
3+060.00	2.9	22.85	0.18	2.12	11,857.81	2,327.71	9,530.11
3+070.00	3.13	30.66	0.12	1.38	11,888.48	2,329.08	9,559.39
3+080.00	2.26	27.12	0.14	1.27	11,915.60	2,330.35	9,585.25
3+090.00	2.62	24.42	0	0.72	11,940.02	2,331.08	9,608.94
3+100.00	2.27	24.46	0.15	0.76	11,964.48	2,331.84	9,632.65
3+110.00	2.93	26.19	0	0.9	11,990.67	2,332.73	9,657.94
3+120.00	3.6	33.53	0.02	0.09	12,024.20	2,332.82	9,691.37
3+130.00	2.94	33.53	0	0.07	12,057.72	2,332.89	9,724.83
3+140.00	4.09	35.14	0.08	0.4	12,092.86	2,333.29	9,759.57
3+150.00	7.44	57.64	0	0.4	12,150.50	2,333.69	9,816.81
3+160.00	6.28	68.6	0	0	12,219.10	2,333.69	9,885.41
3+170.00	5.97	61.26	0	0.02	12,280.36	2,333.71	9,946.65
3+180.00	4.81	53.92	0	0.02	12,334.28	2,333.73	10,000.55
3+190.00	3.28	40.44	0.01	0.04	12,374.72	2,333.77	10,040.95
3+200.00	2.54	29.1	0.02	0.11	12,403.82	2,333.88	10,069.94
3+210.00	2.48	24.74	0.01	0.13	12,428.56	2,334.01	10,094.55
3+220.00	3	27.07	0.02	0.17	12,455.63	2,334.18	10,121.46
3+230.00	3.43	32.35	0.01	0.15	12,487.98	2,334.33	10,153.65
3+240.00	3.73	35.94	0.01	0.11	12,523.92	2,334.43	10,189.49
3+250.00	3.31	35.24	0	0.07	12,559.16	2,334.50	10,224.66
3+260.00	2.33	28.22	0.01	0.06	12,587.38	2,334.57	10,252.81
3+270.00	1.49	19.1	0.09	0.53	12,606.48	2,335.10	10,271.38

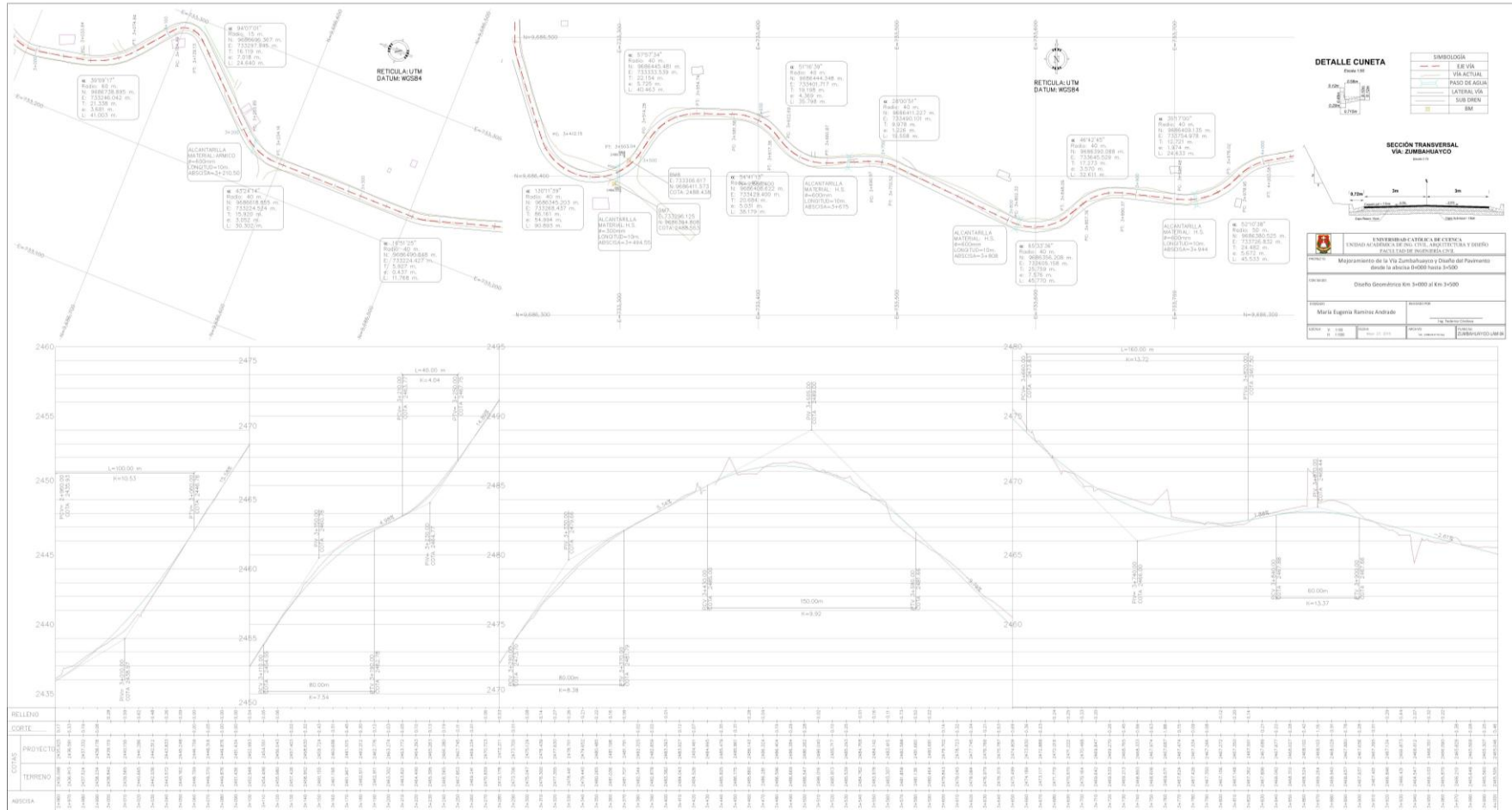
Volumenes de la Via Zumbahuayoo							
Abscisa Inicial: 0+000.00 a Abscisa Final: 3+500.00							
Abscisas	Área de desmonte m2	Volumen de desmonte m3	Área de terraplén m2	Volumen de terraplén m3	Vol. desmonte acumul. m3	Vol. terraplén acumul. m3	Vol. neto acumul. m3
3+280.00	6.71	41.01	0.1	0.95	12,647.49	2,336.05	10,311.45
3+290.00	3.88	52.94	0.07	0.84	12,700.44	2,336.89	10,363.55
3+300.00	2.67	32.71	0.15	1.13	12,733.14	2,338.02	10,395.13
3+310.00	1.82	22.44	0.08	1.17	12,755.59	2,339.18	10,416.40
3+320.00	1.12	14.71	0	0.42	12,770.30	2,339.61	10,430.69
3+330.00	1.26	11.89	0.03	0.19	12,782.18	2,339.80	10,442.39
3+340.00	3.64	24.48	0.13	0.82	12,806.66	2,340.62	10,466.04
3+350.00	5.41	47.57	0.1	1.05	12,854.23	2,341.67	10,512.55
3+360.00	5.92	57.39	0.1	1.01	12,911.61	2,342.68	10,568.93
3+370.00	8.21	70.66	0.01	0.58	12,982.27	2,343.26	10,639.01
3+380.00	4.95	65.8	0	0.07	13,048.07	2,343.33	10,704.74
3+390.00	6.95	59.5	0	0	13,107.57	2,343.33	10,764.24
3+400.00	3.7	53.25	0.04	0.19	13,160.82	2,343.52	10,817.30
3+410.00	2.34	30.22	0.02	0.3	13,191.03	2,343.81	10,847.22
3+420.00	0.78	15.24	0.01	0.15	13,206.27	2,343.97	10,862.30
3+430.00	0.42	5.56	0.01	0.11	13,211.83	2,344.08	10,867.75
3+440.00	2.33	13.03	0.07	0.36	13,224.87	2,344.44	10,880.42
3+450.00	6.1	43.03	0.17	1.08	13,267.90	2,345.52	10,922.37
3+460.00	1.28	38.49	0.11	1.3	13,306.38	2,346.82	10,959.56
3+470.00	2.12	17.1	0.06	0.77	13,323.48	2,347.60	10,975.88
3+480.00	4.3	32.3	0.01	0.31	13,355.78	2,347.91	11,007.87
3+490.00	4.99	46.99	0.05	0.28	13,402.78	2,348.19	11,054.59
3+500.00	4.41	47.34	0.01	0.25	13,450.11	2,348.44	11,101.68

ANEXO D. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

ABSCISA 1+000 A 2+000



ABSCISA 3+000 A 3+500



ANEXO E. FOTOGRAFÍAS DE UBICACIÓN DE BM'S

Ubicación: abs 0+060.00



BM1



BM2

Ubicación: abs 1+390.00



BM3



BM4

Ubicación: abs 2+050.00

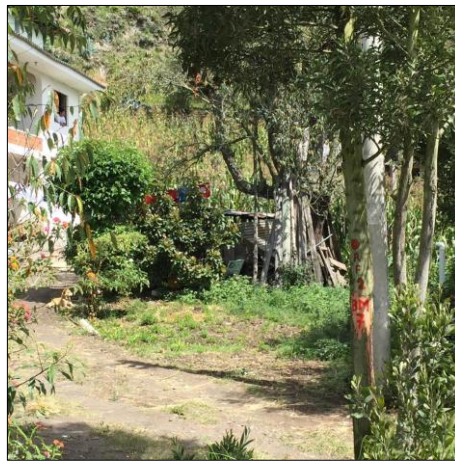


BM5

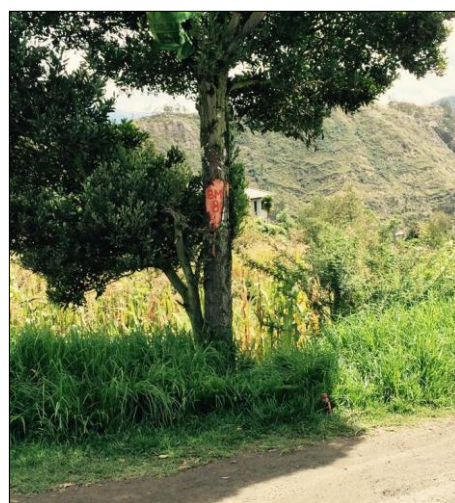


BM6

Ubicación: abs 3+480.00



BM7



BM8

ANEXO F. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,001
Código: 501001
Descrip.: Replanteo y nivelación para vías
Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	Equipo de topografía	Hora	1.0000	2.00	0.0800	0.16
101004	Equipo de nivelación	Hora	1.0000	2.50	0.0800	0.20
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0800	0.03
Subtotal de Equipo:						0.39

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
270004	Disolvente	galón	0.0010	3.60		0.00
270022	Pintura esmalte	gl	0.0030	16.93		0.05
2EA084	Clavos	kg	0.0500	1.91		0.10
253001	Estacas de madera 4 x 5 cm	u	0.6000	0.85		0.51
2EA090	Pinceles	u	0.0060	1.55		0.01
Subtotal de Materiales:						0.67

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
421006	Topógrafo 2: título y experiencia mayor a 5 años (Estr.		1.0000	3.38	0.0800	0.27
403012	Cadenero		1.0000	3.05	0.0800	0.24
402015	Peón		1.0000	3.01	0.0800	0.24
Subtotal de Mano de Obra:						0.75

Costo Directo Total: 1.81

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.36

Precio Unitario Total	2.17
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,002
Código: 500030
Descripción: Excavación mecánica en suelo sin clasificar
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102050	Excavadora de Oruga	Hora	1.0000	40.00	0.0580	2.32
Subtotal de Equipo:						2.32

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
423002	Operador de excavadora		1.0000	3.38	0.0580	0.20
402015	Peón		2.0000	3.01	0.0580	0.35
Subtotal de Mano de Obra:						0.55

Costo Directo Total: 2.87

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.57

Precio Unitario Total	3.44
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,003
Código: 504001
Descripción: Excavación a máquina con retroexcavadora
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102004	Retroexcavadora	Hora	1.0000	25.00	0.0700	1.75
Subtotal de Equipo:						1.75

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.0700	0.22
423011	Operador de retroexcavadora		1.0000	3.38	0.0700	0.24
402015	Peón		3.0000	3.01	0.0700	0.63
Subtotal de Mano de Obra:						1.09

Costo Directo Total: 2.84

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.57

Precio Unitario Total	3.41
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,004
Código: 505009
Descripción: Relleno compactado con material de mejoramiento en zanjas (Incl. Transp)
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.5000	0.20
102013	Vibro apisonador (sapo)	Hora	1.0000	3.50	0.5000	1.75
Subtotal de Equipo:						1.95

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA073	Agua	lt	4.0000	0.01		0.04
2EI004	Material de mejoramiento puesto en	m3	1.3200	12.00		15.84
Subtotal de Materiales:						15.88

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.1000	0.32
402015	Peón		2.0000	3.01	0.5000	3.01
Subtotal de Mano de Obra:						3.33

Costo Directo Total: 21.16

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.23

Precio Unitario Total	25.39
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,005
Código: 506011
Descripción: Desalojo de materiales hasta 6 km
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102008	Volqueta 6 m3	Hora	1.0000	25.00	0.0500	1.25
Subtotal de Equipo:						1.25

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
427011	Chofer volquetas (Estr. Oc. C1)		1.0000	4.36	0.0500	0.22
Subtotal de Mano de Obra:						0.22

Costo Directo Total: 1.47

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.29

Precio Unitario Total	1.76
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,006
Código: 506005
Descripción: Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km
Unidad: m3-km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102006	Volqueta 8 m3	Hora	1.0000	25.00	0.0070	0.18
Subtotal de Equipo:						0.18

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
427011	Chofer volquetas (Estr. Oc. C1)		1.0000	4.35	0.0070	0.03
Subtotal de Mano de Obra:						0.03

Costo Directo Total: 0.21

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.04

Precio Unitario Total	0.25
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,007
Código: 502028
Descrip.: Limpieza de alcantarillas
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	1.6000	0.64
Subtotal de Equipo:						0.64

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.01	1.6000	9.63
Subtotal de Mano de Obra:						9.63

Costo Directo Total: 10.27

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.05

Precio Unitario Total	12.32
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,008
Código: 505022
Descrip.: Conformación de escombrera
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102004	Retroexcavadora	Hora	1.0000	25.00	0.0110	0.28
102007	Tractor D7G	Hora	1.0000	48.52	0.0110	0.53
Subtotal de Equipo:						0.81

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
423007	Operador de tractor carriles o ruedas (buldozer, topac)		1.0000	3.38	0.0110	0.04
423011	Operador de retroexcavadora		1.0000	3.38	0.0110	0.04
402015	Peón		1.0000	3.01	0.0110	0.03
Subtotal de Mano de Obra:						0.11

Costo Directo Total: 0.92

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.18

Precio Unitario Total	1.10
-----------------------------	------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1,009
Código: 504002
Descripción: Excavación manual material sin clasificar
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.8000	0.32
Subtotal de Equipo:						0.32

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.8000	2.57
402015	Peón		2.0000	3.01	0.8000	4.82
Subtotal de Mano de Obra:						7.39

Costo Directo Total: 7.71

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.54

Precio Unitario Total	9.25
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,001
Código: 522048
Descripción: Tubería de Ho. So. D=0.60m para pasos de agua
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	1.2000	0.48
Subtotal de Equipo:						0.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EX008	Tubo de cemento 600 mm campana	m	1.0000	25.71		25.71
508003	Mortero de cemento 1:3	m3	0.0050	100.38		0.50
Subtotal de Materiales:						26.21

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1.0000	3.05	1.2000	3.66
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	1.2000	3.85
402015	Peón		2.0000	3.01	1.2000	7.22
Subtotal de Mano de Obra:						14.73

Costo Directo Total: 41.42

COSTOS INDIRECTOS

20 % 8.28

Precio Unitario Total	49.70
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,002
Código: 522049
Descripción: Tubería Corrugada D = 1.2m. Esp = 2.5mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	2.0000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.80

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200405	Alcantarilla empemable Ármico D =	m	1.0000	205.50		205.50
Subtotal de Materiales:						205.50

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Abañil		1.0000	3.05	2.0000	6.10
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	2.0000	6.42
402015	Peón		3.0000	3.01	2.0000	18.06
Subtotal de Mano de Obra:						30.58

Costo Directo Total: 236.88

COSTOS INDIRECTOS

20 % 47.38

Precio Unitario Total	284.26
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,003
Código: 533005
Descrip.: Geotextil para subdrenes
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0300	0.01
Subtotal de Equipo:						0.01

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
279006	Geotextil NT 1600	m2	1.2000	1.40		1.68
253006	Tiras de eucalpto 2 x 2 x 300 cm	u	0.0375	0.49		0.02
Subtotal de Materiales:						1.70

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.0300	0.10
402015	Peón		2.0000	3.01	0.0300	0.18
Subtotal de Mano de Obra:						0.28

Costo Directo Total: 1.99

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.40

Precio Unitario Total	2.39
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,004
Código: 514058
Descripción: Tubería de PVC D = 160mm para subdrenes
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.1000	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
515001	Tubería PVC perforada para dren, d	ml	1.0000	7.37		7.37
Subtotal de Materiales:						7.37

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
403006	Plomero		1.0000	3.05	0.1000	0.31
402015	Peón		2.0000	3.01	0.1000	0.60
Subtotal de Mano de Obra:						0.91

Costo Directo Total: 8.32

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.66

Precio Unitario Total	9.98
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,005
Código: 505023
Descripción: Material filtrante para drenes, suministro y colocación.
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.0630	0.05
Subtotal de Equipo:						0.05

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2E1005	Grava puesta en obra	m3	1.0500	17.50		18.38
Subtotal de Materiales:						18.38

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.0630	0.20
402015	Peón		2.0000	3.01	0.0630	0.38
Subtotal de Mano de Obra:						0.58

Costo Directo Total: 19.01

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.80

Precio Unitario Total	22.81
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,006
 Código: 507002
 Descripción: Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm2
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	5.0000	0.40	0.7600	1.52
102010	Concretera un saco	Hora	1.0000	3.15	0.7600	2.39
Subtotal de Equipo:						3.91
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
2EA073	Agua	lt	180.0000	0.01		1.80
2EI005	Arena puesta en obra	m3	0.6000	17.00		10.20
2EI006	Grava puesta en obra	m3	1.0000	17.50		17.50
223002	Cemento Portland Tipo I puesto en	saco	7.5000	6.47		48.53
Subtotal de Materiales:						78.03
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.3800	1.22
402015	Peón		5.0000	3.01	0.7600	11.44
Subtotal de Mano de Obra:						12.66
Costo Directo Total:						94.60
COSTOS INDIRECTOS						
						20 % 18.92
Precio Unitario Total						113.52

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,007
Código: 527035
Descripción: Hormigón ciclópeo (80% H.S. y 40% piedra) f'c = 210 kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	3.0000	0.40	0.9500	1.14
Subtotal de Equipo:						1.14

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA073	Agua	lt	90.0000	0.01		0.90
2EI007	Piedra puesta en obra	m3	0.4200	16.80		7.06
507002	Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm2	m3	0.6200	94.60		58.65
Subtotal de Materiales:						66.61

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albafil		1.0000	3.05	0.9500	2.90
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.9500	3.05
402015	Peón		5.0000	3.01	0.9500	14.30
404011	Maestro mayor en ejecución de obras civiles		1.0000	3.38	0.9500	3.21
Subtotal de Mano de Obra:						23.46

Costo Directo Total: 91.21

COSTOS INDIRECTOS

20 % 18.24

Precio Unitario Total	109.45
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,008
Código: 512044
Descrip.: Encofrado recto.
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	3.0000	0.40	0.2000	0.24
Subtotal de Equipo:						0.24

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA084	Clavos	kg	0.1500	1.91		0.29
253002	Pingos de eucalpto	m	3.5000	0.80		2.80
253004	Tabla ordinaria de monte 28 x 2.5 x	u	1.2000	2.50		3.00
253005	Tiras de eucalpto 4 x 5 x 300 cm	u	0.7500	1.08		0.81
Subtotal de Materiales:						6.90

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
403001	Abañil		1.0000	3.05	0.2000	0.61
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.0600	0.19
402015	Peón		2.0000	3.01	0.2000	1.20
Subtotal de Mano de Obra:						2.00

Costo Directo Total: 9.14

COSTOS INDIRECTOS		20 %	1.83
--------------------------	--	------	------

Precio Unitario Total	10.97
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2,009
Código: 504018
Descrip.: Entibado continuo
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
107001	Herramienta menor de carpintería	Hora	1.0000	0.25	0.5000	0.13
Subtotal de Equipo:						0.13

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EAD84	Clavos	kg	0.2500	1.91		0.48
253002	Pingos de eucalpto	m	1.0000	0.80		0.80
253005	Tiras de eucalpto 4 x 5 x 300 cm	u	0.3300	1.08		0.36
253007	Tablones	u	1.6000	7.00		11.20
Subtotal de Materiales:						12.84

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1.0000	3.05	0.5000	1.53
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.1000	0.32
402015	Peón		1.0000	3.01	0.5000	1.51
Subtotal de Mano de Obra:						3.36

Costo Directo Total: 16.33

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.27

Precio Unitario Total	19.60
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,001
Código: 506012
Descripción: Transporte mat. mejoram., sub base, base granular y Ho. Asfáltico.
Unidad: m3/km

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102008	Volqueta 8 m3	Hora	1.0000	25.00	0.0120	0.30
Subtotal de Equipo:						0.30
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
427011	Chofer volquetas (Estr. Oc. C1)		1.0000	4.36	0.0120	0.05
Subtotal de Mano de Obra:						0.05
Costo Directo Total:						0.35
COSTOS INDIRECTOS						
20 %						0.07
Precio Unitario Total						0.42

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,002
Código: 505024
Descripción: Acabado de obra básica existente
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102003	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0040	0.20
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0040	0.14
102006	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0040	0.08
Subtotal de Equipo:						0.42

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
423001	Operador de motoniveladora		1.0000	3.38	0.0040	0.01
424004	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.21	0.0040	0.01
402015	Peón		2.0000	3.01	0.0040	0.02
427012	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)		1.0000	4.36	0.0040	0.02
Subtotal de Mano de Obra:						0.06

Costo Directo Total: 0.48

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.10

Precio Unitario Total	0.58
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,003
Código: 505025
Descrip.: Mejoramiento subrasante con suelo selec. (Sin Transporte)
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0250	0.01
102003	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0250	1.25
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0250	0.88
102006	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0250	0.50
Subtotal de Equipo:						2.64

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA073	Agua	lt	4.0000	0.01		0.04
200402	Material de mejoramiento	m3	1.3200	6.00		7.92
Subtotal de Materiales:						7.96

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.0250	0.08
423001	Operador de motoniveladora		1.0000	3.38	0.0250	0.08
424004	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.21	0.0250	0.08
402015	Pedón		2.0000	3.01	0.0250	0.15
427012	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)		1.0000	4.36	0.0250	0.11
Subtotal de Mano de Obra:						0.50

Costo Directo Total: 11.10

COSTOS INDIRECTOS		20 %	2.22
--------------------------	--	------	------

Precio Unitario Total	13.32
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,004
Código: 505004
Descripción: Sub base Clase 2 (Sin Transporte)
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.0250	0.02
102003	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0250	1.25
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0250	0.88
102006	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0250	0.50
Subtotal de Equipo:						2.65

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA073	Agua	lt	40.0000	0.01		0.40
200403	Sub base Clase 2	m3	1.3200	9.00		11.88
Subtotal de Materiales:						12.28

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.0250	0.08
423001	Operador de motoniveladora		1.0000	3.38	0.0250	0.08
424004	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.21	0.0250	0.08
402015	Peón		2.0000	3.01	0.0250	0.15
427012	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)		1.0000	4.36	0.0250	0.11
Subtotal de Mano de Obra:						0.50

Costo Directo Total: 15.43

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.09

Precio Unitario Total	18.52
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,005
Código: 505026
Descrip.: Base clase 1 tipo " B". D<1 1/2". (sin transporte)
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.0250	0.02
102003	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0250	1.25
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0250	0.88
102006	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0250	0.50
Subtotal de Equipo:						2.65

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
2EAD73	Agua	lt	40.0000	0.01	0.40
200404	Base clase 1 tipo B	m3	1.3200	12.50	16.50
Subtotal de Materiales:					16.90

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles	1.0000	3.21	0.0250	0.08
423001	Operador de motoniveladora	1.0000	3.38	0.0250	0.08
424004	Operador de rodillo autopropulsado	1.0000	3.21	0.0250	0.08
402015	Peón	2.0000	3.01	0.0250	0.15
427012	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)	1.0000	4.36	0.0250	0.11
Subtotal de Mano de Obra:					0.50

Costo Directo Total: 20.05

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.01

Precio Unitario Total	24.06
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,006
Código: 529001
Descripción: Imprimación asfáltica con barrido mecánico
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS						
-----------------	--	--	--	--	--	--

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102019	Tanquero distribuidor de asfalto	Hora	1.0000	30.00	0.0050	0.15
102020	Escoba mecánica	Hora	1.0000	10.00	0.0050	0.05
Subtotal de Equipo:						0.20

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
215001	Asfalto	gal	0.2838	1.58		0.45
228001	Diesel	gl	0.0766	1.04		0.08
Subtotal de Materiales:						0.53

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
424017	Operador de barredora autopropulsada		1.0000	3.21	0.0050	0.02
402015	Peón		4.0000	3.01	0.0050	0.06
424022	Operador de Distribuidor de asfalto		1.0000	3.21	0.0050	0.02
Subtotal de Mano de Obra:						0.10

Costo Directo Total: 0.83

COSTOS INDIRECTOS		
-------------------	--	--

20 % 0.17

Precio Unitario Total	1.00
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,007
Código: 529020
Descripción: Capa ligante para asfalto.
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102019	Tanquero distribuidor de asfalto	Hora	1.0000	30.00	0.0028	0.08
Subtotal de Equipo:						0.08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
215001	Asfalto	gal	0.1000	1.58		0.16
Subtotal de Materiales:						0.16

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.01	0.0028	0.02
424022	Operador de Distribuidor de asfalto		1.0000	3.21	0.0028	0.01
Subtotal de Mano de Obra:						0.03

Costo Directo Total: 0.27

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.05

Precio Unitario Total	0.32
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,008
Código: 529008
Descripción: Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102001	Cargadora	Hora	1.0000	30.00	0.0050	0.15
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0050	0.18
102021	Planta asfáltica	Hora	1.0000	140.31	0.0050	0.70
102023	Rodillo Neumático	Hora	1.0000	33.21	0.0050	0.17
102024	Terminadora de asfalto	Hora	1.0000	65.00	0.0050	0.33
Subtotal de Equipo:						1.53

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
215001	Asfalto	gal	3.3000	1.58		5.21
228001	Diesel	gl	0.6900	1.04		0.72
215008	Aditivo para carpetas asfálticas	gl	0.0165	9.75		0.16
2EI011	Material petreo para agregado asfal	m3	0.0975	18.50		1.80
Subtotal de Materiales:						7.89

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
301011	Transporte de mezcla asfáltica	m3/km	0.1140	0.25	40.0000	1.14
Subtotal de Transporte:						1.14

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
424004	Operador de rodillo autopropulsado		2.0000	3.21	0.0050	0.03
424008	Operador de acabadora de pavimento asfáltico		1.0000	3.21	0.0050	0.02
423010	Operador de cargadora frontal (Payloader sobre rueda		1.0000	3.38	0.0050	0.02
424012	Operador responsable de la planta asfáltica		1.0000	3.21	0.0050	0.02
402015	Peón		12.0000	3.01	0.0050	0.18
Subtotal de Mano de Obra:						0.27

Costo Directo Total: 10.83

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.17

Precio Unitario Total	13.00
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,009
Código: 507010
Descrip.: Ho. So. f'c = 180 kg/cm2 para cunetas y bordillos
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	5.0000	0.40	0.7500	1.50
102010	Concretera un saco	Hora	1.0000	3.15	0.7500	2.36
Subtotal de Equipo:						3.86

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA073	Agua	lt	180.0000	0.01		1.80
2EI005	Arena puesta en obra	m3	0.6000	17.00		10.20
2EI006	Grava puesta en obra	m3	1.0000	17.50		17.50
223002	Cemento Portland Tipo I puesto en	saco	6.9000	6.47		44.64
Subtotal de Materiales:						74.14

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.3750	1.20
402015	Peón		5.0000	3.01	0.7500	11.29
Subtotal de Mano de Obra:						12.49

Costo Directo Total: 90.49

COSTOS INDIRECTOS

20 % 18.10

Precio Unitario Total	108.59
-----------------------------	--------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,010
Código: 512043
Descripción: Encofrado recto para cunetas y bordillos
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	3.0000	0.40	0.2000	0.24
Subtotal de Equipo:						0.24

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EAD84	Clavos	kg	0.1500	1.91		0.29
253002	Pingos de eucalpto	m	3.5000	0.80		2.80
253004	Tabla ordinaria de monte 28 x 2.5 x	u	1.2000	2.50		3.00
253005	Tiras de eucalpto 4 x 5 x 300 cm	u	0.7500	1.08		0.81
Subtotal de Materiales:						6.90

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albafil		1.0000	3.05	0.2000	0.61
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.0600	0.19
402015	Peón		2.0000	3.01	0.2000	1.20
Subtotal de Mano de Obra:						2.00

Costo Directo Total: 9.14

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.83

Precio Unitario Total	10.97
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3,011
Código: 527024
Descrip.: Corte y sellado de juntas con emulsión asfáltica
Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.1500	0.06
102011	Cortadora Disco de diamante	Hora	1.0000	8.00	0.1000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.86

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
215001	Asfalto	gal	0.0300	1.58		0.05
228001	Diesel	gl	0.0100	1.04		0.01
2E1005	Arena puesta en obra	m3	0.0007	17.00		0.01
Subtotal de Materiales:						0.07

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.0400	0.13
402015	Peón		3.0000	3.01	0.1500	1.35
Subtotal de Mano de Obra:						1.48

Costo Directo Total: 2.41

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total	2.89
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 4,001
Código: 531039
Descripción: Marca de Pavimento (Pintura sobre la calzada)
Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0080	0.00
100001	Franjadora	Hora	1.0000	10.00	0.0080	0.08
Subtotal de Equipo:						0.08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
270038	Pintura de tráfico para pavimento flexible	galon	0.0100	36.00		0.36
270003	Microesferas de silice	kg	0.0800	4.50		0.36
Subtotal de Materiales:						0.72

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403002	Operador de equipo liviano		1.0000	3.05	0.0080	0.02
402015	Peón		3.0000	3.01	0.0080	0.07
Subtotal de Mano de Obra:						0.09

Costo Directo Total: 0.89

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.18

Precio Unitario Total 1.07

Análisis de Precios Unitarios

Item: 4.002
Código: 531001
Descripción: Señalización vertical
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101005	Equipo de pintura	Hora	1.0000	0.20	4.0000	0.80
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	4.0000	1.60
110002	Equipo de suelda	Hora	1.0000	0.75	4.0000	3.00
Subtotal de Equipo:						5.40

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
270022	Pintura esmalte	gl	0.0200	16.93		0.34
270024	Pintura anticorrosiva	gl	0.0400	19.13		0.77
2EA092	Suelda	kg	1.0000	2.46		2.46
2FT001	Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	plancha	0.1100	17.10		1.88
263003	Angulo (1" x 1" x 3/16" x 6 m)	u	0.0330	9.80		0.32
263004	Perfil C 80x40x4mm, 6m	u	0.4200	14.17		5.95
2EA004	Sello para señalización vertical	u	1.0000	38.00		38.00
Subtotal de Materiales:						49.72

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403003	Pintor	1.0000	3.05	4.0000	12.20
402015	Peón	1.0000	3.01	4.0000	12.04
404009	Maestro eléctrico/liniero/subestación	1.0000	3.38	4.0000	13.52
Subtotal de Mano de Obra:					37.76

Costo Directo Total: 92.88

COSTOS INDIRECTOS

20 % 18.58

Precio Unitario Total 111.46

Análisis de Precios Unitarios

Item: 4.003
 Código: 531041
 Descripción: Guardavía simple con gema (unidad=3.81m)
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	2.0000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.80

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200406	Perfil de guardavía tipo "W" (3.81m)	u	1.0000	63.40		63.40
200407	Terminal de guardavía e=2.70mm	u	1.0000	15.10		15.10
200408	Poste de guardavía H = 1.50m e=4	u	2.0000	28.30		56.60
200409	Set de (perno + tuerca) de guardav	u	9.0000	0.90		8.10
200410	Gema reflectiva	u	2.0000	2.90		5.80
Subtotal de Materiales:						149.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Abañil		1.0000	3.05	2.0000	6.10
402015	Peón		2.0000	3.01	2.0000	12.04
Subtotal de Mano de Obra:						18.14

Costo Directo Total: 167.94

COSTOS INDIRECTOS

20 % 33.59

Precio Unitario Total	201.53
-----------------------------	--------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 5,001
Código: 532001
Descripción: Valla de advertencia de obras y desvío
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	1.0000	0.40
Subtotal de Equipo:						0.40

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
270022	Pintura esmalte	gl	0.2500	16.93		4.23
2EA084	Clavos	kg	0.2000	1.91		0.38
253004	Tabla ordinaria de monte 28 x 2.5 x	u	0.6000	2.50		1.50
253005	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm	u	4.0000	1.08		4.32
Subtotal de Materiales:						10.43

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albafil		1.0000	3.05	1.0000	3.05
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.2000	0.64
402015	Peón		1.0000	3.01	1.0000	3.01
Subtotal de Mano de Obra:						6.70

Costo Directo Total: 17.53

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.51

Precio Unitario Total	21.04
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 5.002
Código: 532003
Descrip.: Señalización con cinta
Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0200	0.01
Subtotal de Equipo:						0.01

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA091	Cinta plastica	m	1.0000	0.10		0.10
Subtotal de Materiales:						0.10

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.01	0.0200	0.06
Subtotal de Mano de Obra:						0.06

Costo Directo Total: 0.17

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.03

Precio Unitario Total	0.20
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 5,003
 Código: 532004
 Descripción: Parante con base de hormigón, 20 usos
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.5000	0.20
Subtotal de Equipo:						0.20

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
270022	Pintura esmalte	gl	0.0100	16.93		0.17
2EA084	Clavos	kg	0.0075	1.91		0.01
253002	Pingos de eucalipto	m	0.0750	0.80		0.06
202002	Varilla de 10 mm x 12 m	u	0.0013	8.22		0.01
253003	Tabla de encofrado 24 x 3 cm x 300	u	0.0185	1.90		0.04
507001	Hormigón Simple f'c = 180 kg/cm2	m3	0.0060	90.49		0.54
Subtotal de Materiales:						0.83

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1.0000	3.05	0.5000	1.53
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.21	0.1000	0.32
402015	Peón		1.0000	3.01	0.5000	1.51
Subtotal de Mano de Obra:						3.36

Costo Directo Total: 4.39

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.88

Precio Unitario Total	5.27
-----------------------------	------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 5,004
Código: 532008
Descripción: Cobertura de plástico (5 usos)
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0200	0.01
Subtotal de Equipo:						0.01

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA085	Plastico grueso	m2	0.2000	0.40		0.08
Subtotal de Materiales:						0.08

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.01	0.0200	0.12
Subtotal de Mano de Obra:						0.12

Costo Directo Total: 0.21

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.04

Precio Unitario Total	0.25
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 5,005
Código: 532024
Descripción: Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación, 5 usos
Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.1670	0.07
Subtotal de Equipo:						0.07

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA121	Malla plástica de seguridad K0001	m	0.2000	0.55		0.11
Subtotal de Materiales:						0.11

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.01	0.1670	0.50
Subtotal de Mano de Obra:						0.50

Costo Directo Total: 0.68

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.14

Precio Unitario Total	0.82
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 5,006
Código: 500008
Descrip.: Letrero de Información del Proyecto
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	6.0000	2.40
110002	Equipo de solda	Hora	1.0000	0.75	6.0000	4.50
117010	Compresor 2 HP	Hora	1.0000	1.00	6.0000	6.00
Subtotal de Equipo:						12.90

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
270024	Pintura anticorrosiva	gl	0.0800	19.13		1.53
2EA083	Varios	Global	2.0000	1.60		3.20
2EA092	Suelda	kg	3.0000	2.46		7.38
202030	Tool 1/32" (1,2 x 2,4 m)	pla	1.0000	18.48		18.48
202031	Tubo cuadrado estructural 2x2"	u	1.2000	22.58		27.10
2FC007	Adhesivo Reflectivo para letreros de	u	1.0000	110.25		110.25
263069	Tubo cuadrado de 75mm e=3mm x	u	0.8500	52.02		44.22
Subtotal de Materiales:						212.16

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	
403001	Albañil	1.0000	3.05	6.0000	18.30	
402015	Peón	1.0000	3.01	6.0000	18.06	
404009	Maestro eléctrico/liniero/subestación	1.0000	3.38	6.0000	20.28	
Subtotal de Mano de Obra:						56.64

Costo Directo Total: 281.70

COSTOS INDIRECTOS

20 % 56.34

Precio Unitario Total	338.04
-----------------------------	--------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 5,007
Código: 532040
Descripción: A - 0002: Suministro Letrero Hombres Trabajando 0.75 x 0.75 x 1.8m
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Equipo:						0.00
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA299	Letrero Hombres Trabajando 0.75 x	u	1.0000	22.00		22.00
Subtotal de Materiales:						22.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00
Costo Directo Total:						22.00
COSTOS INDIRECTOS						
20 %						4.40
Precio Unitario Total						26.40

Análisis de Precios Unitarios

Item: 5,008
Código: 532042
Descripción: A - 0015: Suministro Letrero Vía Cerrada / Señal de Mensaje 0.75 x 1.20 x 1.8m
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Equipo:						0.00
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA301	Letrero Vía Cerrada / Señal de Men	u	1.0000	29.00		29.00
Subtotal de Materiales:						29.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	\$ R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00
Costo Directo Total:						29.00
COSTOS INDIRECTOS						
20 %						5.80
Precio Unitario Total						34.80

**ANEXO G. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES**

LÍNEA BASE



Área de influencia directa: ancho de la vía existente.



Área de influencia indirecta de 50m a cada lado de la vía



Contaminación de suelo, río y quebradas



Deterioro de obra civil



Procesos erosivos en suelos

IMPACTOS AMBIENTALES



Afección al suelo por movimiento de tierra para ampliación en la vía



Disminución de cobertura vegetal



Cambio de uso de suelo