

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto de Investigación, previo la obtención del título de Ingeniero Civil

**TEMA:**

---

LAS CONDICIONES DE LA VÍA SAN FRANCISCO BAJO - EL BARRO  
EN LA PARROQUIA HUAMBALÓ, CANTÓN PELILEO DE LA  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD  
DE VIDA DE LA POBLACIÓN.

---

**AUTOR:** Guamán Tirado Mauricio Vladimir

**TUTOR:** Ing. Mg. Carlos Navarro

AMBATO-ECUADOR

**2015**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que la presente Tesis ha sido realizada por el Sr. Mauricio Vladimir Guamán Tirado, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo personal e inédito bajo el tema: “LAS CONDICIONES DE LA VÍA SAN FRANCISCO BAJO - EL BARRO EN LA PARROQUIA HUAMBALÓ, CANTÓN PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN.”

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera satisfactoria los 6 capítulos que conforman la tesis según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

En la ciudad de Ambato, en el mes de noviembre de 2015.

.....  
Ing. Mg. Carlos Navarro

Director del Proyecto

## AUTORÍA DE LA TESIS

Yo, Mauricio Vladimir Guamán Tirado, declaro que el contenido y los resultados en el presente proyecto son de mi autoría y desarrollado como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero Civil, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica de Ambato, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

.....

Mauricio Vladimir Guamán Tirado.

## **DEDICATORIA**

*Este logro se lo dedico en primer lugar a Dios, que me dotó de las fuerzas y tesón necesario para no desfallecer, y alcanzar un objetivo más en la vida.*

*A mi madre Narcisa, a quien le debo todo.*

*A mi hermano David por ser ejemplo e impulso para ser cada día mejor.*

*A mi abuelita Eva por su protección, sapiencia y comprensión.*

*A mi tía Rosaura, por ser mi segunda madre y aquella persona que me brinda sus consejos y cariño.*

*A mi tío Sixto, por ser como un padre, amigo y consejero en el trajinar de la vida.*

*A mis tíos: Beatriz, Marcos, Alexandra, Roció, Javier y Félix. Quienes contribuyeron en mí como persona de bien.*

*A la memoria de mi entrañable amigo Víctor Chitupanta que, a más de un amigo, fue un hermano.*

*A todos mis amigos, y compañeros.*

## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Técnica de Ambato, **Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**, por la oportunidad brindada.*

*A todos los profesores de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que contribuyeron en mí con sus conocimientos.*

*A todo quienes colaboraron en la elaboración del presente proyecto, mis infinitos agradecimientos.*

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

## CAPÍTULO I

Pág.

1	EL PROBLEMA.....	1
1.1	TEMA .....	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1	Contextualización .....	1
1.2.2	Análisis Crítico.....	2
1.2.3	Prognosis.....	3
1.2.4	Formulación del Problema.....	3
1.2.5	Interrogantes.....	3
1.2.6	Delimitación del Objeto de Investigación.....	4
1.2.6.1	Delimitación del Contenido .....	4
1.2.6.2	Delimitación Espacial .....	4
1.2.6.3	Delimitación Temporal .....	6
1.3	JUSTIFICACIÓN .....	6
1.4	OBJETIVOS.....	7
1.4.1	Objetivo General: .....	7
1.4.2	Objetivos Específicos: .....	7

## CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO.....	8
2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	8
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	9
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	10
2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	11
2.4.1	Supra ordinación de Variables. ....	11
2.4.2	Definiciones .....	11
2.4.2.1	Camino.....	11
2.4.2.2	Clasificación de las carreteras.....	12
2.4.2.3	Por su Jurisdicción.....	12
2.4.2.4	Por la Función Jerárquica.....	13
2.4.2.5	Por el tipo de Terreno .....	14
2.4.2.6	Topografía.....	14
2.4.2.6.1	Sistema de Coordenadas UTM.....	15
2.4.2.6.2	Curvas de Nivel.....	17
2.4.2.7	Diseño Geométrico. ....	18
2.4.2.8	Alineamiento Horizontal o en Planta.....	19
2.4.2.9	Curvas Horizontales.....	19
2.4.2.9.1	Curva circular simple.....	19

2.4.2.9.2	Radio Mínimo de curvatura Horizontal .....	21
2.4.2.9.3	Velocidad de diseño.....	24
2.4.2.9.4	Velocidad de Circulación.....	24
2.4.2.9.5	Coefficiente de fricción (f).....	25
2.4.2.9.6	Distancia de visibilidad.....	26
2.4.2.9.7	Distancia de visibilidad de parada.....	26
2.4.2.9.8	Peralte de Curvas.....	28
2.4.2.9.9	Desarrollo del peralte.....	30
2.4.2.9.10	Longitud de transición .....	30
2.4.2.9.11	Longitud de aplanamiento (Tangencial).....	32
2.4.2.9.12	Tangente intermedia mínima.....	33
2.4.2.9.13	Sobreancho en las curvas .....	34
2.4.2.9.14	Distribución del sobreancho, en la longitud .....	35
2.4.2.10	Alineamiento Vertical.....	36
2.4.2.10.1	Curvas verticales .....	37
2.4.2.10.2	Coefficiente angular (K) .....	38
2.4.2.10.3	Curvas verticales convexas .....	39
2.4.2.10.4	Curvas verticales cóncavas .....	41
2.4.2.11	Estudio de Suelos .....	45
2.4.2.11.1	Contenido de Humedad .....	45
2.4.2.11.2	Estados de Consistencia.....	45
2.4.2.12	Determinación de CBR de la subrasante .....	49
2.4.2.13	Tráfico.....	49
2.4.2.14	Estructura del Pavimento .....	54
2.4.2.14.1	Funciones de las capas del pavimento flexible .....	54
2.4.2.14.2	Ancho del Pavimento.....	55
2.4.2.15	Sección transversal .....	60
2.4.2.16	Sistema de drenaje.....	60
2.4.2.16.1	Drenaje longitudinal .....	61
2.4.2.16.2	Cunetas.....	61
2.4.2.16.3	Drenaje transversal .....	63
2.5	HIPÓTESIS.....	65
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	65
2.6.1	Variable Independiente .....	65
2.6.2	Variable Dependiente .....	65

### **CAPÍTULO III**

3	METODOLOGÍA .....	66
3.1	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	66
3.2	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	66
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	67

3.3.1	Población (N) .....	67
3.3.2	Muestra .....	67
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	67
3.4.1	Variable independiente: .....	67
3.4.2	Variable dependiente: .....	69
3.5	PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	70
3.6	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. ....	71
3.6.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	71

## **CAPÍTULO IV**

4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	72
4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	72
4.1.1	Análisis de los resultados de las encuestas .....	72
4.1.2	Análisis del resultado del estudio Topográfico. ....	77
4.1.3	Análisis del resultado del estudio de Tráfico. ....	78
4.1.4	Análisis de resultados del estudio de suelos .....	86
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	89
4.2.1	Interpretación de las encuestas .....	89
4.2.2	Interpretación de datos del estudio topográfico. ....	89
4.2.3	Interpretación de datos del estudio de tráfico .....	90
4.2.4	Interpretación de datos del estudio de suelos.....	90
4.3	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS. ....	91
4.3.1	Formulación de Hipótesis. ....	91
4.3.2	Cálculo del Chi-cuadrado $x^2$ . ....	92
4.3.3	Decisión .....	95

## **CAPÍTULO V**

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
5.1	CONCLUSIONES.....	97
5.2	RECOMENDACIONES.....	98

## **CAPÍTULO VI**

6	PROPUESTA.....	99
6.1	DATOS INFORMATIVOS .....	99
6.1.1	Ubicación .....	99
6.1.2	Población.....	100
6.1.3	Condiciones climáticas .....	100
6.1.4	Análisis socioeconómico .....	101
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	102
6.3	JUSTIFICACIÓN .....	102



6.3.1	Justificación Social .....	102
6.3.2	Justificación Técnica .....	103
6.4	OBJETIVOS.....	103
6.4.1	General.....	103
6.4.2	Específicos .....	103
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	103
6.6	FUNDAMENTACIÓN.....	104
6.6.1	Diseño geométrico .....	104
6.6.2	Diseño de la estructura del pavimento.....	105
6.6.3	Sistemas de drenaje .....	106
6.7	METODOLOGÍA.....	106
6.7.1	Diseño geométrico .....	107
6.7.1.1	Diseño horizontal.....	107
6.7.1.1.1	Velocidad de diseño (Vd) .....	107
6.7.1.1.2	Velocidad de circulación (Vc).....	108
6.7.1.1.3	Distancia de visibilidad (Dv) .....	108
6.7.1.1.4	Radio mínimo de curvas horizontales.....	110
6.7.1.1.5	Peralte .....	111
6.7.1.2	Diseño vertical.....	111
6.7.1.3	Diseño transversal .....	112
6.7.2	Diseño de la estructura del pavimento.....	112
6.7.3	Sistemas de drenaje .....	137
6.7.3.1	Diseño de cunetas .....	137
6.7.3.1.1	Intensidad de Lluvia (mm/h).....	138
6.7.3.1.2	Caudales.....	141
6.7.3.1.3	Dimensionamiento de cuneta .....	143
6.7.3.1.4	Cálculo del caudal máximo probable. ....	147
6.7.3.1.5	Caudal Máximo, Q. ....	148
6.7.4	Señalización .....	148
6.7.4.1	Señalización Horizontal .....	148
6.7.4.2	Señalización vertical.....	153
6.7.4.2.1	Clasificación de las señales verticales .....	153
6.7.4.2.2	Orientación, Distancia lateral y altura .....	159
6.7.4.2.3	Material de señalización .....	160
6.7.5	Cálculo de volúmenes.....	160
6.7.6	Presupuesto referencial .....	165
6.7.7	Cronograma valorado .....	166
6.8	ADMINISTRACIÓN .....	167

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N°01: Ubicación de la Parroquia Huambaló .....	5
Gráfico N°02: Elementos de curvas circulares simples .....	16
Gráfico N°03: Sistema UTM distribución de zonas y usos .....	17
Gráfico N°04: Curvas de nivel Índice y secundarias .....	18
Gráfico N°05: Elementos de curvas circulares simples .....	20
Gráfico N°06: Coeficiente de fricción lateral.....	22
Gráfico N°07: Distancia de visibilidad para parada de un Vehículo .....	27
Gráfico N°08: Dinámica de un vehículo en una curva .....	29
Gráfico N°09: Transición del peralte .....	31
Gráfico N°10: Perfil parcial de transición del peralte.....	32
Gráfico N°11: Transición de sobreechanco .....	36
Gráfico N°12: Tipos de curvas verticales .....	38
Gráfico N°13: Coeficiente angular de curvas verticales .....	39
Gráfico N°14: Curva vertical convexa.....	40
Gráfico N°15: Curva vertical Cóncava .....	42
Gráfico N°16: Sección transversal típica de una vía de dos carriles .....	43
Gráfico N°17: Bombeo de la capa de rodaduras .....	44
Gráfico N°18: Esquema de taludes típico .....	46
Gráfico N°19: Esquema de una calicata.....	49
Gráfico N°21: Estructura del Pavimento.....	56
Gráfico N°22: Área de drenaje de cuneta.....	63
Gráfico N°23: Sección Típica de cunetas.....	63
Gráfico N°24: Dimensiones de cuneta triangular.....	64
Gráfico N°25: Elementos de alcantarilla.....	65
Gráfico N°26: Distribución de tráfico Vehicular.....	81
Gráfico N°27: Volumen de tránsito por día. ....	82
Gráfico N°28: Porcentaje de tránsito de acuerdo al tipo de vía.....	82
Gráfico N°29: Composición del tráfico Actual. ....	86
Gráfico N°29: Distribución gráfica de la prueba Chi-cuadrado. ....	97
Gráfico N°30: Composición del tráfico futuro n=20 años .....	87
Gráfico N°30: Precipitaciones mensuales en Huambaló.....	103
Gráfico N°31: Número de carriles y dirección de la vía en estudio .....	123
Gráfico N°32: Espesores de las capas de pavimento. ....	127
Gráfico N°33: Nomograma para estimar el coeficiente estructural a1. ....	128
Gráfico N°34: Nomograma para estimar el coeficiente estructural a2. ....	129
Gráfico N°35: Nomograma para estimar el coeficiente estructural a3. ....	131
Gráfico N°36: Cálculo del SN requerido “Ecuación AASHTO 93”. ....	135
Gráfico N°37: Espesores de diseño de la estructura del pavimento. ....	140
Gráfico N°38: Sección de la cuneta propuesta. ....	148
Gráfico N°39: Sección triangular. ....	148

Gráfico N°40: Línea de separación de carril. ....	153
Gráfico No40: Señales turísticas y de servicio.....	161
Gráfico N°41: Cruce peatonal controlado por semáforos. ....	154
Gráfico N°42: Ángulo de iluminación y observación.....	155
Gráfico N°43: Ángulo de iluminación y observación.....	157
Gráfico N°44: Señales Regulatorias. ....	158
Gráfico N°45: Señales Preventivas. ....	160
Gráfico N°46: Señales Informativas. ....	161
Gráfico N°48: Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales.....	162
Gráfico N°49: Señalización en zona escolar. ....	163

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°01: Clasificación de carreteras de acuerdo al tráfico .....	13
Tabla N°02: Tipos de terreno .....	14
Tabla N°03: Radio mínimo de curvatura. ....	21
Tabla N°04: Velocidad de Diseño (kph).....	24
Tabla N°05: Valores de Velocidad de Circulación.....	25
Tabla No05: Valores de Velocidad de Circulación (kph/h).....	25
Tabla N°06: Distancias de visibilidad mínimas para rebasamiento .....	28
Tabla N°07: Pendiente de borde “i” para el desarrollo del peralte.....	31
Tabla N°08: Gradiente transversal.....	37
Tabla N°09: Valores de Gradientes Máximas .....	37
Tabla N°10: Coeficiente K para curvas verticales convexas.....	41
Tabla N°11: Coeficiente K para curvas verticales cóncavas.....	42
Tabla N°12: Ancho de calzada en función de los volúmenes de tráfico.....	44
Tabla N°13: Valores recomendados para taludes.....	45
Tabla N°14: Aberturas de Tamices Estandarizadas.....	48
Tabla N°15: Clasificación de subrasante según el CBR .....	50
Tabla N°16: Periodo de análisis .....	53
Tabla N°17: Índices de crecimiento del tráfico (i) .....	54
Tabla No18: Clasificación de carreteras en función del tránsito proyectado.....	55
Tabla N°19: Características de las Sub-Bases.....	57
Tabla N°19: Límites granulométricos para Base clase 4 .....	58
Tabla N°20: Límites granulométricos para Sub-Base clase 2 .....	57
Tabla N°20: Relaciones entre los volúmenes horarios más altos del año.....	52
Tabla N°21: Características de Bases .....	57
Tabla N°22: Granulometría de los agregados para la mezcla asfáltica.....	58
Tabla N°23: Especificaciones a cumplir por agregados. ....	59
Tabla N°24: Especificaciones de calidad para los cementos asfálticos. ....	60
Tabla N°25: Parámetros de control máximo y mínimo. ....	60
Tabla N°26: Criterios de diseño para mezclas Marshall.....	60
Tabla N°27: Velocidad del agua con que se erosionan diferentes materiales.....	62
Tabla N°28: Variable Independiente.....	70
Tabla N°29: Variable Dependiente.....	71
Tabla N°30: Plan de recolección de información .....	72
Tabla N°31: Volumen Vehicular durante la hora pico.....	80
Tabla N°32: Tráfico promedio diario anual, TPD.A. ....	83
Tabla N°33: Índices de crecimiento del tráfico (i). ....	84
Tabla N°34: TPD.A proyectado a un año. ....	84
Tabla N°35: Tráfico generado. ....	85
Tabla N°36: Tráfico atraído.....	85
Tabla N°37: Composición del tráfico actual. ....	86

Tabla N°38: Composición del tráfico vehicular n=20 años. ....	87
Tabla N°39: Cálculo del tráfico proyectado. ....	88
Tabla N°40: Valores de resistencia de diseño. ....	89
Tabla N°41: CBR de diseño. ....	90
Tabla N°42: Interpretación de datos de las encuestas. ....	91
Tabla N°43: Interpretación de datos de las encuestas. ....	93
Tabla N°44: Frecuencia observada. ....	94
Tabla N°45: Frecuencia esperada. ....	95
Tabla N°46: Chi-cuadrado. ....	95
Tabla N°47: Distribución de Chi-cuadrado. ....	96
Tabla N°48: Ubicación geográfica de los sectores incluyentes en la vía. ....	102
Tabla N°49: Distribución de la población por número de familias. ....	103
Tabla N°50: Clima en la Parroquia Huambaló. ....	104
Tabla N°51: Producción de la Parroquia Huambaló. ....	104
Tabla N°52: Distancias de Visibilidad mínimas de parada para vehículos. ....	112
Tabla N°53: Niveles recomendados de confiabilidad “R”. ....	116
Tabla N°54: Factor de desviación normal. ....	117
Tabla N°55: Valores recomendados para la Desviación Estándar (So). ....	118
Tabla N°56: Índices de serviciabilidad Inicial (PSI <sub>o</sub> ). ....	118
Tabla N°57: Índice de serviciabilidad Final (PSI <sub>f</sub> ). ....	119
Tabla N°58: Factor de Daño Según tipo de vehículo (FD). ....	122
Tabla N°59: Factor de distribución por dirección (DD). ....	123
Tabla N°60: Factor de distribución por carril (DC). ....	123
Tabla N°61: Número de ejes equivalentes a 8.2 ton. ....	125
Tabla N°62: Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes. ....	127
Tabla N°63: Coeficiente estructural de la capa base a2. ....	130
Tabla N°64: Coeficiente estructural de la capa sub - base a3. ....	132
Tabla N°65: Calidad de drenaje. ....	133
Tabla N°66: Coeficientes de drenaje m2, m3. ....	134
Tabla N°67: Valores para ingresar al programa “Ecuación AASHTO 93”. ....	134
Tabla N°68: Registro de precipitaciones estación M380 Huambaló. ....	143
Tabla N°69: Valores de Y <sub>n</sub> y S <sub>n</sub> según el número de observaciones. ....	144
Tabla N°70: Cálculo de la media y desviación estándar. ....	145
Tabla N°71: Datos de ingreso. ....	147
Tabla N°72: Caudales y velocidades para distintas pendientes del proyecto. ....	150
Tabla N°73: Coeficientes de escorrentía. ....	151
Tabla N°74: Niveles mínimos de retroreflexión para pinturas de pavimentos. ..	155
Tabla N°75: Dimensiones en señalización Horizontal. ....	156
Tabla N°76: Relación señalización línea de separación de circulación .....	156
Tabla N°77: Distancias para señales preventivas. ....	159
Tabla N°78: Tabla de presupuesto referencial. ....	169

## **RESUMEN EJECUTIVO**

**TEMA:** LAS CONDICIONES DE LA VÍA SAN FRANCISCO BAJO - EL BARRO EN LA PARROQUIA HUAMBALÓ, CANTÓN PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN.

**AUTOR:** Mauricio Vladimir Guamán Tirado.

**FECHA:** Noviembre, 2015.

El propósito de este proyecto es elaborar un documento técnico que permita mejorar y alcanzar los objetivos planteados. Esta investigación está fundamentada en la observación directa y estudios realizados en campo. Con la ubicación y las características topográficas en donde se sitúa el proyecto se realiza el diseño geométrico el alineamiento horizontal, vertical y secciones transversales de la vía.

Con el estudio de muestras de suelos extraídas del sitio del proyecto, se obtiene contenido de humedad, granulometría, compactación y C.B.R. para determina el tipo de suelo del proyecto, que deberá ser mejorado o no de acuerdo a los resultados arrojados.

El conteo vehicular es con el cual se determina el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y mediante este se determina el tipo de vía, en base al TPDA se establece el número de ejes equivalentes simples para diseñar la estructura del pavimento que tiene un periodo de diseño de 20 años. El proyecto cumple las normativas vigentes para diseño vial en Ecuador.

Se complementa el proyecto con el diseño de cunetas que son obras de drenaje que permiten encausar y evacuar de inmediato el agua producto de las precipitaciones evitando así que se deteriore la estructura del pavimento.

El proyecto cuenta con el presupuesto referencial y análisis de precios unitarios.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA**

“Las condiciones de la vía san Francisco Bajo - El Barro de la parroquia Huambaló, cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población.”

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 Contextualización**

La materialización de caminos debe de planificarse de manera responsable para garantizar su inserción e interacción armónica en el paisaje y estratégica en los centros poblados. Atendiendo características técnicas durante su planeación, construcción y mantenimiento.

En países como Ecuador, la conceptualización, diseño y construcción de caminos rurales es indispensable para impulsar el desarrollo rural e integral, en especial cuando se desea promover a productores agropecuarios.

Los caminos ubicados en estos sectores del territorio nacional especialmente en el sector interandino son afectados por eventos naturales correspondientes al clima, como son los deslizamientos de tierra y precipitaciones atmosféricas. Esta situación se vuelve más grave con los efectos cada vez más evidentes del cambio y variabilidad climática. Razón por la cual se han desarrollado diversos sistemas para la construcción de vías de circulación, desde caminos a base de piedra y

aglomerante hasta la aplicación de métodos modernos que permiten la concepción de autopistas de pavimento flexible o rígido (Salgado, 1989).

Los caminos del sector rural constituyen infraestructuras esenciales para el desarrollo social y económico de las comunidades en estos sectores, normalmente las actividades comerciales se ven obstaculizadas por los inconvenientes al transportar los productos e insumos.

La infraestructura debe ser parte de un conjunto de condiciones complementarias para que, interactuando entre sí, conduzcan al desarrollo rural integral.

La vía en estudio va desde el barrio San Francisco Bajo hasta el barrio el Barro tiene una extensión de 4 Kilómetros aproximadamente con un ancho de vía promedio de 4-5 m. La superficie de rodadura es de tierra casi en toda su longitud, además no cuenta con sistemas de drenaje.

Por lo tanto, es importante tener en cuenta que los caseríos, barrios, y parroquias deben poseer sistemas viales adecuados para mejorar la calidad de vida y desarrollo socio económico de la población.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

El pésimo estado de la superficie de rodadura, los baches que existen de manera continua en la totalidad de la vía, la inexistencia de sistemas de drenaje para una correcta evacuación de las aguas generadas debido a las precipitaciones en el sector, la dificultad que existe para los vehículos al momento de transitar y girar hacia alguna dirección en algunos tramos de la vía la inexistencia de señalización horizontal, vertical y alumbrado eléctrico.

El tiempo en exceso que es empleado por los habitantes para realizar actividades cotidianas como movilizar productos ganaderos y agrícolas.

La actual situación de la vía afecta de manera directa en la economía de las personas propietarias de motocicletas, automóviles, camiones, etc. Que tienen la necesidad de circular por esta vía. El mal estado impide la libre circulación



vehicular y peatonal. Razón por la cual es necesario mejorar las condiciones de la vía dotándole de una solución técnica para así satisfacer las necesidades generadas por su estado actual.

### **1.2.3 Prognosis**

Con el afán de contribuir al progreso en nuestras poblaciones, en caso de no realizarse el Proyecto vial que se extiende desde el sector San Francisco Bajo – El Barro de la parroquia Huambaló del cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua, seguirá siendo afectado el desarrollo social y económico de la parroquia Huambaló, debido a que el traslado de los productos a los centros de acopio para su comercialización continuara siendo incómodo y costoso, siendo este un sector agrario y de comercio razón por la cual la circulación de vehículos y personas en esta vía es constante.

### **1.2.4 Formulación del Problema**

¿Cómo inciden las condiciones actuales de la vía San Francisco Bajo – El Barro de la parroquia Huambaló del cantón Pelileo en la calidad de vida de la población?

### **1.2.5 Interrogantes**

- 🚧 ¿Cuál es la topografía del sector?
- 🚧 ¿Cuál es el tipo de tráfico que circula?
- 🚧 ¿Habría que hacer un rediseño geométrico de la vía?
- 🚧 ¿Cuáles son las características Socio-Económicas de la población?
- 🚧 ¿Qué tipo de suelo existe en el Sector?

## **1.2.6 Delimitación del Objeto de Investigación**

### **1.2.6.1 Delimitación del Contenido**

El proyecto de investigación bajo el tema “Las condiciones de la vía San Francisco Bajo-El Barro de la parroquia Huambaló, cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población.”

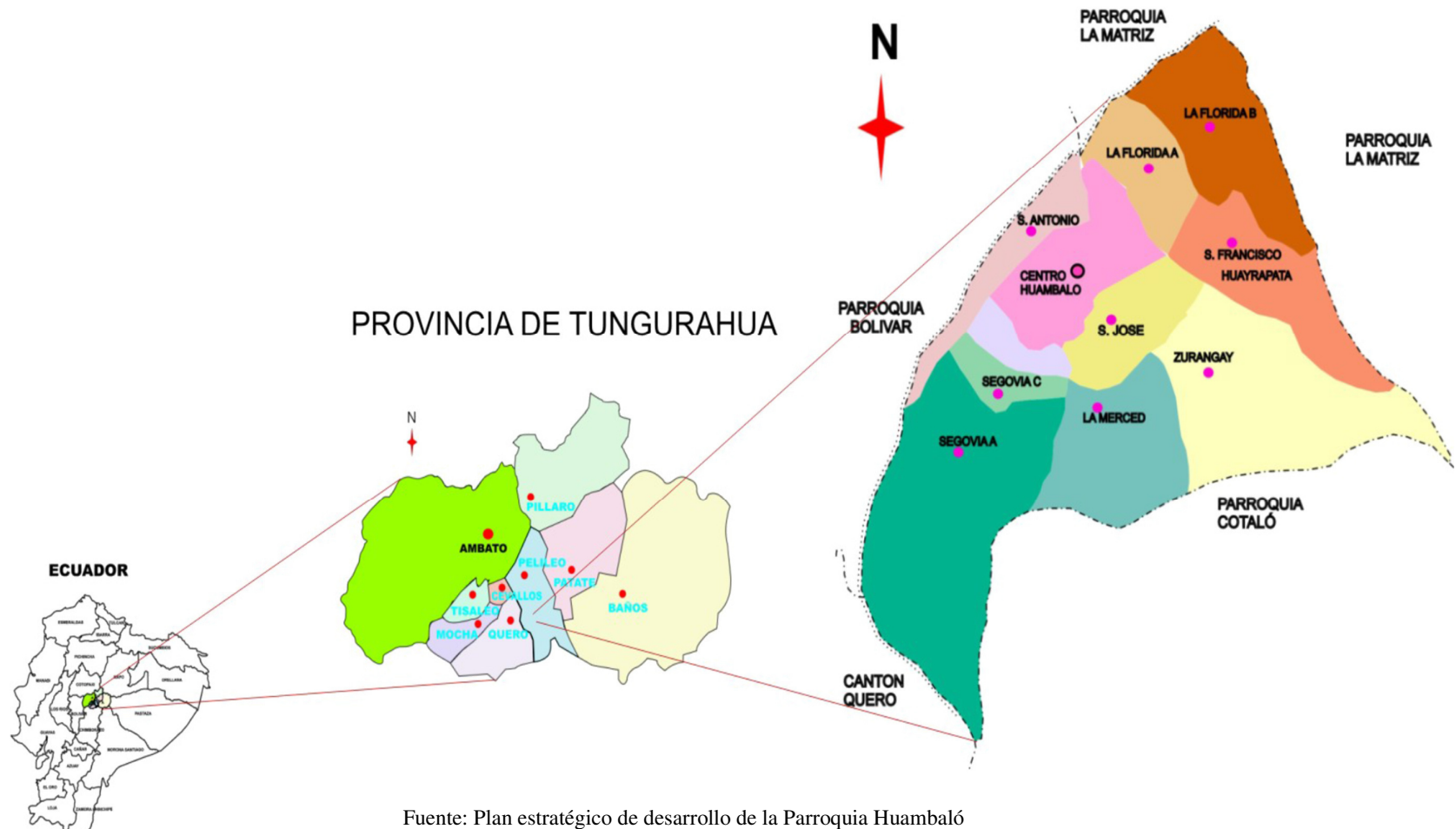
Se encuentra enmarcado en el campo de la Ingeniería Civil, en el área de Ingeniería Vial e Ingeniería de Tránsito por lo cual tenemos los aspectos de Topografía, Mecánica de Suelos, Geotecnia y Diseño Vial.

### **1.2.6.2 Delimitación Espacial**

El proyecto de investigación se ubica en la Parroquia de Huambaló la vía en estudio se extiende desde San Francisco Bajo - El Barro que comunica a los sectores de San Francisco Bajo, San Francisco Alto, La Esperanza, El Barro de la Parroquia Huambaló, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.

El Punto inicial de la vía K 0+000 se encuentra a 2833 msnm en las coordenadas 1°23'22" S 78°31'44" y el Punto final K 4+000 a 2 696 msnm en las coordenadas 1°22'60" S 78°30'50" O. El clima del sector es templado en las partes bajas y frío en las partes altas.

Gráfico N°01: Ubicación de la Parroquia Huambaló



Fuente: Plan estratégico de desarrollo de la Parroquia Huambaló

### 1.2.6.3 Delimitación Temporal

El presente proyecto de investigación fue elaborado entre los meses de mayo-noviembre del 2015.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

La provincia de Tungurahua posee una extensa red vial la cual en gran porcentaje está siendo mejorada, permitiendo así una circulación cómoda, segura y eficiente de vehículos esto permite mayor desarrollo socio-económico beneficioso para la provincia y el país.

Es **importante** que las vías del sector rural posean condiciones técnicas adecuadas dependiendo del tipo de tráfico y vehículos que por esta circulen para así evitar cualquier tipo de contratiempo con los usuarios de estas vías.

Las personas con propiedades y asentadas en las proximidades de la vía San Francisco Bajo – El Barro transportan productos resultantes del agro, llegando en pésimas condiciones a su destino debido al estado en el que se encuentra la vía, viéndose así afectada la economía de los productores tanto con sus productos como daños en vehículos.

Las personas **beneficiadas** de este estudio serán directamente los habitantes de la parroquia Huambaló del cantón Pelileo.

Al dar solución a este problema será más cómoda, segura, rápida y eficiente el traslado de los productos e ingreso con insumos y por consecuencia mejorará las condiciones de vida de la población.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General:**

- ✚ Analizar las condiciones de la vía San Francisco Bajo – El Barro de la parroquia Huambaló del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- ✚ Determinar el tráfico existente y futuro.
- ✚ Establecer la topografía existente de la vía.
- ✚ Diagnosticar problemas socioeconómicos de los habitantes del sector.
- ✚ Determinar las condiciones técnicas de la vía.
- ✚ Determinar la capacidad portante del suelo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Cabe destacar que en este sitio en el cual se llevará a cabo el estudio no existen estudios previos para realizar la investigación, por lo que se tuvo que elaborar los estudios de topografía, tráfico y de suelos. Razón por la cual se tomaron temas relacionados al problema propuesto.

En la investigación realizada por el Sr. Alex Fabián Palacios Guerrero bajo el tema “Las condiciones de la vía Capulispamba – Pinguilí del cantón Mocha, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población.” Se concluye que: Las vías se rediseñaron debido a la inconsistencia del diseño geométrico actual, siendo este el factor fundamental para que se proponga un diseño vial mejorado, el mismo que se caracteriza por tener condiciones regidas por la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. El ensayo de CBR de diseño es de 28.4%, esto revela que la capacidad de soporte es buena y que se podrá diseñar capas de pavimento sin sobredimensiones por efectos del clima. El diseño vial, traerá mejoras en la calidad de vida de la población puesto que será más fácil el acceso a servicios básicos para los mismos, entonces existirá mayor calidad de vida, salubridad y progreso dentro del sector.

En la investigación realizada por Sr. Eduardo Castelán Sayago, (2011), bajo el tema Manual-de-Carreteras. Se concluye que: La capacidad práctica de trabajo de la vía. La manera de conocer el tipo de tránsito en un camino se reduce a una serie de conteos horarios que indica el volumen de dicho tránsito.

En la investigación realizada por el Sr. Darío Javier Moposita Centeno, bajo el tema “La infraestructura vial y su influencia en la calidad de vida de los moradores de las colonias Nueva Esperanza y Libertad, pertenecientes al cantón

Santa Clara de la provincia de Pastaza”. Se concluye que: Para hacer efectivo el estudio y construcción de una vía se debe tomar en cuenta varios aspectos: sociales, producción agrícola y ganadera, economía, geográfica, etc., y de manera especial a quienes serán beneficiarios directos. Los beneficiarios con este proyecto tendrán grandes facilidades de sacar al mercado sus productos tanto agrícolas, ganaderos y madereras ya que esta vía cruza por grandes fincas productoras. Con el mejoramiento de la vía se generará una mejor fluidez de tráfico vehicular y peatonal brindando comodidad y seguridad a los usuarios. Una vez determinado el periodo de análisis para 20 años se clasificará a la vía según las normas del MTOP.

En la investigación realizada por el Ing. Luis Aníbal Guevara Rodríguez, bajo el tema “Modelo de mantenimiento vial que permita desarrollar planes de conservación en la capa de rodadura para vías interparroquiales de la provincia de Tungurahua”. Se concluye que: Una vía asfaltada no solo permite el desarrollo de los beneficiarios de esta obra sino también que eleva su auto estima. La conservación de la capa de rodadura no solo dependerá de los planes que elaboren las instituciones, sino también del aporte y comprometimiento de los usuarios. La vida útil de una vía asfaltada no solo depende de la parte técnica en lo referente a producción y ejecución de trabajos, sino también del mantenimiento que se dé a la vía en si, por parte de los usuarios y del gobierno seccional. La escorrentía en una vía asfaltada se incrementa más, que cuando la vía estaba empedrada o lastrada, por lo que es necesaria la construcción de obras de arte que presten debido funcionamiento en el drenaje. En las vías interparroquiales se debe procurar mejorar las condiciones geométricas de la vía, para dar una mejor seguridad y confort a los usuarios.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

La presente investigación bajo el tema “Las condiciones de la vía San Francisco Bajo - El Barro de la parroquia Huambaló, cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población.” se enfoca

dentro de un paradigma Crítico – Propositivo basándose en los aspectos siguientes:

En este paradigma la apreciación de realidad se muestra por medio de múltiples enfoques con respecto al proyecto, tales como: las malas condiciones en las que se encuentra la vía mediante recopilación detallada de información juntamente con la repercusión en la calidad de vida de los habitantes.

Posteriormente la investigación proporcionará un medio para comprender e identificar los posibles cambios que se producirían en el futuro. El diseño de la investigación es de carácter participativo debido a que se utilizarán técnicas y métodos que se adecuarán de acuerdo a los problemas junto a las necesidades que se generen.

### **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

La presente Investigación se sujeta a las siguientes Normas y documentos:

Norma ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP 2013.

Normas de diseño geométrico del MTOP (Ministerio de transporte y Obras Publicas).

Norma para pavimentos AASHTO (American Association of State Highway Officials).

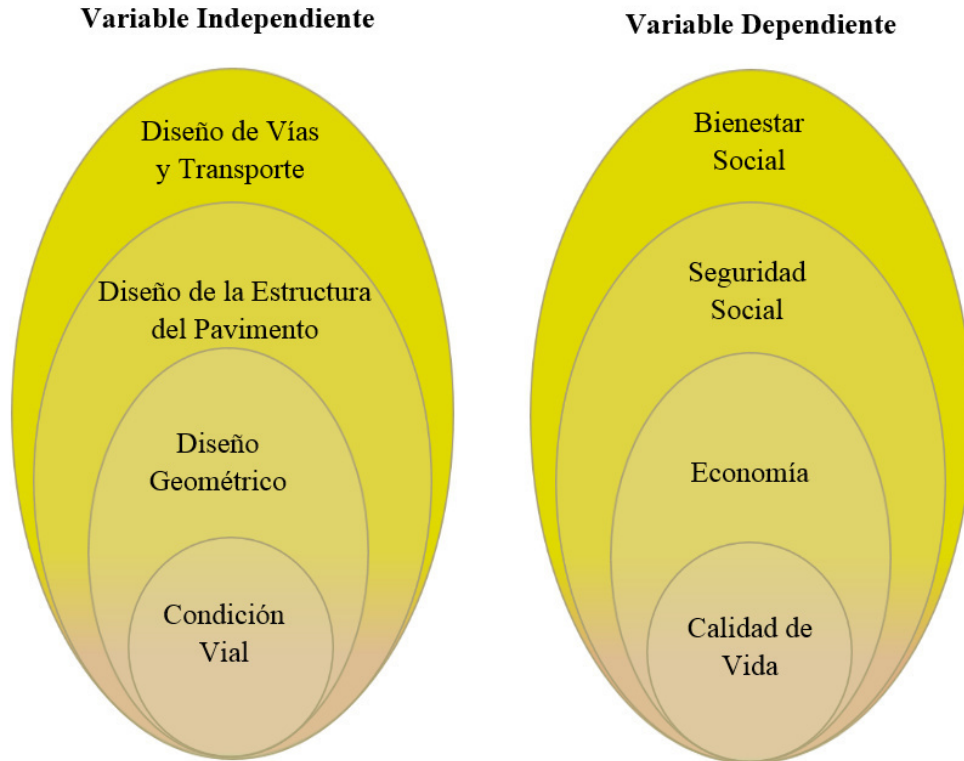
Normas para señalización INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización)

SUCS para estudio de suelos.



## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1 Supra ordinación de Variables.



### 2.4.2 Definiciones

#### 2.4.2.1 Camino

Se denomina así, a aquella faja de terreno acondicionada con un plano de rodadura especialmente dispuesto para el tránsito de vehículos con un nivel de seguridad y comodidad. La denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas **carreteras**, mientras que a nivel urbano las **calles** de la ciudad Según (Castelán, 2006).

El proyecto Geométrico de calles y carreteras, es el proceso de correlación entre los elementos físicos y la característica de operación de vehículos aplicando conocimientos matemáticos, Físicos y Geométricos. Por ende, un camino queda

definido geométricamente por el proyecto de su eje en planta siendo estos alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sección transversal.

Las funciones de una red de carreteras son:

- a) Permitir la circulación de forma rápida, cómoda, económica, compatible con el medio ambiente, y segura de los vehículos.
- b) Permitir el acceso de vehículos a cualquier punto habitado.

Siendo la primera una función de movilidad, y la segunda una función de accesibilidad Según (Salgado A. , 1989).

#### **2.4.2.2 Clasificación de las carreteras**

En Ecuador el MTOP clasifica las carreteras de la siguiente manera:

Por su Jurisdicción.

Por su función jerárquica.

Por el tipo de terreno.

#### **2.4.2.3 Por su Jurisdicción.**

La red vial nacional es el conjunto total de carreteras existentes en el territorio ecuatoriano y se clasifica según su jurisdicción en:

*Red Vial Estatal.* - Está constituida por todas las vías administradas por el MTOP como única entidad responsable del manejo y control.

*Red Vial Provincial.* - Vías administradas por el Honorable Consejo Provincial de cada Provincia.

*Red Vial Cantonal.* -Están agrupadas todas las vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los consejos municipales (GADM).

#### 2.4.2.4 Por la Función Jerárquica.

El MTOP ha clasificado las carreteras al grado de importancia enfocándose en el volumen de tráfico y el número de calzadas requeridas en su función jerárquica.

*Corredores Arteriales.* -Pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (clase I y II). En el grupo de autopistas, estas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y vehículos.

Dentro del segundo grupo de arteriales (Clase I y II).que son la mayoría de las carreteras, estas mantendrán una sola superficie acondicionada de la vía con dos carriles destinados a la circulación de vehículos en ambas direcciones y con adecuados espaldones a cada lado; además incluirá pero en forma eventual, zonas suplementarias en las que se asientan carriles auxiliares, zonas de giro, paraderos y sus accesos que se realizan a través de vías de servicio y rampas de ingreso o salida adecuadamente diseñadas.

*Vías Colectoras.* -Estas vías son las carreteras de clase I, II, III, IV, de acuerdo a su importancia están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

*Caminos Vecinales.* -Son las carreteras de clase IV, V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones arteriales.

Tabla N°01: Clasificación de carreteras de acuerdo al tráfico

Función	Clase de Carreteras	Tráfico Proyectado TPDA
Corredor Arterial	R-I o R-II	Más de 8 000
Vía Colectora	I	De 3 000 a 8 000
	III	De 1.000 a 3.000
	III	De 300 a 1 000
Camino Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15-20 años. Cuando el pronóstico del tráfico para el año diez sobrepasa los 7 000 vehículos, debe investigarse la posibilidad de construir una autopista para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúe el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículo equivalente.

Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

### 2.4.2.5 Por el tipo de Terreno

Es de suma importancia la topografía del terreno, siendo un factor determinante en la selección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en el diseño.

Tabla N°02: Tipos de terreno

Tipo de terreno	Inclinación máx. medida de las líneas de máxima pendiente (%)	Movimiento de tierras
Llano (L)	0 - 5	Mínimo movimiento de tierras, por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la explanación de una carretera. Las pendientes longitudinales de una vía son cercanas al 0%.
Ondulado (O)	5 - 25	Moderado movimiento de tierras, que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
Montañoso (M)	25 - 75	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes, aunque no las máximas que se puedan presentar en una dirección dada. Hay dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
Escarpado (E)	>75	Máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas en el recorrido de una vía.

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, James Cárdenas Grisales, 2002

### 2.4.2.6 Topografía

Aquella rama de la Ing. Civil que se encarga del conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio siendo estos dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación.

Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud en sistema métrico decimal. Para direcciones se usan unidades de arco (grados sexagesimales).

El procedimiento para determinar la posición de puntos y posteriormente la representación en un plano se denomina Levantamiento Topográfico, permitiendo así calcular volúmenes y superficies mediante perfiles longitudinales y transversales especialmente en proyectos viales, de alcantarillado etc.

La incidencia del factor topográfico en los costos de construcción de un proyecto vial es considerable y limitante con relación a las características de trazado horizontal, en lo referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal.

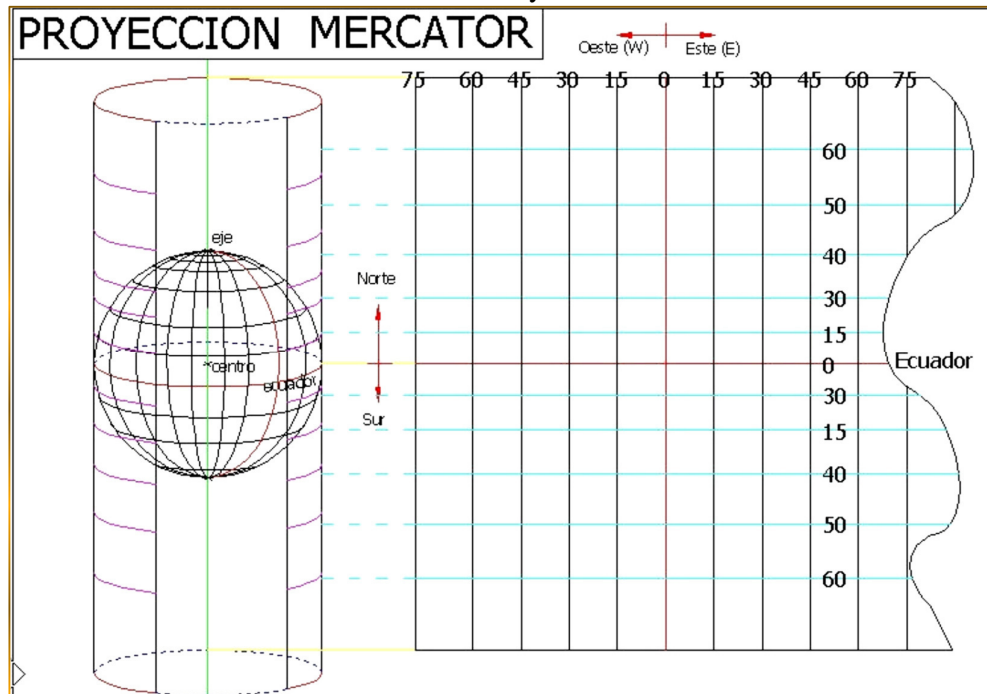
De acuerdo a las consideraciones antes mencionadas el Manual de diseño geométrico MOP 2003 ha establecido que en los estudios viales se ponga especial énfasis en el establecimiento del parámetro básico del diseño vial, que es la velocidad la cual va íntimamente relacionada con la topografía del terreno. De tal manera que en el diseño geométrico vial se asigna a la velocidad un valor alto para vías en terreno llano, un valor medio para terreno ondulado y un valor bajo para vías en terreno montañoso.

#### **2.4.2.6.1 Sistema de Coordenadas UTM**

La proyección UTM está dentro de las llamadas proyecciones cilíndricas, por emplear un cilindro situado en una determinada posición espacial para proyectar las situaciones geográficas. El sistema de proyección UTM toma como base la proyección MERCATOR. Este es un sistema que emplea un cilindro situado de forma tangente al elipsoide en el ecuador Según (Fernández-Coppel, 2001).

Es un sistema de proyección basado en cuadrículas cuya unidad de medida es en metros. Está basado en un modelo elipsoidal de la Tierra, no obstante, actualmente está siendo sustituido por el elipsoide WGS84 para hacer un sistema compatible con el Sistema de Posicionamiento Global GPS. El WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84, que significa Sistema Geodésico Mundial 1984. Consiste en un patrón matemático de tres dimensiones que representa la Tierra por medio de un elipsoide, un cuerpo geométrico más regular que la Tierra, que se denomina WGS84.

Gráfico N°02: Proyección UTM

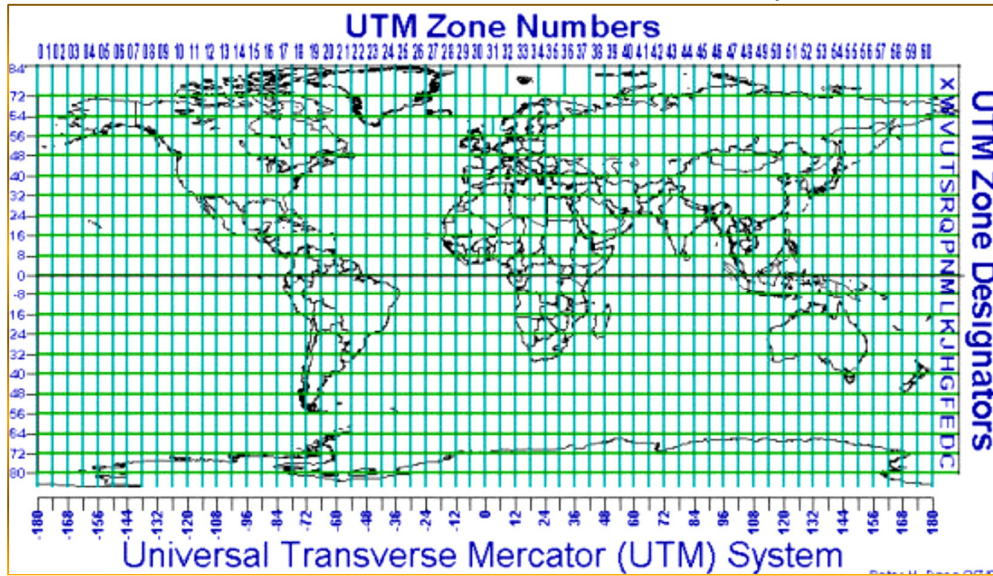


Fuente: Ignacio Alonso Fernández-Coppel

Los parámetros necesarios para definir un elipsoide son tres: radio ecuatorial o semi eje mayor, radio polar o semi eje menor y el aplastamiento o achatamiento. La Tierra queda dividida en 60 husos, de esta forma se limita la proyección a un huso de 6 grados de longitud. Los husos se enumeran correlativamente del 1 al 60 a partir del “antemeridiano de Greenwich (180°) y en este sentido creciente hacia el este. Cada huso se divide horizontalmente entre 84° de latitud Norte y los 80° de latitud Sur, en 20 fajas o bandas entre paralelos. En vista que las latitudes van de 84° de latitud Norte y los 80° de latitud Sur, se tiene las 20 bandas denominadas de Sur a Norte con las letras C a la X (la C sería las 80°S a 72°S) y la X (sería 72°N y 84°N). Las bandas C a M están en el hemisferio Sur y las bandas de N a X están en el hemisferio Norte. Cada huso queda así limitado en áreas de 6° de longitud y 8° de latitud que se denomina zonas y constituyen la cuadrícula básica de las UTM.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Recuperado de <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-utm.pdf>

Gráfico N°03: Sistema UTM distribución de zonas y usos



Fuente: Ignacio Alonso Fernández-Coppel

#### 2.4.2.6.2 Curvas de Nivel

Es una línea trazada en un mapa que representa una línea imaginaria en el terreno en donde sus puntos son de igual elevación con respecto a un plano de referencia común.

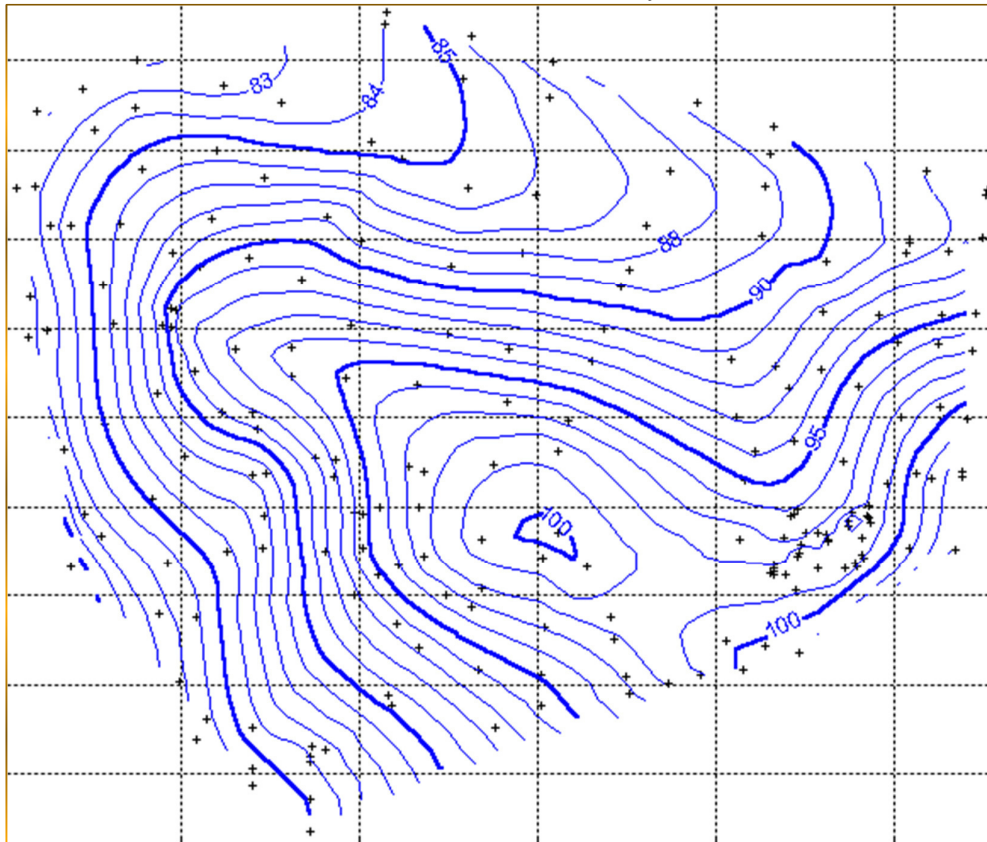
#### Curvas de nivel principales o índice

Son representadas con un trazo más grueso que las demás, siempre van acotadas e indican la altura como guía válida para todos los puntos de esa curva. Cada 4 curvas intermedias es traza una curva maestra para facilitar la interpretación de lectura del plano.

#### Curvas de nivel secundarias o Intermedias

Representadas por un tramo continuo más delgado que las curvas principales, se encuentran entre dos curvas de nivel índice en un número de cuatro.

Gráfico N°04: Curvas de nivel Índice y secundarias



Fuente: Ignacio Alonso Fernández-Coppel

### Escala

La escala con la cual es representado un proyecto en planos debe ser tal que permita apreciar los detalles del mismo.

Escala Horizontal: 1:1000      Escala Vertical: 1:100

### 2.4.2.7 Diseño Geométrico.

Se encarga de determinar las características geométricas de una vía, está basado en las características de los vehículos, velocidades y en la topográficas del terreno debido a que estos constituyen factores determinantes para el tipo de vía que se



plana construir, en la cual se pueda circular de una manera rápida, cómoda y segura.<sup>2</sup>

El diseño geométrico está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros que al juntarlos se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía. Garantizando una operación segura, a una velocidad de operación continua.

Alineamiento Horizontal

Alineamiento Vertical

Diseño Transversal

#### **2.4.2.8 Alineamiento Horizontal o en Planta.**

Este está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y curvas de grado de curvatura variable que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal debe permitir una operación segura y cómoda Según (Murgueitio, 2008).

El alineamiento horizontal se compone por alineaciones rectas llamadas tangentes y por curvas circulares que las enlazan. Estas alineaciones dependen de varios factores tales como: topografía del terreno, hidrología, condiciones de drenaje.

#### **2.4.2.9 Curvas Horizontales**

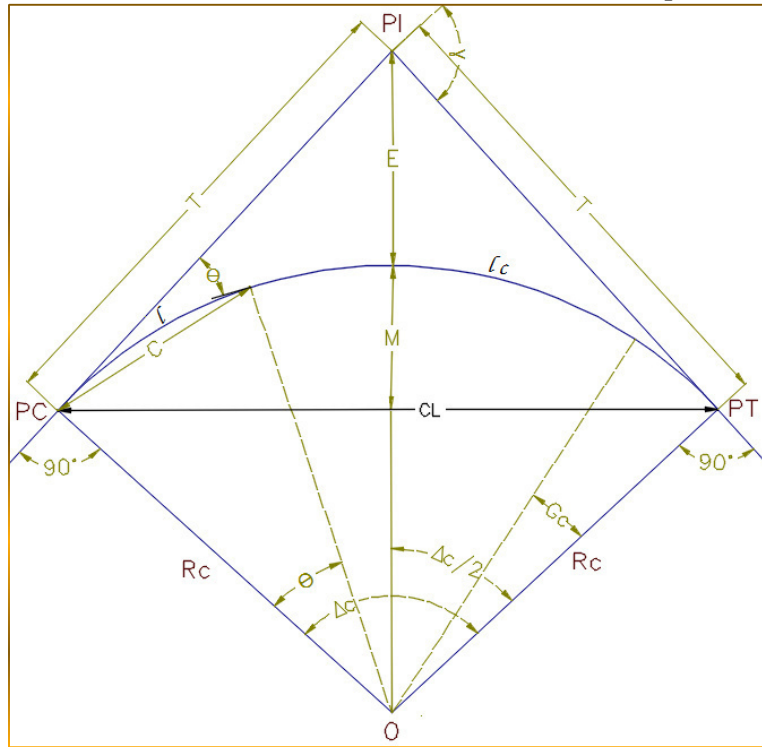
##### **2.4.2.9.1 Curva circular simple**

Son arcos de circunferencia de un solo radio que une dos tangentes consecutivas, conformándola proyección horizontal de las curvas reales o espaciales Según (Díaz Villalobos, 2012) .

---

<sup>2</sup> Recuperado de <http://viasunefa.blogspot.com/2009/10/nociones-sobre-trazado-de-carreteras-en.html>

Gráfico N°05: Elementos de curvas circulares simples



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP ,2003

**PI:** Punto de intersección de la prolongación de tangentes.

**PC:** Punto en donde empieza la curva simple.

**PT:** Punto en donde termina la curva simple.

**Δ:** Ángulo central de la curva circular.

**Gc:** Grado de curvatura de la curva circular.

**Rc:** Radio de la curva circular.

**T:** Tangente de la curva circular.

**E:** External.

**M:** Flecha.

**Lc:** Longitud de la cuerda.

**Grado de curvatura (Gc)**

Es el ángulo formado por un arco de 20 m. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño (MOP, 2003) se representa:

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

El valor de la constante 1145.92 se obtiene de multiplicar los 20m de la longitud del arco con el factor de conversión de radianes a grados ( $180/\pi$ ).

#### 2.4.2.9.2 Radio Mínimo de curvatura Horizontal

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte adoptado y el coeficiente de fricción (f) de fricción lateral correspondiente. El empleo de curvas con radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos.

Tabla N°03: Radio mínimo de curvatura.

Velocidad de Diseño (Vd) Kph	“f” máximo	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendados			
		e=10%	e=8%	e=6%	e=4%	e=10%	e=8%	e=6%	e=4%
20	0.350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0.315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0.284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0.255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0.221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0.206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0.190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0.165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0.150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0.140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0.134	273	298	329	367	275	300	330	370
Se podrá utilizar un radio mínimo de 15m, siempre y cuando se trate de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprovechar la infraestructura existente.</li> <li>- Relieve difícil (escarpado).</li> <li>- Caminos de bajo costo.</li> </ul>									

Fuente: MOP, (2003)

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse de acuerdo a la siguiente fórmula:

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

Donde:

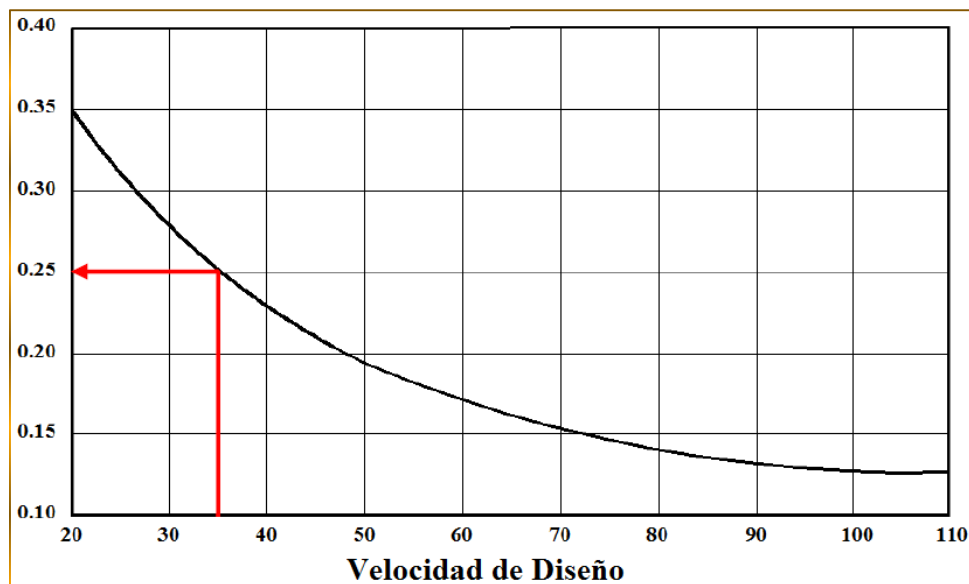
R: Radio de diseño (m).

f: Coeficiente de fricción lateral.

e: Peralte de la curva (%).

Vd: Velocidad de diseño (km/h)

Gráfico N°06: Coeficiente de fricción lateral



Fuente: MOP, (2003)

### External (E)

Es la distancia mínima que existe entre el PI y la curva circular simple. Su relación geométrica es:

$$E = R(\sec \frac{\alpha}{2} - 1)$$

### Ordenada Media (M).

Es la distancia máxima entre la cuerda larga y la curva circular simple. Su relación geométrica es:

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

### **Cuerda (C).**

Es la recta que une dos puntos cualesquiera de la curva. Su relación geométrica es:

$$C = 2 * R * \sin \frac{\theta}{2}$$

### **Cuerda Larga (CL)**

Es la recta que une el PI con el PC de cualquier curva circular simple. Su relación geométrica es:

$$CL = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2}$$

### **Longitud del arco (l)**

Es la longitud del arco que contiene el ángulo de deflexión que se toma a cualquier punto. Su expresión geométrica es:

$$l = \frac{\pi R \theta}{180}$$

### **Longitud de la curva circular (lc)**

Es la longitud del arco comprendida entre el PI y el PC, es decir es la longitud del arco de la curva. Su relación geométrica es:

$$l = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Para el diseño horizontal se han analizado los siguientes parámetros:

- Velocidad de diseño
- Velocidad de circulación
- Peralte de curvas

- Radio mínimo de curvatura
- Tangentes
- Curvas
- Distancia de visibilidad

#### 2.4.2.9.3 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es la velocidad de seguridad que puede mantenerse a lo largo de una sección de carretera, esta depende de la topografía y el tipo de carretera que se va a diseñar. La velocidad debe seleccionarse para el tramo de carretera más desfavorable, considerando el radio mínimo de curvatura. Cuando ya se ha seleccionado la velocidad de diseño, las características geométricas de la carretera deben seleccionarse a ella, para tener un diseño balanceado Según (Solís Jácome, 2013).

Tabla N°04: Velocidad de Diseño (kph)

<b>Velocidad de Diseño</b>						
Clases de carreteras	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
RI o RII > 8000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I 3000 a 8000 TPDA	110	100	80	100	80	60
II 1000 a 3000 TPDA	100	90	70	90	80	50
III 1000 a 300 TPDA	90	80	60	80	60	40
<b>IV 300 a 100 TPDA</b>	80	60	<b>50</b>	60	35	<b>25</b>
V < 100 TPDA	60	50	40	50	35	25

Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MTOPI 2003

#### 2.4.2.9.4 Velocidad de Circulación.

Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes Según (MOP, 2003).

La velocidad viene expresada por la formula siguiente:

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 \quad \text{Cuando TPDA} < 1000$$

$$V_c = 1.32V_d^{0.89} \quad \text{Cuando TPDA } 1000 \text{ a } 3000$$

Dónde:

$V_c$ =Velocidad de circulación (Km/h)

$V_d$ =Velocidad de diseño (Km/h)

Tabla N°05: Valores de Velocidad de Circulación

Vd Velocidad de diseño (Km/h)	Velocidad de circulación (km/h)		
	Volúmen de tránsito bajo	Volúmen de tránsito intermedio	Volúmen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: “Normas de diseño Geométrico de carreteras”-MOP 2003

#### 2.4.2.9.5 Coeficiente de fricción (f).

El coeficiente de fricción depende de cierto número de factores, siendo los de mayor relevancia la velocidad del vehículo, el tipo y condiciones de las llantas.

De acuerdo con algunas especificadas estipuladas por la AASHTO, se ha encontrado que los coeficientes de fricción disminuyen con el incremento de la velocidad, como el resultado de varias pruebas realizadas, la fricción se expresa con la siguiente ecuación en donde f es un valor adimensional.

$$f = 0.19 - 0.000626 * V$$

#### **2.4.2.9.6 Distancia de visibilidad**

La distancia de visibilidad es la capacidad que tiene un conductor en ver continuamente delante de él, para tener seguridad y eficiencia al momento de operar un vehículo en una carretera. Existen dos aspectos para la distancia de visibilidad:

1. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción; el tiempo total de percepción más reacción hallada como adecuado es igual a 2.5 segundos.

La distancia de visibilidad para parada se mide desde una altura de 1.15 m para el ojo del conductor hasta una altura de 15 cm para el objeto sobre la calzada.

Se tiene dos tipos de visibilidad:

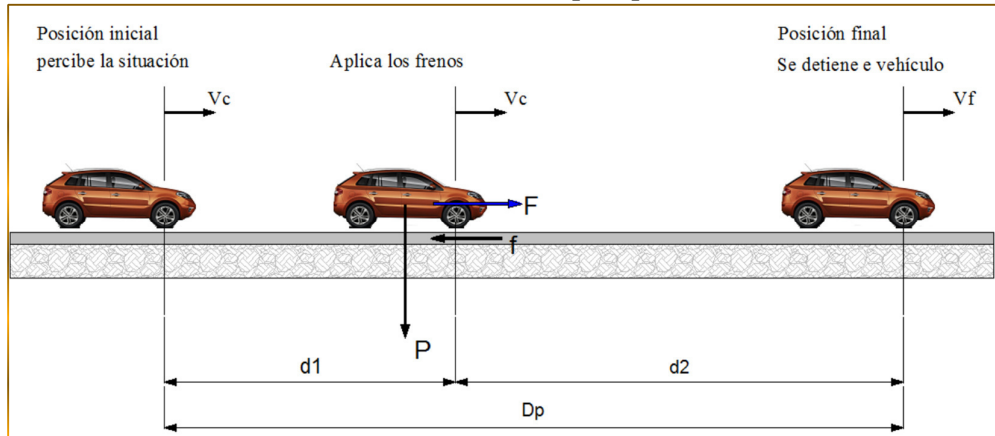
- a) Distancia de visibilidad de parada.
- b) Distancia de visibilidad de rebasamiento.

#### **2.4.2.9.7 Distancia de visibilidad de parada**

Es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él Según (Solís Jácome, 2013).



Gráfico N°07: Distancia de visibilidad para parada de un Vehículo



Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MTOPI 2003

La mínima distancia de visibilidad para la parada de un vehículo es:

$$D = d1 + d2$$

Dónde:

$d_1$  = Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor observa un objeto.

$d_2$  = Distancia de frenado del vehículo hasta que pare completamente después de aplicado los frenos.

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula de la siguiente manera.

$$d1 = \frac{Vc * t}{3.6}$$

$$d1 = \frac{2.5 \text{ seg}}{3.6} * Vc \quad d = 0.7 * Vc$$

En Donde:

$d_1$  = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m).

$Vc$  = velocidad de circulación del vehículo (km/h)

$t$  = tiempo de percepción más reacción en (seg).

Tabla N°06: Distancias de visibilidad mínimas para rebasamiento de un vehículo

Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)						
Clases de carreteras	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
RI o RII > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 1000 a 300 TPDA	690	565	415	565	425	270
<b>IV 300 a 100 TPDA</b>	480	290	<b>210</b>	290	150	<b>110</b>
V < 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: MOP, (2003)

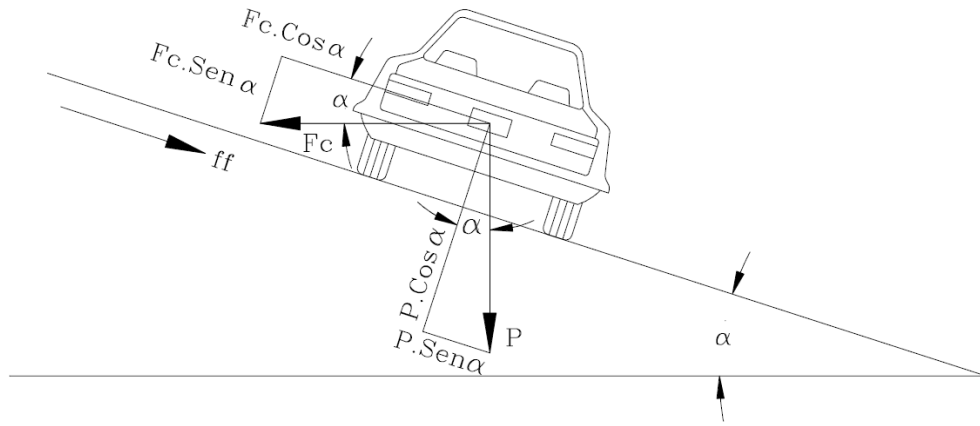
#### 2.4.2.9.8 Peralte de Curvas.

Se denomina como peralte a la elevación transversal de las curvas, para evitar el desplazamiento lateral de los vehículos dependiendo especialmente del tipo de carreteras. El uso del denominado peralte provee seguridad y comodidad al vehículo que transita por curvas horizontales.

Cuando un vehículo circula por una trayectoria circular es empujada hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga (F). Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido a la inclinación transversal de la vía (peralte), y por las fuerzas de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

El peralte es materializado en campo al elevar el borde exterior, bajar el borde interior, o ambas, hasta que la superficie de la vía forme transversalmente un ángulo con la horizontal. Al introducir el peralte en las curvas, dándole una sobreelevación (H) al borde exterior, aparecerán fuerzas que fijarán el vehículo a la calzada.

Gráfico N°08: Dinámica de un vehículo en una curva



$$\frac{Vd^2}{127R} = e + f$$

$$e = \frac{V^2}{127R} - f$$

Dónde:

$e$  = Peralte de la curva, expresada en metros por metro de ancho de la calzada (%).

$Vd$  = Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

$R$  = radio de la curva, expresado en metros.

$f$  = Máximo coeficiente de fricción lateral.

Para velocidades mayores a 50 km/h en vías de dos carriles, se recomienda un peralte máximo del 10% sean estas carreteras y caminos con capas de rodadura asfálticas, de concreto o empedrado y el 8% para caminos con capa granular de rodadura. Para utilizar los máximos valores de peralte debe tomarse en cuenta los siguientes criterios para evitar:

Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, sub-base, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.

Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo especialmente los pesados.

El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja Según (Solís Jácome, 2013).

#### **2.4.2.9.9 Desarrollo del peralte**

Cuando se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud adecuada para el desarrollo del peralte.

Métodos para el desarrollo del peralte:

- 1: Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terreno montañoso).
- 2: Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
- 3: Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

#### **2.4.2.9.10 Longitud de transición**

La longitud de transición ( $L_T$ ), por facilidad, se considera desde aquella sección transversal donde el carril exterior se encuentra a nivel o no tiene bombeo, hasta aquella sección donde la calzada tiene todo su peralte ( $e$ ) completo.

$$L_T = \frac{a e_c}{i} - f$$

Donde:

a: Ancho del carril (m).

$e_c$ : Peralte de la curva (%).

i: Pendiente o gradiente longitudinal de la vía (%).

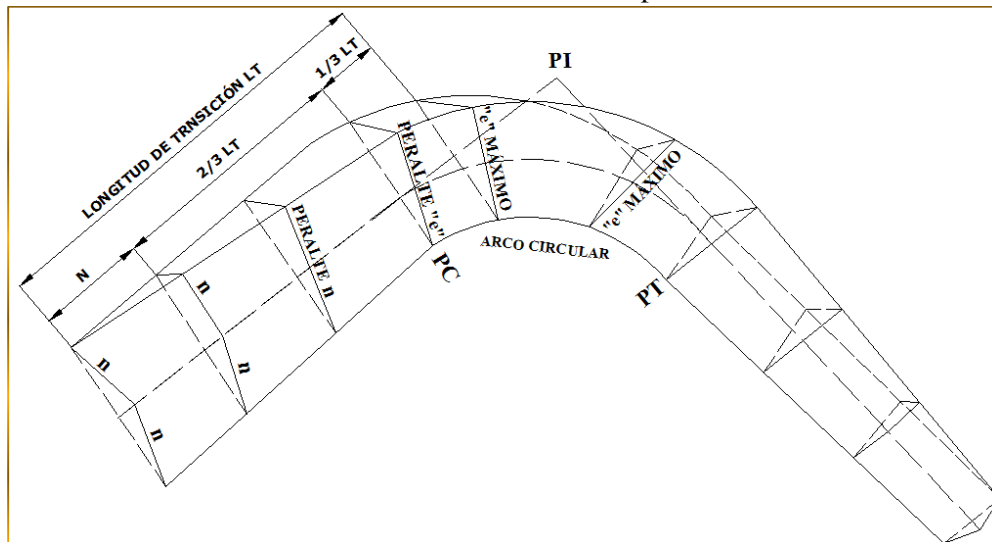
Valores recomendados de la pendiente de borde “i” para el desarrollo del peralte se ubica en el siguiente cuadro.

Tabla N°07: Pendiente de borde “i” para el desarrollo del peralte

$V_d$ (km/h)	Valor de i (%)	Máxima pendiente equivalente
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

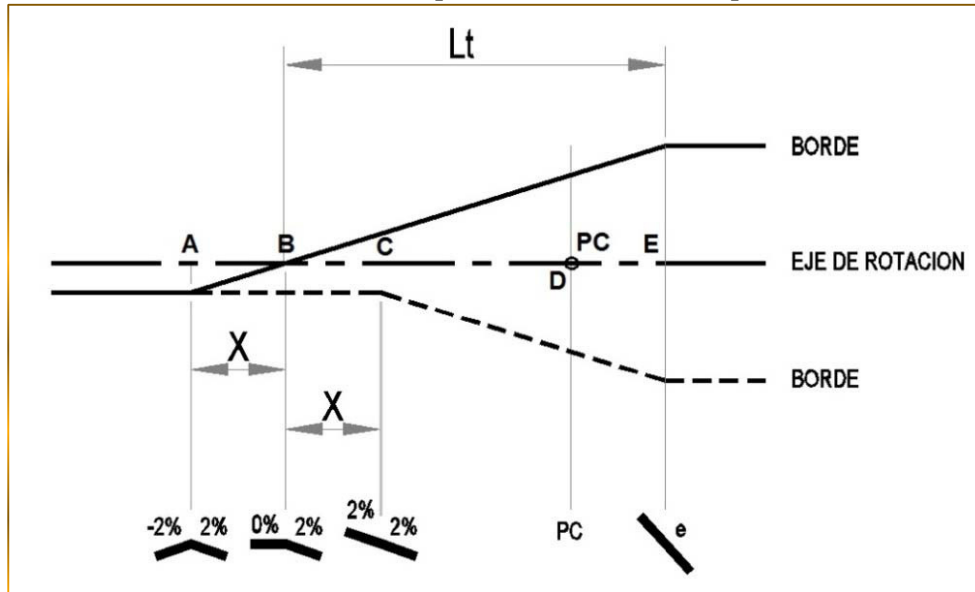
Fuente: “Normas de diseño Geométrico de carreteras”-MOP 2003

Gráfico N°09: Transición del peralte



Fuente: “Normas de diseño Geométrico de carreteras”-MOP 2003

Gráfico N°10: Perfil parcial de transición del peralte



Fuente: Aponte, (2000)

El valor considerado como mínimo absoluto que pueda utilizarse solamente para caminos con relieve montañoso difícil, especialmente en las zonas de estribaciones y cruce de la cordillera de los andes.

$$L_{\min} = 0.56 Vd \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$$

#### 2.4.2.9.11 Longitud de aplanamiento (Tangencial)

Longitud necesaria para que el carril exterior pierda su bombeo. Longitud en la cual se empezará a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al inicio de la transición de tal forma que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición.

$$X = \frac{a * b}{i}$$

Donde:

a: Ancho del carril (m).

b: Pendiente lateral de bombeo, (%)

i: Pendiente de borde.

#### **2.4.2.9.12 Tangente intermedia mínima**

Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente.

En el caso de dos curvas circulares consecutivas, es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la siguiente.

1. Las longitudes de transición se dividen en  $2/3 L_T$  en tangentes (antes del PC y después del PT), y de  $1/3 L_T$  en la curva, (después del PC y antes del PT), de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$T_{IM} = \frac{2L_{T1}}{3} + \frac{2L_{T2}}{3} + X_1 + X_2$$

Donde:

$T_{IM}$ : Tangente intermedia mínima (m).

$L_{T1}$  y  $L_{T2}$ : Longitud de transición (m).

$X_1$  y  $X_2$ : Longitud de transición (m).

La longitud mínima del arco circular (transición de bombeo):  $1/3(L_{T1} + L_{T2})$ .

2. Cuando existen condiciones críticas, en el diseño geométrico, que no permitan aplicar los valores de  $T_{IM}$  explicados en el anterior literal, se puede optar por una solución, que sin ser la óptima, permita adaptar mejor el proyecto a las condiciones topográficas. Consiste en distribuir la longitud de transición, 50% en tangente y 50% en la curva circular.

$$T_{IM} = \frac{L_{T1}}{2} + \frac{L_{T2}}{2} + X_1 + X_2$$

La longitud mínima del arco circular (transición de bombeo):  $1/2(LT1 + LT2)$ .

3. Para situaciones extremadamente críticas y en caminos de IV o V, con bajas velocidades de diseño, y únicamente en casos puntuales se podrá optar por la solución de distribuir la longitud de transición 100% dentro del arco de la curva circular en cuyo caso la longitud de la curva circular deberá ser igual o mayor al doble de la longitud de transición.

$$T_{IM} = X1 + X2$$

#### **2.4.2.9.13 Sobreancho en las curvas**

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos, con el propósito de que las condiciones de operación de los vehículos en las curvas sean similares a las rectas, se hace este ensanchamiento en la calzada denominado sobreancho S. Así mismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores. Se puede calcular el sobreancho mediante la siguiente fórmula empírica y recomendada por la AASHTO.

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

Donde:

S: Valor de sobreancho, m.

n: Número de carriles de la calzada.

R: Radio de la curva circular, m.



L: Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, en metros (Adopta una distancia de 6.10 m para un camión sencillo SU, según la AASHTO que se asemeja a los camiones de 2 ejes).

V: Velocidad de diseño, km/h.

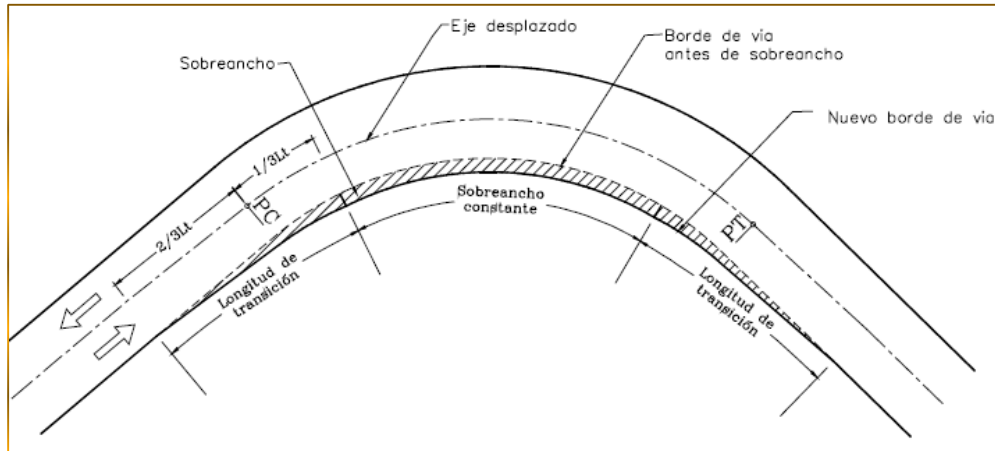
**S min: 0.30 m para  $V_d \leq 50\text{km/h}$**  ; S min: 0.40 m para  $V_d > 50\text{km/h}$

#### **2.4.2.9.14 Distribución del sobreancho, en la longitud de transición y en curva espiral**

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonable gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva.

1. En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente.
2. El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque en ocasiones se pueden usar longitudes menores.
3. En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 % en la tangente y 50% dentro de la curva. El sobreancho  $S_p$  en cualquier punto P, situado a una distancia  $L_p$  dentro de la longitud de transición  $L_T$ , desde el inicio, es:  $S_p = n(L_p / L_T)S$ .

Gráfico N°11: Transición de sobreebanco



Fuente: “Normas de diseño Geométrico de carreteras”-MOP 2003

#### 2.4.2.10 Alineamiento Vertical

Se denomina como curva vertical a aquel elemento de diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de salida, de tal manera que se facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y un drenaje adecuado Según (Hundiel, 2011).

#### Gradientes

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

Tabla N°08: Gradiente transversal

Gradiente transversal		
Clase de Carretera		Gradiente Transversal (%)
II	1000 - 3000	2.0
III	300 - 1000	2.0
IV	100 - 300	2.5 – 4.0
V	< 100	4.0

Fuente: MOP, (2003)

**Gradiente mínima.** - Mínimo valor que permite el paso del agua,  $G_{mín} = 0.5\%$  y según la AASHTO, se tiene una  $G_{mín} = 0.2\%$ . La gradiente longitudinal mínima usual es de  $0.5\%$ . se puede adoptar una gradiente de  $0\%$  para el caso de rellenos de 1m de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de la lluvia.

**Gradiente gobernadora.** - Gradiente media para salvar un desnivel, es una gradiente teórica.

**Gradiente máxima.** - Valor de la pendiente que puede darse a un proyecto, esto depende de la topografía y del tipo de vía a diseñarse.

Tabla N°09: Valores de Gradientes Máximas

<b>Gradiente Máxima</b>	<b>Longitud Máxima</b>
%	(m)
8 al 10	1000
10 al 12	500
12 al 14	250

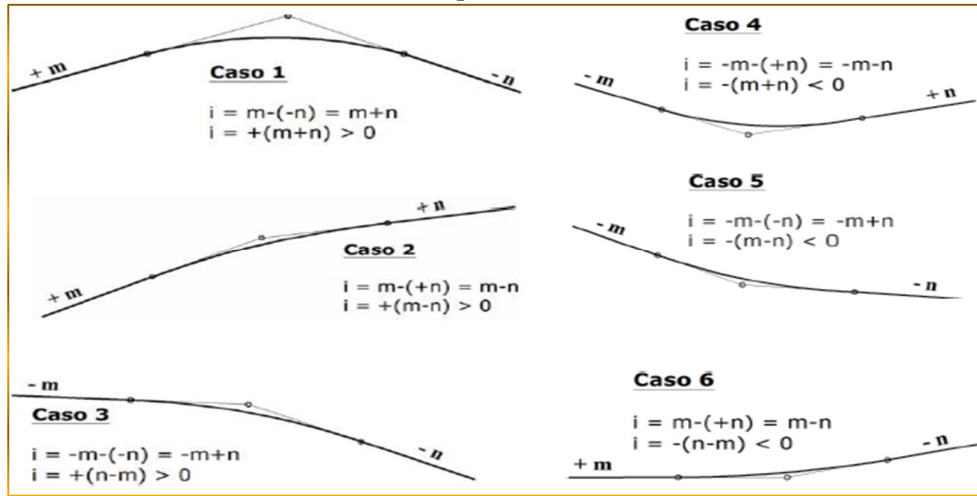
Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de I, II, III clase) Según (Ospin, 2002).

#### **2.4.2.10.1 Curvas verticales**

Son aquellos elementos del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, de tal forma que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de salida, de forma que se facilite una operación vehicular segura y confortable.

Gráfico N°12: Tipos de curvas verticales



Fuente: Cárdenas, (2004)

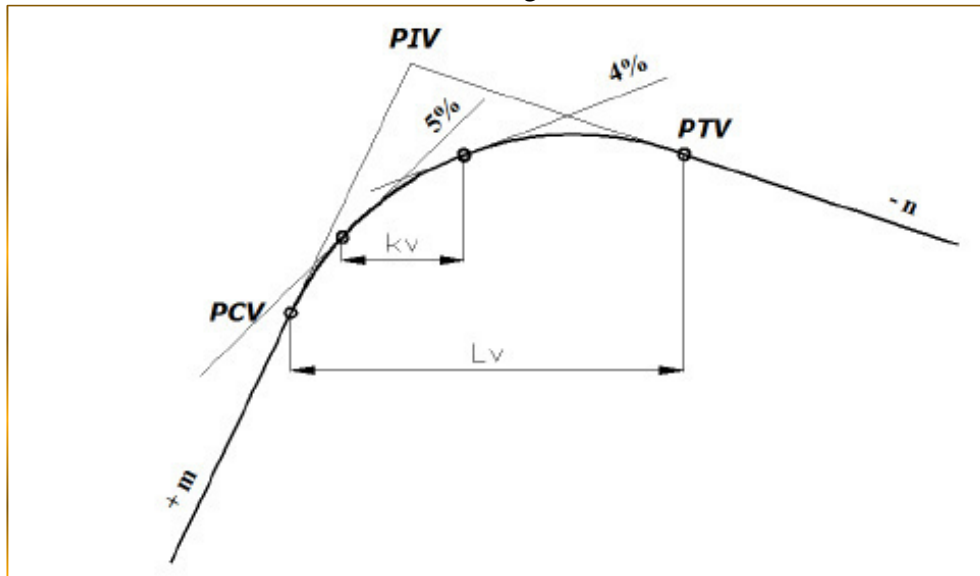
### 2.4.2.10.2 Coeficiente angular (K)

Define la curvatura de la parábola como una variación por unidad de pendiente.

$$k_v = \frac{L_v}{i} = \left[ \frac{m}{1\%} \right] \text{ Si } i=1\% \quad K_v = \frac{L}{1\%}$$

$k_v$  es la distancia horizontal expresada en metros necesaria para que se efectúe un cambio de 1% en la pendiente a lo largo de la curva.

Gráfico N°13: Coeficiente angular de curvas verticales



Fuente: Cárdenas, (2004)

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1.15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15 metros Según (Solís Jácome, 2013).

$$L_{\min}(\text{m}) = 0.6 * Vd$$

Donde:

$L_{\min}$ : Longitud mínima de la curva vertical (m).

Vd: Velocidad de diseño (km/h).

#### **2.4.2.10.3 Curvas verticales convexas**

Son aquellas curvas que siguiendo el sentido de tráfico se pasa de una pendiente a otra menor, en este caso el diseño se debe centrar en otorgar al conductor la distancia de visibilidad suficiente para lograr detenerse al observar un objeto más adelante en el eje de su carril.

Altura del ojo del observador = 1.50 m

Altura del objeto observado = 0.15 m

La longitud se expresa con la fórmula:

$$L = AK$$

En donde:

L = Longitud de la curva vertical convexa (m).

A = Diferencia algebraica de las gradientes (%).

S = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo (m).

K = Coeficiente para las diferentes velocidades de diseño en curvas convexas.

$$K = \frac{S^2}{426}$$

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas se indica a continuación:

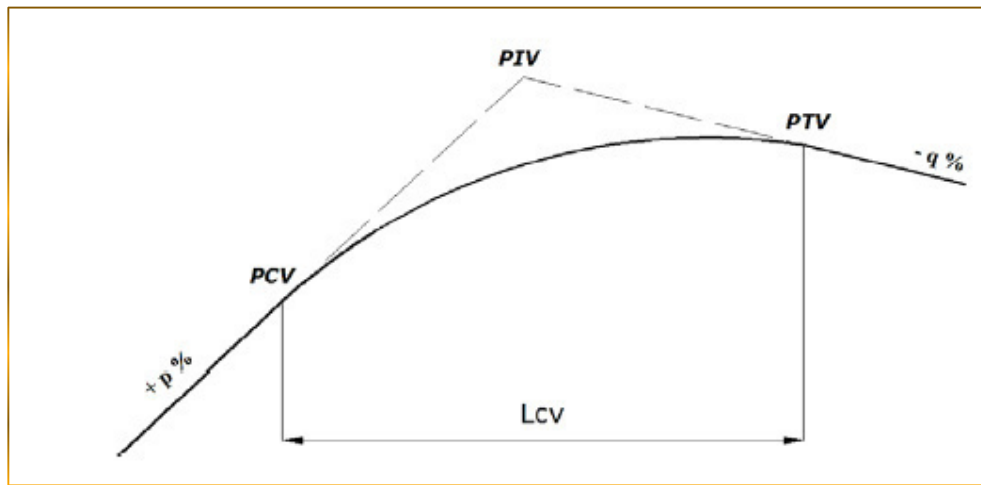
$$L_{vmin} = 0.6 * Vd$$

En donde:

$L_v$  = Longitud mínima de la curva vertical.

$V_d$  = velocidad de diseño.

Gráfico N°14: Curva vertical convexa



Fuente: Diseño y cálculo geométrico de vías

De acuerdo al MOP 2003 el coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas.

Tabla N°10: Coeficiente K para curvas verticales convexas

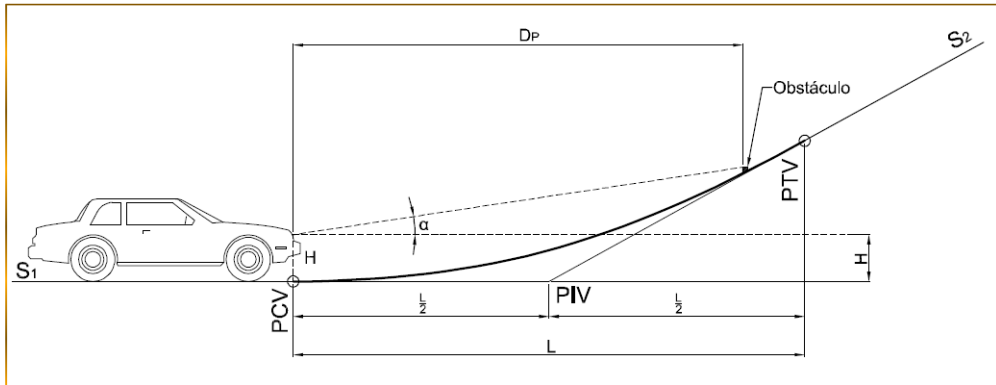
Categoría de la Vía	TPDA Esperado	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
		RI o RII(Tipo)	> 8000	115	80	43	80
I	3000 - 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 - 3000	60	43	19	43	28	7
III	1000 - 300	43	28	12	28	12	4
IV	300 - 100	28	12	7	12	3	2
V	< 100	12	7	4	7	3	2

Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

#### 2.4.2.10.4 Curvas verticales cóncavas

Son aquellas que siguiendo el sentido del tráfico se pasa de una pendiente a una mayor. En este caso la longitud de la curva vertical puede estar influenciada por dos situaciones: la iluminación de la vía, el confort o la presencia de obstáculos que reduzcan la visibilidad.

Gráfico N°15: Curva vertical Cóncava



Fuente: "Manual de diseño Geométrico de carreteras"- 2008

La longitud mínima de la curva vertical que satisface las condiciones se calcula:

$$L = A * K$$

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

En donde:

L = Longitud de la curva vertical cóncava (m).

A = Diferencia algebraica de las gradientes (%).

S = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo (m).

K = Coeficiente para las diferentes velocidades de diseño en curvas cóncavas

De acuerdo al MOP 2003 el coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cóncavas.

Tabla N°11: Coeficiente K para curvas verticales cóncavas

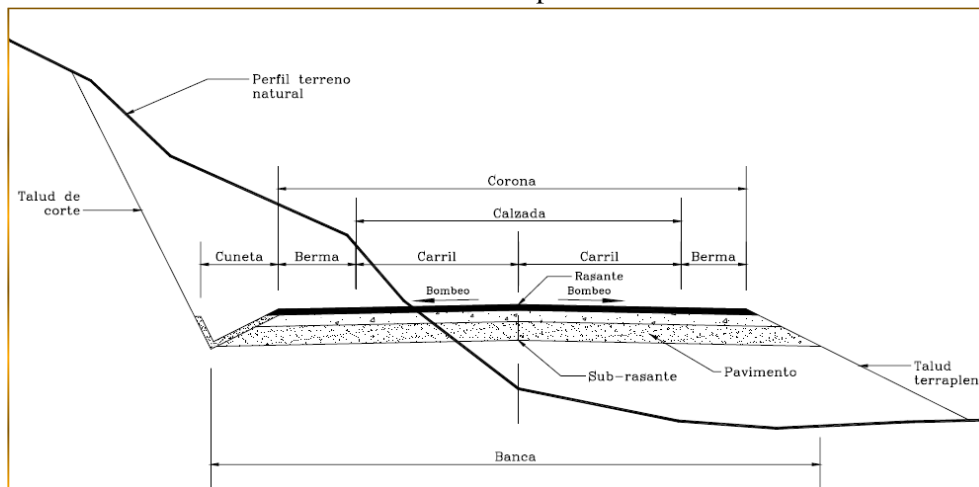
Categoría de la Vía	TPDA Esperado	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
RI o RII(Tipo)	> 8000	115	80	43	80	43	28
I	3000 - 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 - 3000	60	43	19	43	28	7
III	1000 - 300	43	28	12	28	12	4
IV	300 - 100	28	12	7	12	3	2
V	< 100	12	7	4	7	3	2

Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

### Sección transversal de la vía

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña Según (MOP, 2003).

Gráfico N°16: Sección transversal típica de una vía de dos carriles



Fuente: Cárdenas, (2004)

Calzada: Es la Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos y está formada por sus dos carriles, cada uno de los cuales es la parte de la calzada



destinada al tránsito de una sola fila vehicular. Generalmente la calzada es pavimentada o acondicionada con algún tipo de afirmado.

Carril: Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

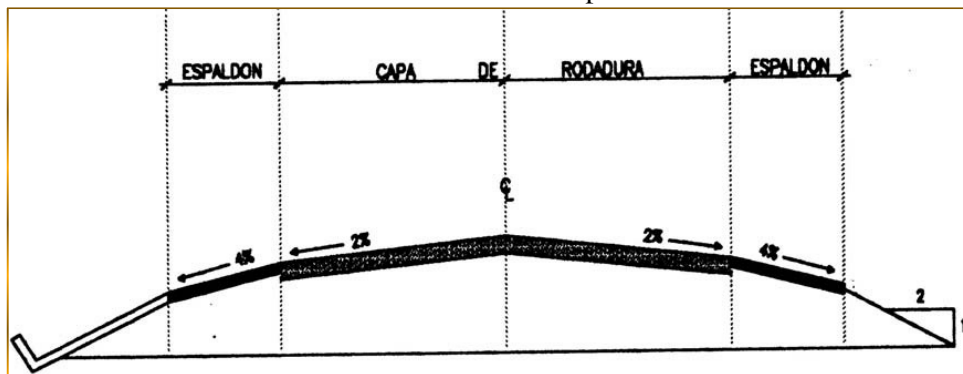
Tabla N°12: Ancho de calzada en función de los volúmenes de tráfico

Anchos de la calzada			
Clase de Carretera		Ancho de calzada (m)	
		Recomendable	Absoluto
RI o RII(Tipo)	> 8000	7.3	7.3
I	3000 - 8000	7.3	7.3
II	1000 - 3000	7.3	6.5
III	300 - 1000	6.7	6.0
IV	100 - 300	6.0	6.0
V	< 100	4.0	4.0

Fuente: MOP, (2003)

Bombeo: Se denomina bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre esta, escurra hacia sus espaldones. En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en los espaldones sea del 4%; en las secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobrelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal se desarrollará sin discontinuidades, desde el espaldón más elevado al más bajo Según (MOP, 2003).

Gráfico N°17: Bombeo de la capa de rodaduras



Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

Talud: Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. En terrenos ondulados y montañosos, en donde las condiciones de los suelos constituyen un factor determinante y el movimiento de tierras es el rubro mayor en la construcción, se recomienda dar especial consideración a los taludes en corte en las curvas horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de visibilidad a un costo razonable Según (MOP, 2003).

Tabla N°13: Valores recomendados para taludes

VALORES DE DISEÑO RECOMENDABLES DE LOS TALUDES EN TERRENOS PLANOS		
Clase de Carretera	TALUD	
	CORTE	RELLENO
R-I o R-II > 8000 TPDA	3:1 * **	4:1
I 3000 a 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 a 3000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1000 TPDA	2:1	2:1
<b>IV 100 a 300 TPDA</b>	<b>1,8-1:1</b>	<b>1,5-2:1</b>
V Menos de 100 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1

Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

Corona: Es la sensación que está conformada por la calzada y los espaldones.

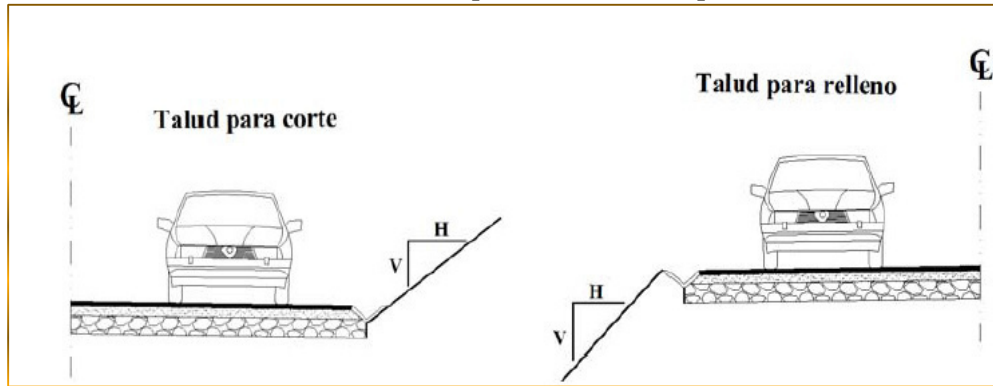
Cunetas: Zanjas construidas al borde de la calzada (o de los espaldones, cuando existan) para recoger y evacuar las aguas superficiales, que escurren de la calzada.

Espaldones: Son las partes del camino contiguas a la calzada, destinada a la detención de los vehículos en emergencia. El ancho de cada berma puede ser 0.50 hasta 3.0 m, de acuerdo con el volumen de tránsito y el terreno. Generalmente tiene afirmado igual al de la calzada, pero con superficies de calidad inferior.

Explanación: Es el ancho que corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la vía, es decir desde los bordes extremos de los laterales.

Talud: Es el parámetro o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un relleno. Matemáticamente se representa como la tangente del ángulo que dicho paramento forma con la vertical. Los valores de los taludes deben seleccionarse cuidadosamente con el fin de que sean estables, evitando el peligro de derrumbes.

Gráfico N°18: Esquema de taludes típico



Fuente: Diseño y cálculo geométrico de vías, (2014)

#### 2.4.2.11 Estudio de Suelos

Es necesario para la obtención de información geotécnica básica para los diferentes tipos de suelos debiendo efectuarse investigaciones, de campo y laboratorio, que determinen su distribución, propiedades físicas y mecánicas.

La importancia de conocer las características del suelo radica en que servirá como cimentación a la estructura de la capa de rodadura. Algunas de las propiedades que se deben tener en cuenta para el diseño vial son:

##### 2.4.2.11.1 Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua que se puede encontrar en la masa de suelo se lo puede determinar mediante un ensayo en el cual a una muestra de suelo se procede a secar en un horno a una temperatura de 105°C- 110°C.

##### 2.4.2.11.2 Estados de Consistencia

Para según el contenido de agua decreciente un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los estados de consistencia:

**Estado Líquido, Semilíquido, Plástico, Semisólido y Sólido.**

**Estado Líquido.** El suelo tiene las propiedades y apariencia de una suspensión, por lo que la resistencia al corte será nula.

**Estado Semilíquido.** El suelo tiene las propiedades de un líquido viscoso, y la resistencia al corte será nula.

**Estado Plástico.** El suelo se comporta plásticamente pudiendo ser remodelado sin desmoronamiento ni agrietamiento.

**Estado Semisólido.** El suelo tiene la apariencia de un sólido, pero presenta contracción volumétrica cuando se somete a secar.

**Estado Sólido.** En teoría el suelo será un sólido sin fase acuosa y obviamente al ser sometido a secado no existirá contracción volumétrica.

### **Límites de Plasticidad**

Los límites de Plasticidad están constituidos por **Límite Líquido, Límite Plástico, Límite de Contracción.**

**Límite Líquido.** Es la frontera entre el estado semilíquido y el plástico. El contenido de humedad del suelo debe expresarse como el porcentaje de agua, en relación con el peso de la muestra secada al horno.

**Límite Plástico.** Es la frontera entre el estado plástico y semisólido. Se calcula igual que un contenido de humedad promedio, se determinan enrollando pequeñas muestras de 3mm de diámetro y cuando estas tienen tal cantidad de agua que empiezan a resquebrajarse.

**Índice Plástico.** Se calcula Índice Plástico de un suelo cohesivo como la diferencia numérica entre su Límite Líquido y su Límite Plástico.

**Límite de Contracción.** Este es un típico contenido de humedad; es la frontera entre el estado semisólido y sólido. Se lo define como el porcentaje de humedad al cual, aunque el secado continúe, el volumen del suelo permanece constante.

**Granulometría.** Este ensayo consiste en separar una muestra de suelo convenientemente seleccionada en grupos de partículas que tienen el mismo rango

de tamaños. Se logra con tamices cuyas aberturas han sido estandarizadas de acuerdo con la tabla siguiente:

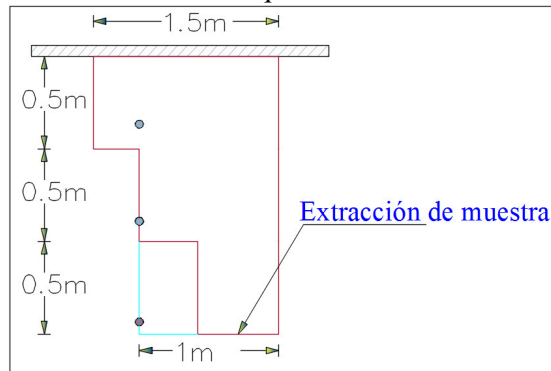
Tabla N°14: Aberturas de Tamices Estandarizadas

Tyler Standard		U.S. Bureau of Standards	
Malla #	Abertura mm	Malla #	Abertura mm
0	76.200	0	
3"	50.800	4"	101.600
2"	26.670	2"	50.800
--	18.850	1"	25.400
--	13.320	3/4"	19.100
--	9.423	1/2"	12.700
--	6.680	3/8"	9.520
3	4.699	1/4"	6.350
4	3.327	#4	4.760
6	3.327	#6	3.360
8	2.362	#8	2.380
9	1.981	#10	2.000
10	1.655	12	1.680
20	0.833	20	0.840
35	0.417	40	0.420
60	0.246	60	0.250
100	0.147	100	0.149
200	0.074	200	0.074
270	0.053	270	0.053
400	0.038	400	0.037

Fuente: Mecánica de Suelos del M.Sc.Ing. Francisco Mantilla

**Investigación geotécnica de carácter preliminar.** Se realiza conjuntamente con el proyecto preliminar para el diseño vial a fin de conocer las características de los suelos, el espaciamiento de los sondajes es diferente de acuerdo al tipo de carretera y está entre 200 m y 500 m y la profundidad de corte es de 1.5 m, con toma de muestras cada 50 cm.

Gráfico N°19: Esquema de una calicata



Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos

**Investigación de carácter definitiva.** Es necesario realizar un muestreo especial para el diseño definitivo que, a más de permitir clasificar el suelo, sirve para determinar las propiedades mecánicas del mismo y fundamentalmente para conocer la capacidad de soporte del suelo, siendo el ensayo de C.B.R el que proporciona dicha información de una mejor manera.

El espaciamiento de los sondeos será en función de las características propias de la vía, la profundidad será de 2 m con toma de muestras cada 50 cm y los principales ensayos y características que deberán determinarse serán:

- Humedad Natural.
- Clasificación.
- Estabilización Mecánica.
- Densidad Húmeda.
- Densidad de Campo.
- Capacidad de Carga.
- Expansividad.
- Hinchamiento.

Las actividades necesarias para la recopilación de información serán:

- a) Realizar un reconocimiento preliminar del proyecto.
- b) Determinar el tipo y ubicaciones de las perforaciones a ejecutarse.
- c) Clasificar los materiales extraídos de cada perforación.
- d) Obtener muestras representativas para realizar ensayos en laboratorio.

- e) Llevar registros de cada una de las perforaciones.
- f) Verificar y evaluar los resultados de ensayos de laboratorio y de campo.

Este estudio es importante ya que mediante una adecuada interpretación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo permite determinar el tipo y espesor de la capa de rodadura.

#### 2.4.2.12 Determinación de CBR de la subrasante

El CBR (California Bearing Ratio) se obtiene como un porcentaje del esfuerzo requerido para que penetre un pistón una profundidad de 0.1 pulgadas en una muestra de suelo y el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, a la profundidad indicada, en una muestra patrón de piedra triturada.

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en el suelo patrón}}$$

La calidad de la subrasante dependerá de la capacidad que tenga el suelo

Tabla N°15: Clasificación de subrasante según el CBR

Clasificación	CBR diseño (%)
Subrasante muy pobre	<3
Subrasante pobre	3 - 5
Subrasante regular	6 - 10
Subrasante buena	11 - 19
Subrasante muy buena	>20

Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas del Perú MTC, (2008)

#### 2.4.2.13 Tráfico

Es el tránsito de personas y circulación de vehículos por calles y carreteras.

Tráfico promedio diario anual ( TPDA ) La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA, permite determinar el uso anual que tendrá la vía, y hacer un análisis del diseño (MOP, 2003). Para el cálculo del TPDA, según las Normas de diseño geométrico de carreteras MOP (2003), se debe tomar en cuenta:

En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.

En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.

### **Tipos de conteo:**

*Manuales:* Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

*Automáticos:* Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.

**Período de observación** Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.

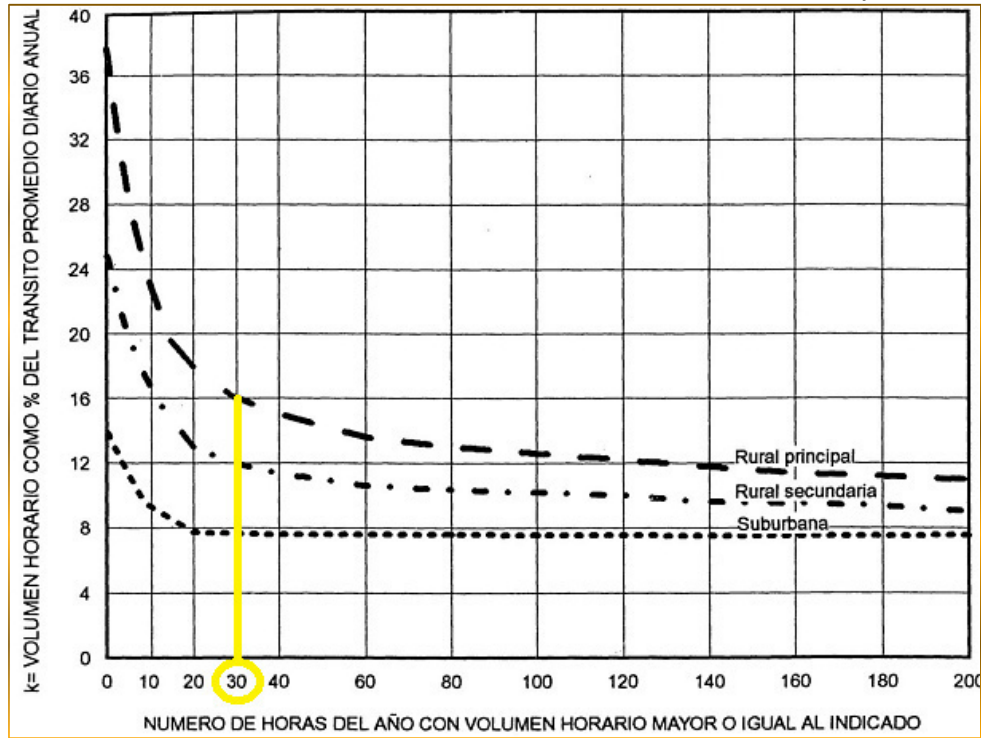
### **Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño)**

Para hallar el tránsito horario que se acomode mejor a la economía de las vías se ha usado la curva que presenta los volúmenes horarios del año en orden descendente.

En el siguiente gráfico se muestra la relación entre los volúmenes horarios más altos de año y el TPDA.



Tabla N°20: Relaciones entre los volúmenes horarios más altos del año y el TPDA



Fuente: Cárdenas, (1994)

Mediante el Gráfico se llega a la conclusión que el volumen horario que se debe considerar en el diseño es el volumen trigésimo más alto del año (30va HD), como puede observarse la curva tiende a horizontalizarse a partir de este valor; esto quiere decir que desde este punto los demás valores difieren poco entre sí, mientras que los anteriores son bastantes distintos y son pocos los demasiados grandes. La figura muestra en el eje de las ordenadas aquellos volúmenes registrados de mayor a menor, como porcentajes del TPDA, en tanto que en el eje de las abscisas se anota el número de horas por año en que el tránsito es mayor o igual al indicado. La curva desciende bruscamente hasta su punto de inflexión, que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño o 30va HD lo cual significa que, al diseñar para ese volumen horario, cabe esperar que existan 29 horas en el año en que el volumen será excedido. El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD se sitúa normalmente entre 12 y 18 por ciento del TPDA en el caso de las carreteras rurales, con un término medio bastante representativo del 15 por ciento de dicho TPDA. En carreteras urbanas, este volumen se ubica entre 8 y 12 por ciento del TPDA, por lo que es válida la práctica de utilizar un 10 por

ciento del TPDA como valor de diseño, a falta de factores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito Según (Ospin, 2002).

### **Tráfico Futuro**

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años por el crecimiento normal del tráfico.

Tabla N°16: Periodo de análisis

Tipo de carretera	Periodo de análisis(años)
Urbana de alto Volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
<b>Pavimentada de bajo volumen</b>	<b>15 a 25</b>
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: AASTHO, (1993)

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto. La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto.

### **Proyección en base a la formación del parque automotor.**

La carencia de un banco de datos históricos de tráfico vehicular, que permita determinar sus tendencias, obliga a utilizar otras variables de las cuales se dispone información suficiente como son: Producto Interno Bruto (PIB), datos proporcionados por el Banco Central y la Dirección Nacional de Tránsito Según (MOP, 2003).

Para la determinación de las tasas de crecimiento con los datos disponibles, se construyó una ecuación matemática y se la emplea para pronosticar el valor de una variable en función de otra, lo que se conoce como “ajuste de curvas”.

$$y = ax^b$$

Donde: y= variable dependiente (parque automotor)

x= variable independiente (PIB)

b= elasticidad PIB – parque automotor

a= constante

Con la cual se obtuvo el siguiente cuadro de tasas de crecimiento.

Tabla N°17: Índices de crecimiento del tráfico (i)

Tipo de Vehículos	Periodos			
	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
Livianos	4.47%	3.97%	3.57%	3.25%
Buses	2.22%	1.97%	1.78%	1.62%
Pesados	2.18%	1.94%	1.74%	1.58%

Fuente: MTOP, (2011)

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible de los vehículos, que exista en la zona de estudio. La fórmula para la obtención del tráfico futuro a partir de un tráfico actual es:

$$Tf = Ta (1+i)^n$$

Donde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado

Ta = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento del tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustibles)

n = Número de años proyectados

Por su tráfico proyectado, las carreteras se clasifican en:

Tabla No18: Clasificación de carreteras en función del tránsito proyectado

Clase de carretera	Trafico proyectado TPDA
R-I o R- II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: MOP, (2002)

#### **2.4.2.14 Estructura del Pavimento**

Se lo considera como un sistema de revestimiento que conforma la capa de rodadura, se apoya sobre elementos estructurales que deben resistir las abrasiones y punzonamiento (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos y la compresión de los elementos que se apoyan. Además, deben ser inmunes a las variaciones climáticas.

El objetivo del pavimento, es el ofrecer una superficie de rodadura limpia, cómoda, segura, durable y que interactúe con el ambiente.

##### **2.4.2.14.1 Funciones de las capas del pavimento flexible**

Sub rasante. - Sirve de fundación del pavimento.

Sub Base. - Controla las deformaciones asociados a cambios volumétrico de la sub rasante tiene buena resistencia y facilita el drenaje de las lluvias.

Base. - Material triturado de mejores características que la sub base, antes de pavimentar puede funcionar como superficie de rodadura provisional.

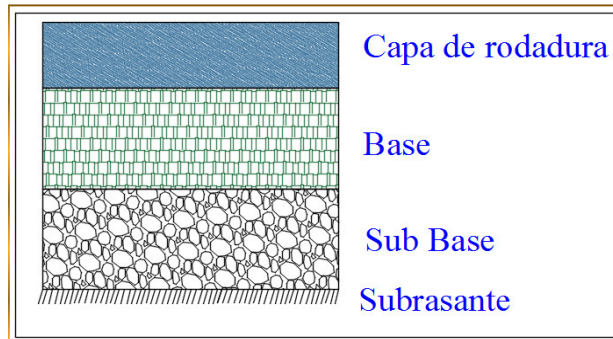
Imprimación. - Adhiere la base a la carpeta, impermeabiliza contacto base con carpeta.

Capa de rodadura (asfáltica). - Resistencia a la tracción, impermeabiliza y proporciona una superficie uniforme y estable al tránsito.

#### 2.4.2.14.2 Ancho del Pavimento

El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno. Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible. Para un volumen de tráfico bajo o para una velocidad de diseño baja, el ancho del pavimento debe ser el mínimo permisible.

Gráfico N°21: Estructura del Pavimento



Fuente: MTOP

*Descripción de parámetros a considerar dentro de la estructura del pavimento*

*Descripción de la Sub – base*

La Sub – Base que se empleará en la estructura del pavimento es la Sub- Base clase 2. Está constituida por agregados obtenidos mediante trituración o cribado y en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas.

Tabla N°19: Características de las Sub-Bases

Sub - Base	Límite Líquido	Índice Plástico	% de desgaste por abrasión	CBR
Clase 1	≤ 25	< 6	≤ 50%	≥ 30%
Clase 2				
Clase 3				

Fuente: MOP, (2002)

Tabla N°20: Límites granulométricos para Sub-Base clase 2

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
	Clase 2
3" (76.2 mm.)	-----
2" (50.8 mm.)	100
1 1/2" (38.1 mm.)	70-100
N° 4 (4.75 mm.)	30-70
N° 40 (0.425 mm.)	15-40
N° 200 (0.075 mm.)	0-20

Fuente: MOP, (2002)

Debe cumplirse los requisitos de graduación, abrasión, límite líquido e Índice plástico especificados de acuerdo al MOP.

Cuando se indique el uso de Sub - Bases clase 1 o 2, por lo menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

*Descripción de la Base*

La Base que se empleó en la estructura del pavimento es la Base clase 4. Esta constituida por agregados obtenidos mediante trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos.

Tabla N°21: Características de Bases

Base	Límite Líquido	Índice Plástico	% de desgaste por abrasión	CBR
Clase 1	< 25	< 6	< 40%	≥ 80%
Clase 2				
Clase 3				
Clase 4				

Fuente: MOP, (2002)

Tabla N°19: Límites granulométricos para Base clase 4

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
	Clase 4
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60-90
N° 4 (4.75 mm.)	20-50
N° 200 (0.075 mm.)	0-15

Fuente: MOP, (2002)

Debe cumplirse los requisitos de graduación, abrasión, límite líquido e Índice plástico especificados de acuerdo al MOP.

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que se podrá mezclar en planta o en obra.

*Descripción de la Capa de rodadura*

La capa de rodadura será de hormigón asfáltico, el cual se forma de la mezcla de cemento asfáltico y agregados, los cuales deberán tener la correspondiente granulometría.

Tabla N°22: Granulometría de los agregados para la mezcla asfáltica.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	N°4
1" (25.4 mm.)	100	---	---	---
3/4" (19.0 mm.)	90 - 100	100	---	---
1/2" (12.7 mm.)	---	90 - 100	100	---
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80	---	90 - 100	100
N° 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
N° 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
N° 16 (1.18 mm.)	---	---	---	40 - 80
N° 30 (0.60 mm.)	---	---	---	25 - 65
N° 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
N° 100 (0.15 mm.)	---	---	---	3 - 20
N° 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Fuente: MOP, (2002)

Aparte de cumplir con las exigencias de granulometría deben ajustarse a las especificaciones de la tabla siguiente.

Tabla N°23: Especificaciones a cumplir por agregados.

Ensayos	Especificaciones
Resistencia al desgaste por abrasión	≤ 40% INEN 860
Resistencia a la acción de los sulfatos	< 12% INEN 863
Recubrimiento y Peladura (Ensayo Visual)	Adherencia 95% Peladura 5% AAHTO T 182
Índice Plástico (Pasa #4)	Ip < 4
Hinchamiento	1.50%

Fuente: MOP, (2002)

El cemento asfáltico que se usara en el proyecto es AP 3 cuyo grado de penetración es de 85 a 100 décimas de milímetro, es un cemento asfáltico producido en el país de consistencia media.

El empleo de uno u otro cemento asfáltico depende del tránsito y de las condiciones climáticas prefiriéndose el de mayor dureza para vías de tránsito pesado y de clima cálido.

Tabla N°24: Especificaciones de calidad para los cementos asfálticos.

Ensayos	AP3 85-100	
	Mínimo	Máximo
Penetración a 25°C	80	120
Punto de Inflamación	27°	-----
Ductilidad a 25°C	100 cm	-----
Viscosidad a 140°F	100	200
Gravedad Específica	0.96	
Gravedad API (Características que deben tener los Ensayos)	15.9	

Fuente: MOP, (2002)



Tabla N°25: Parámetros de control máximo y mínimo que debe cumplir el Asfalto.

Ensayos	60-70		85-100	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Betún original				
Penetración (25 °C, 100 gr, 5 s), mm/10.	60	70	85	100
Punto de ablandamiento A y B, °C.	48	57	45	53
Índice de penetración (*).	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5
Ductilidad (25 °C, 5 cm/minuto), cm.	100	---	100	---
Contenido de agua (en volumen), % .	---	0.2	---	0,2
Solubilidad en Tricloroetileno, %.	99	---	99	---
Punto de inflamación, Copa Cleveland, °C.	232	---	232	---
Densidad relativa, 25 °C/ 25 °C	1.00	---	1.00	---
Ensayo de la mancha (**)	NEGATIVO		NEGATIVO	
Contenido de parafinas, %.	---	2.2	---	2.2
Ensayos al residuo del TFOT:				
Variación de masa, %.	---	0.8	---	1.0
Penetración, % de penetración original.	54	---	50	---
Ductilidad , cm	50	---	75	---
Resistencia al endurecimiento (***) .	---	5.0	---	5.0

Fuente: MOP, (2002)

Tabla N°26: Criterios de diseño para mezclas Marshall.

	Tráf. ligero		Tráf. medio		Tráf. pesado		Tráf. Muy pesado	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Criterio de mezcla	35		50		75		75	
Número de golpes en cada cara de la probeta	750		120		1800		2200	
Flujo en centésimas de pulgada	8	18	8	16	8	14	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75	65	75
Relación de filler/ betún					0.8	1.2	0.8	1.2

Fuente: MOP, (2002)

#### **2.4.2.15 Sección transversal**

La sección transversal que debe adoptar una carretera depende del volumen de tráfico, del tipo de terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera.

En la ubicación de las secciones transversales debe tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento y los requerimientos de seguridad a los beneficiarios de la carretera.

Sección típica en recta y curva

En recta o normal

La pendiente transversal normal de un pavimento es el 2% y la correspondiente a los espaldones de un 4%.

#### **2.4.2.16 Sistema de drenaje**

Es de importancia para el funcionamiento y operación de la carretera; tiene cuatro funciones principales:

- a) Evacuar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- b) Controlar el nivel freático.
- c) Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera.
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las primeras tres son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes Según (MOP, 2003).

#### 2.4.2.16.1 Drenaje longitudinal

Comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesaria establecer calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo de acuerdo al tipo de proyecto constructivo.

#### 2.4.2.16.2 Cunetas

Se construyen a un o ambos lados de la vía con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud de corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducir a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la vía.

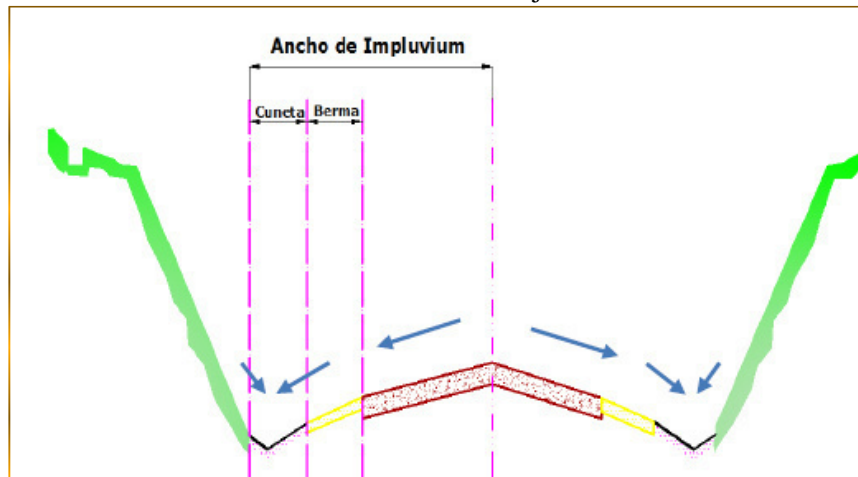
Localización, pendiente y velocidad: La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.5% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento.

Tabla N°27: Velocidad del agua con que se erosionan diferentes materiales.

<b>Material</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Material</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 - 4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 - 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5 - 7.5

Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

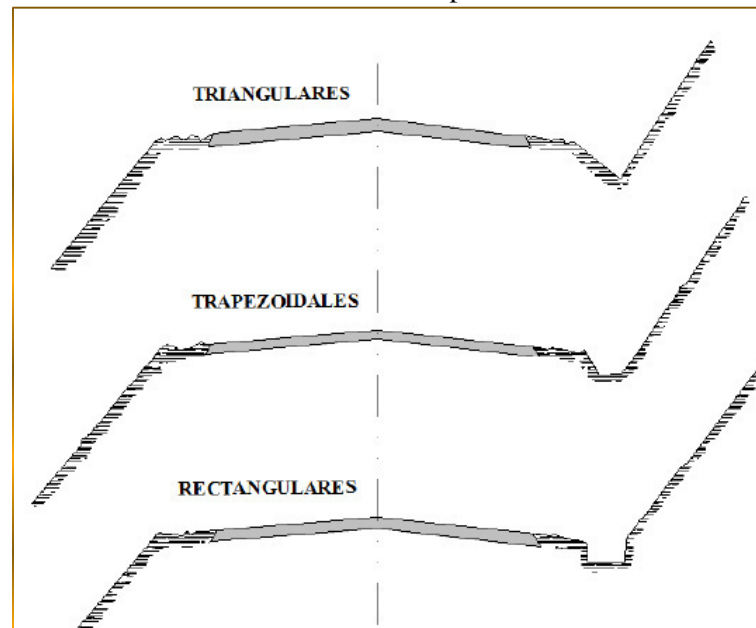
Gráfico N°22: Área de drenaje de cuneta.



Fuente: Benavides y Lugmaña, (2012)

Forma de la sección: Pueden ser triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento; aunque dependiendo del área hidráulica requerida, también se pueden utilizar secciones rectangulares o trapezoidales.

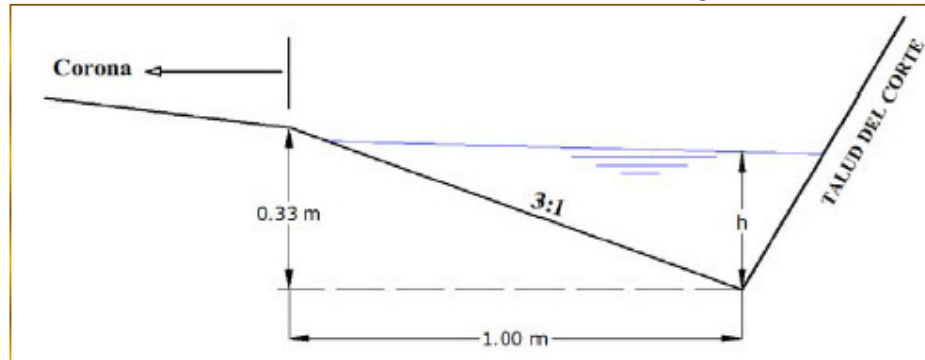
Gráfico N°23: Sección Típica de cunetas.



Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

La sección triangular se recomienda que el talud orientado a la vía tenga como mínimo 3:1, de preferencia 4:1 y del lado del talud la inclinación de este.

Gráfico N°24: Dimensiones de cuneta triangular.



Fuente: “Normas de diseño Geométrico de carreteras”-MOP 2003

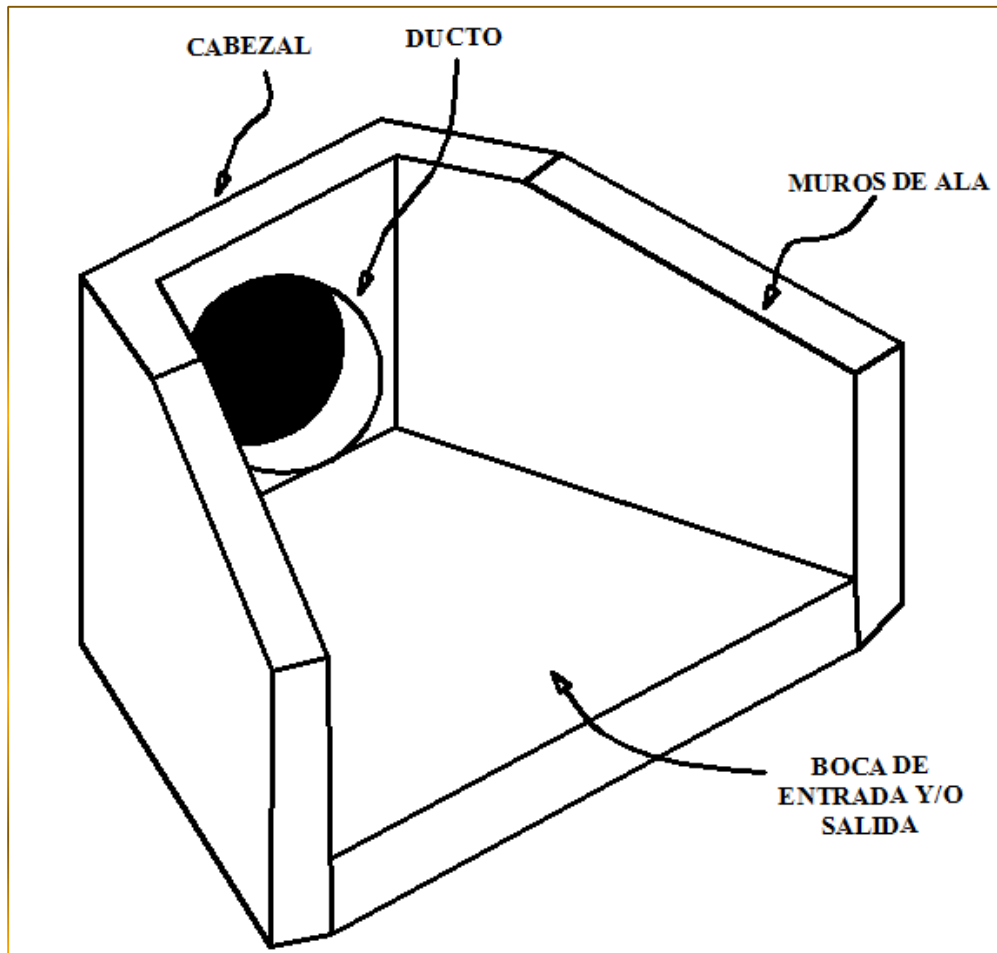
### 2.4.2.16.3 Drenaje transversal

#### Alcantarillas

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos ó esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera.

De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas ó para colectar aguas provenientes de cunetas Según (MOP, 2003).

Gráfico N°25: Elementos de alcantarilla



Fuente: "Normas de diseño Geométrico de carreteras"-MOP 2003

De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser: circulares, rectangulares, de arco, bóvedas ó de ductos múltiples.

Los materiales que se utilizarán en la construcción de las alcantarillas serán de hormigón armado, lámina de acero corrugado plástico, arcilla vítrea, lámina de aluminio corrugado y lámina de acero inoxidable; aunque las alcantarillas metálicas son de fácil instalación, en zonas de alto potencial corrosivo, se debe preferir el uso de alcantarillas de hormigón.

## **2.5 HIPÓTESIS**

“El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía San Francisco Bajo – El Barro de la Parroquia Huambaló del Cantón Pelileo, de la Provincia de Tungurahua, mejorara la calidad de vida de la población”.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.6.1 Variable Independiente**

El diseño geométrico y el diseño del pavimento de la vía San Francisco Bajo – El Barro de la Parroquia Huambaló del Cantón Pelileo, de la Provincia de Tungurahua.

### **2.6.2 Variable Dependiente**

Calidad de vida de los pobladores.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo investigativo muestra un enfoque cuantitativo y cualitativo. Debido a que será necesario observar y obtener datos reales de campo y mediante al uso de normas se procederá a analizar, ensayar y evaluar los aspectos y resultados obtenidos.

#### 3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo básico de investigaciones que contempla este proyecto son:

- 1. Exploratorio.** - Mediante la investigación bibliográfica se acercará al problema con el conocimiento de conceptos fundamentales e información para realizar cálculos, análisis y diseño.
- 2. Descriptivo.** -Con la ayuda de investigación exploratoria se obtendrán datos, para posteriormente presentar un informe describiendo el comportamiento de las variables.
- 3. Correlacional.** -Por medio de este tipo de investigación se realizará una confrontación de variables que permitirá corroborar la hipótesis.
- 4. Explicativo.** - Una vez comprobada la hipótesis se dará una alternativa por medio de una propuesta que justifique el tipo y mejoramiento de la capa de rodadura que influya en el mejoramiento de la calidad de vida de los moradores del sector.



### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1 Población (N)

Esta investigación tendrá como universo a los propietarios, moradores, habitantes propios y aledaños. Y a todas aquellas personas que tengan la necesidad de usar la vía por lo que el número aproximado es de 700 personas de acuerdo al plan estratégico de desarrollo de la parroquia Huambaló.

#### 3.3.2 Muestra

Debido a que la población del sector se representara mediante una muestra a partir de la población (universo), esta muestra es el total de personas a ser encuestadas. Se usará la formula siguiente:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

De donde:

n=Tamaño de la Muestra

E=Error Admisible (0.05)

N=Universo

$$n = \frac{700}{(0.05)^2(700 - 1) + 1} = \frac{700}{(0.0025)(700 - 1) + 1} = \frac{700}{2.75} = 255 \text{ hab}$$

A las personas que se encuestó para poder desarrollar la investigación fue a 255.

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.4.1 Variable independiente:

El diseño geométrico y el diseño del pavimento de la vía San Francisco Bajo – El Barro de la Parroquia Huambaló del Cantón Pelileo, de la Provincia de Tungurahua.

Tabla N°28: Variable Independiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El diseño de una vía implica la correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos. Por lo que una vía queda definida por su geometría, Pavimento, Sección transversal y sistemas de drenaje	Geometría	Alineamiento Horizontal	¿Cuál es la velocidad de diseño?	Equipos Topográficos Normas del MTOP
			¿Cuáles son los radios mínimos?	
			¿Cuál es la distancia de visibilidad?	
		Alineamiento Vertical	¿Cuál es la gradiente máxima?	
			¿Qué tipo de curvas verticales intervienen?	
	Pavimento	Base	¿Cuáles es el tipo de pavimento? ¿Cuáles es el método de diseño de pavimento?	Muestras de Suelos Ensayo de suelos Normas y Equipos Topográficos
		Sub Base		
		Capa de rodadura		
	Sección Transversal	Calzada	¿Cuáles es la sección típica? ¿Cuáles son los volúmenes de corte y relleno?	Formulario TPDA Normativas y Equipos Topográficos
		Carril		
		Bombeo		
		Taludes		
		Movimiento de tierras		
Sistemas de Drenaje	Cunetas	¿Cuál es el sistema de drenaje más adecuado?	Observación	
	Alcantarillado			

Fuente: Autor

### 3.4.2 Variable dependiente:

La Calidad de vida de los Pobladores.

Tabla N°29: Variable Dependiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La calidad de Vida se empleada para evaluar el bienestar social y económico general de individuos y sociedad.	Calidad Económico	Producción	¿Qué produce?	Observación Encuestas
		Comercio	¿Cuán rentables es?	
		Turismo	¿Qué beneficios produce?	
	Calidad Social	Comunicación	¿Qué aspectos sociales posee el sector?	
		Educación		

Fuente: Autor

### 3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Tabla N°30: Plan de recolección de información.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La calidad de Vida se empleada para evaluar el bienestar social y económico general de individuos y sociedad.	Calidad Económico	Producción	¿Qué produce?	Observación Encuestas
		Comercio	¿Cuán rentable es?	
		Turismo	¿Qué beneficios produce?	
	Calidad Social	Comunicación	¿Qué aspectos sociales posee el sector?	
		Educación		

Fuente: Autor

Al realizar esta investigación se utilizó la observación directa debido a que el investigador se pone en contacto con el sitio de estudio.

La **observación estructurada** ya se planifica en todos los aspectos específicos, metódicos y críticamente realizados cuyos datos se registran y valoran con precisión e instrumentos técnicos especiales. La **observación individual** porque interviene un solo investigador.

### **3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

- a) Con los datos que se recolectaron mediante la encuesta se tabuló, graficó e interpreto resultados.
- b) Se procesó la información obtenida mediante el equipo topográfico para poder efectuar el diseño geométrico de la vía y mediante el estudio de suelos se pudo determinar la capacidad portante del suelo para el diseño de la estructura del pavimento.
- c) Se realizó el conteo de tráfico con lo cual se clasificó la vía mediante el TPDA de acuerdo a las Normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP.

#### **3.6.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

- a) Interpretación de los resultados con el apoyo del marco teórico en el aspecto pertinente.
- b) Comprobación de la hipótesis: “El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de la vía San Francisco Bajo – El Barro de la Parroquia Huambaló del Cantón Pelileo, de la Provincia de Tungurahua, permitirá mejorar la calidad de vida de la población”.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

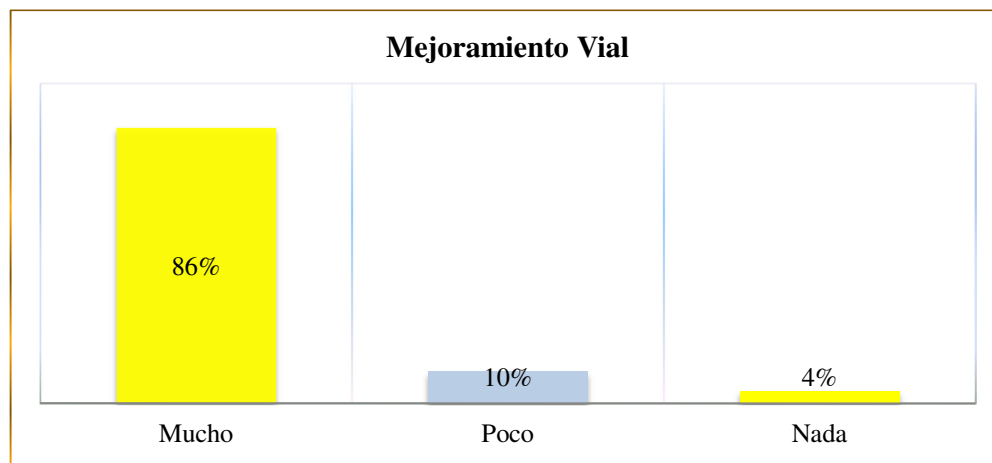
#### 4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

##### 4.1.1 Análisis de los resultados de las encuestas

###### Pregunta N°1

¿Es necesario e indispensable mejorar las condiciones actuales de la vía?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Mucho	220	86%
Poco	25	10%
Nada	10	4%
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>100%</b>

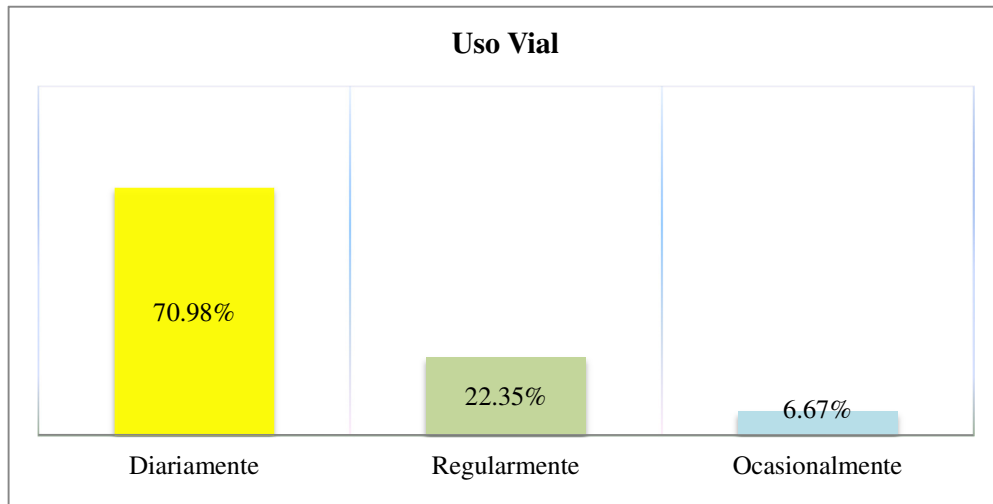


Conclusión: El 86% considera que si es necesario e indispensable mejorar las condiciones actuales de la vía mientras que el 10% considera que es poco necesario y el 4% considera que es irrelevante.

### Pregunta N°2

¿Con qué frecuencia utiliza la vía?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Diariamente	181	70.98%
Regularmente	57	22.35%
Ocasionalmente	17	6.67%
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>100%</b>

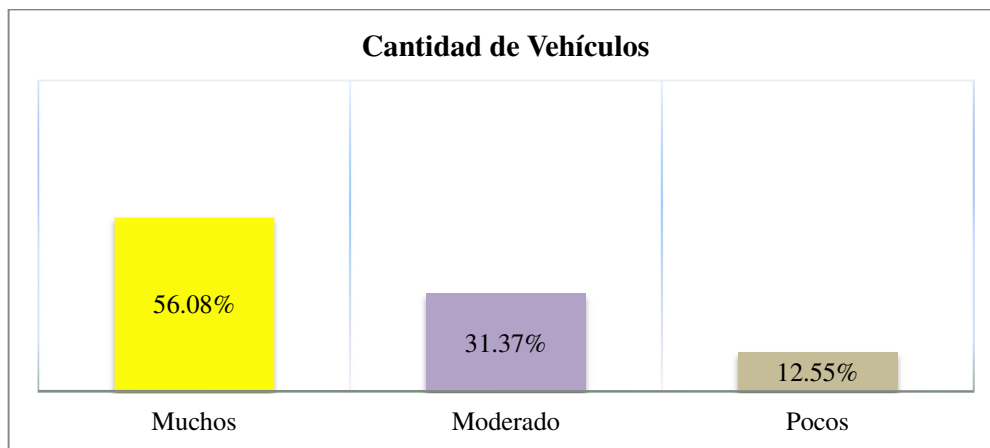


Conclusión: El 70.98% de personas encuestadas usan la vía diariamente, el 22.35% regularmente y el 6.67% circula por ahí ocasionalmente.

### Pregunta N°3

¿Qué cantidad de vehículos transitan por esta vía?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Muchos	143	56.08%
Moderado	80	31.37%
Pocos	32	12.55%
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>100%</b>

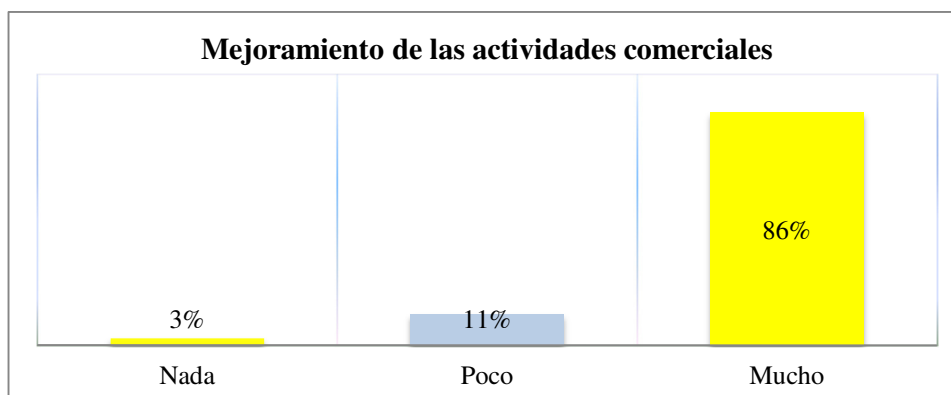


Conclusión: El 56.08% de personas encuestadas consideran que circulan muchos vehículos, el 31.37% opinan que la circulación vehicular es moderada mientras tanto que el 12.55% consideran que pocos vehículos circulan por la vía.

#### Pregunta N°4

¿Piensa qué al mejorar la vía, la actividad económica y comercial aumentara en la parroquia?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Nada	7	3%
Poco	29	11%
Mucho	219	86%
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>100%</b>



Conclusión: El 86% de los encuestados consideran que el mejoramiento de la vía también favorecerá en gran parte a la actividad comercial y económica de la

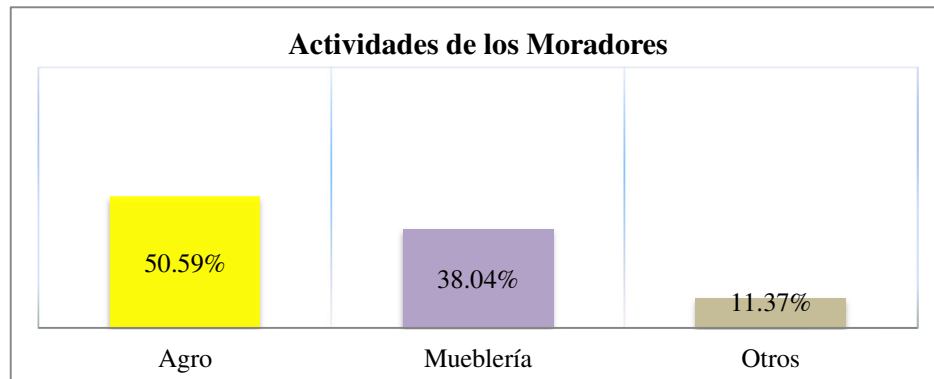


parroquia, mientras tanto el 11% opina que será poco favorable y el 3% considera que no beneficiará en nada.

**Pregunta N°5**

¿A qué actividad laboral se dedica?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Agro	129	50.59%
Mueblería	97	38.04%
Otros	29	11.37%
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>100%</b>

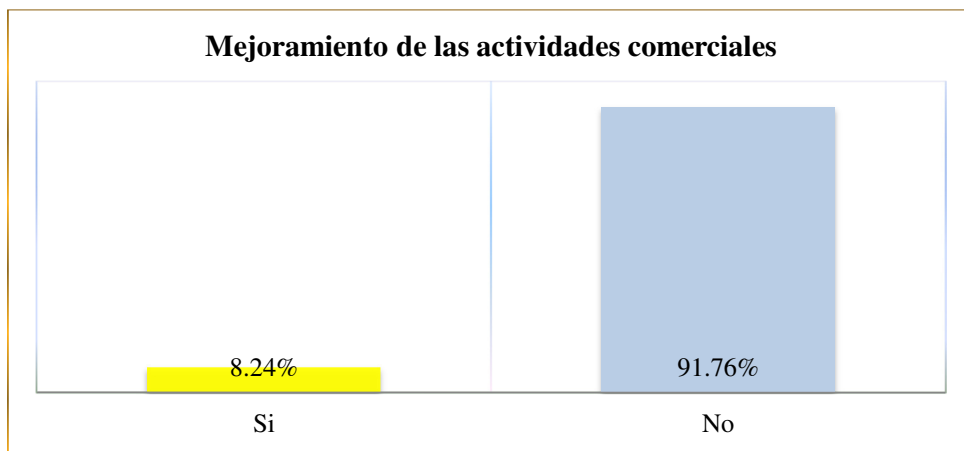


Conclusión: El 50.59% de encuestados se dedican a actividades relacionadas con el agro, el 38.04% a actividades relacionadas a la elaboración de muebles de madera y el 11.37% a otras actividades como es el maquilado de prendas para vestir, labores en la construcción etc.

**Pregunta N°6**

¿Tiene facilidad para transportar sus productos?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Si	21	8.24%
No	234	91.76%
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>100%</b>

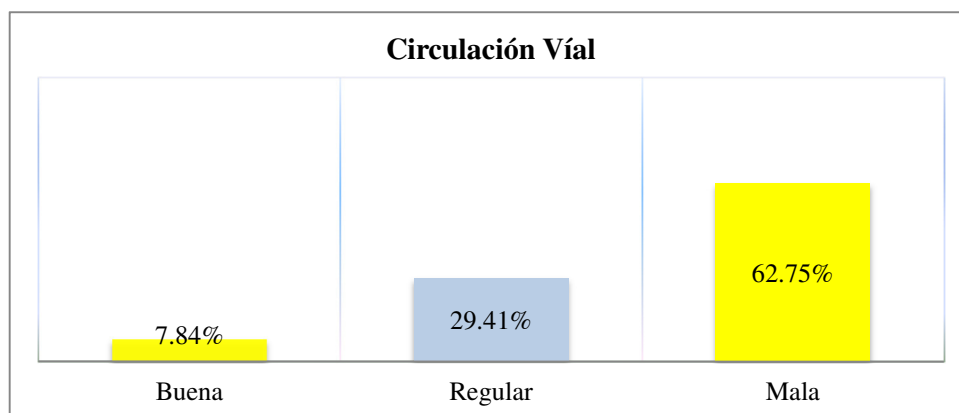


Conclusión: El 8.24% de encuestados exclamaron que, si tienen la facilidad para transportar su producción a los sitios pertinentes, mientras tanto que el 91.76% supieron comunicar que tenían inconvenientes al movilizar los productos debido al estado de la vía.

**Pregunta N°7**

¿La circulación por la Vía es cómoda y segura?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Buena	20	7.84%
Regular	75	29.41%
Mala	160	62.75%
<b>Total</b>	255	100%

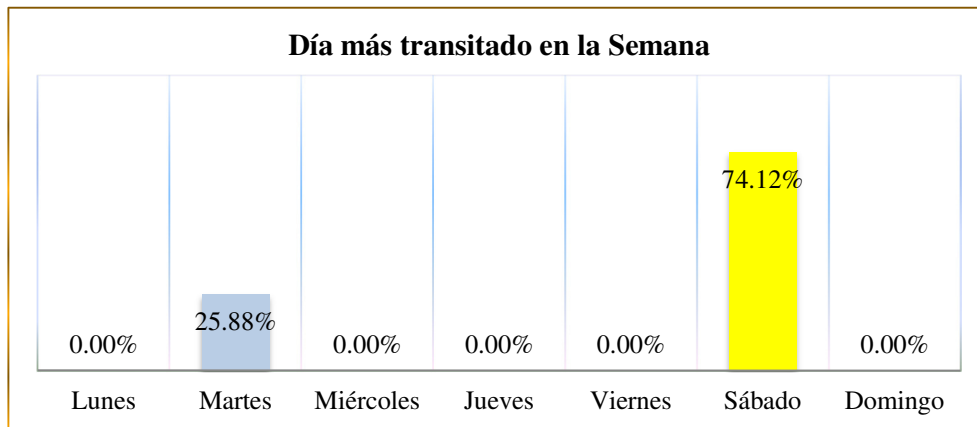


Conclusión: El 91.37% de encuestados consideran que la circulación por la vía no es cómoda ni segura mientras tanto, el 8.63% consideran lo contrario.

### Pregunta N°8

¿Qué día considera usted que es el más transitado?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Lunes	0	0.00%
Martes	66	25.88%
Miércoles	0	0.00%
Jueves	0	0.00%
Viernes	0	0.00%
Sábado	189	74.12%
Domingo	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>100%</b>



Conclusión: El 74.12% de encuestados consideran que el día sábado es el más transitado por vehículos en la vía, el 25.88% considera que el día martes lo es.

#### 4.1.2 Análisis del resultado del estudio Topográfico.

El Km 0+000 inicia en el sector de San Francisco Bajo y termina en el K 4+000 en el Barro. La topografía que se presenta a lo largo de la vía, varía entre ondulado y montañoso, con pendientes que radican del 0% - 16.2 %. En cuanto se realizó el levantamiento topográfico se pudo observar las características físicas de la vía mediante la cual se tiene una mejor percepción del proyecto.

El diseño geométrico de la vía se proyectó mediante los datos topográficos obtenidos, permitiendo distinguir las características del proyecto con el objetivo de hacer coincidir la plataforma existente con el proyecto definitivo considerando las obras de arte existentes y también detalles del diseño horizontal y vertical.

#### 4.1.3 Análisis del resultado del estudio de Tráfico.

El proyecto vial se diseñó con datos reales tomados en las dos direcciones de circulación vehicular. El conteo se efectuó siete días durante 12 horas diarias, la estación de conteo estuvo ubicada en el sector de San Francisco Alto, de acuerdo a esto se pudo observar que circulan por la vía una gran cantidad de vehículos livianos junto a un pequeño número de vehículos pesados que se consideraron para el diseño.

El conteo de vehículos se efectuó durante intervalos de 15 minutos con el fin de determinar la hora pico con lo cual se estableció los volúmenes vehiculares siguientes.

El día de mayor tránsito se determinó que es el día sábado.

Tabla N°31: Volumen Vehicular durante la hora pico.

Hora	Livianos	Buses	Camiones				Σ de los cuartos de hora (veh)
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4	
06:30 - 06:45	4	0	0	0	0	0	4
06:45 - 07:00	3	0	0	0	0	0	3
07:00 - 07:15	4	1	0	0	0	0	5
07:15 - 07:30	3	0	1	0	0	0	4
<b>Total</b>	14	1	1	0	0	0	<b>16</b>

Fuente: Autor

De acuerdo a la tabla en la hora de mayor volumen de tránsito se registró 14 vehículos livianos, 1 bus y un camión de dos ejes pequeño.

### Factor de hora pico (FHP)

Es el promedio de los cuatro valores con los cuales se obtuvo la hora pico dividida para el valor más alto de los cuartos de hora. El factor de hora pico determina el grado de uniformidad que tiene el tránsito en una determinada hora

$$FHP = \frac{VHP}{(n * CH)}$$

En donde:

VHP=Volumen en hora pico.

n=Número de intervalos considerados en una hora.

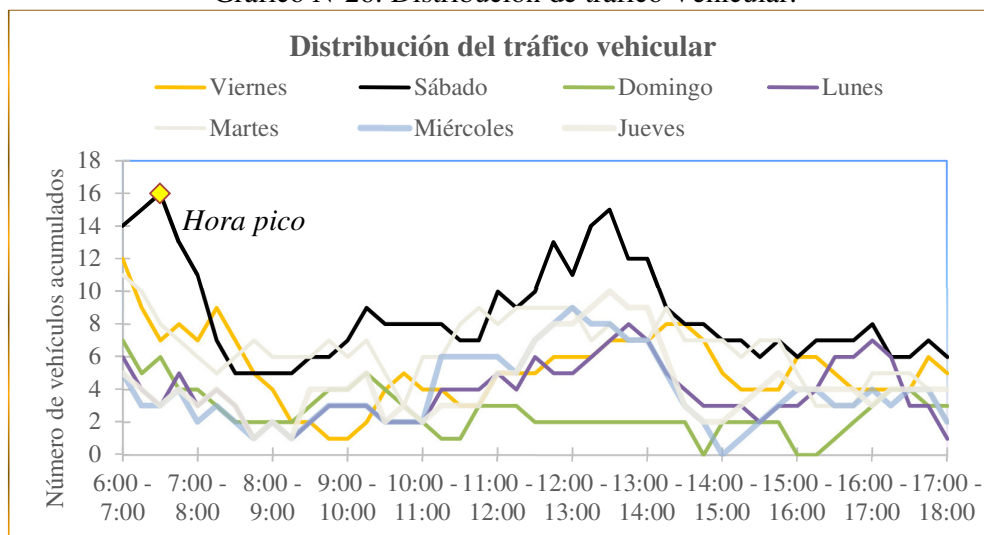
CH=Valor más alto de la sumatoria de cuartos de hora.

$$FHP = \frac{16}{(4 * 5)} = \mathbf{0.8}$$

De acuerdo al valor obtenido se aprecias que no es uniforme la circulación vehicular en la hora pico.

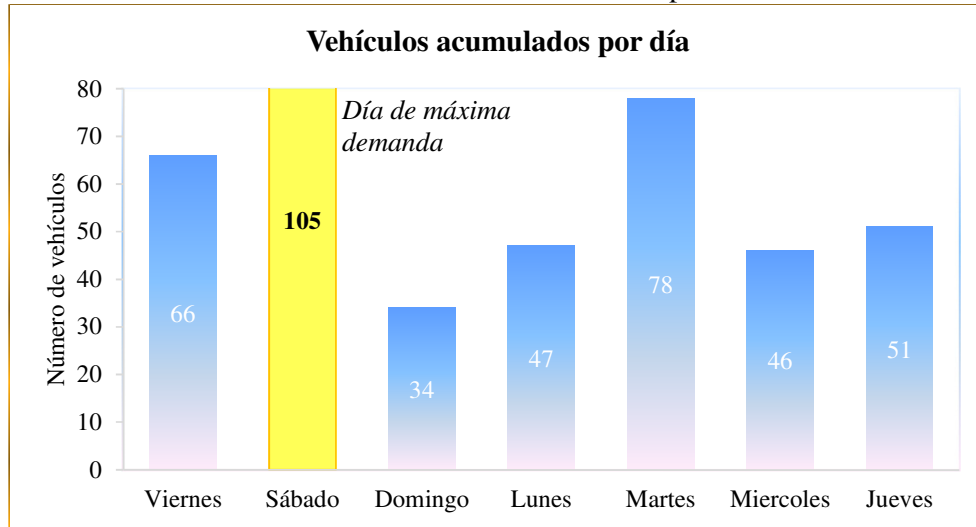
El FHP para el proyecto se asume de 1, con la finalidad de considerar la circulación vehicular uniforme en ambas direcciones.

Gráfico N°26: Distribución de tráfico Vehicular.



Fuente: Autor

Gráfico N°27: Volumen de tránsito por día.



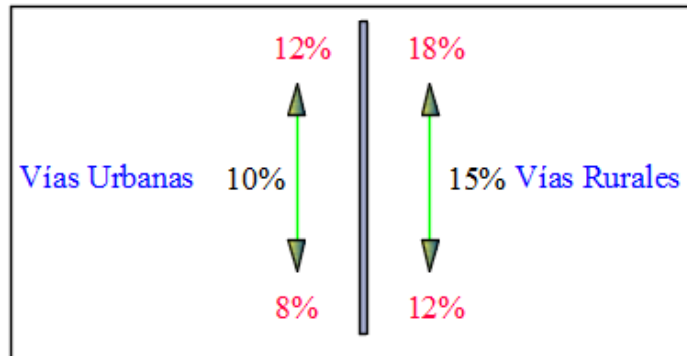
Fuente: Autor

### Cálculo del Tráfico Actual

### Cálculo del TPDA a partir del método de la 30va hora de diseño.

El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD se sitúa normalmente entre 12 y 18 por ciento del TPDA en el caso de las carreteras rurales, con un término medio bastante representativo del 15 por ciento de dicho TPDA.

Gráfico N°28: Porcentaje de tránsito de acuerdo al tipo de vía.



Fuente: MOP (2003)

En la hora de mayor congestión del proyecto circulan la siguiente cantidad de vehículos.

Livianos:           **14**  
 Buses:               **1**  
 Camiones C-2-P:   **1**

$$TPDA = \frac{\text{N}^\circ \text{ de vehículos en hora pico} * \text{FHP}}{15\%}$$

De donde:

VHP=Volumen en hora pico

TPDA=Tráfico promedio diario anual.

Para vehículos livianos

$$TPDA = \frac{14 * 1}{0.15} = 93.33$$

$$TPDA = 94 \text{ veh}$$

Tabla N°32: Tráfico promedio diario anual, TPDA.

Tipo de Vehículos		N° vehículos en hora pico	Factor para Vías Rurales	TPDA actual
Livianos		14	15%	94
Buses		1	15%	7
Pesados	C-2-P	1	15%	7
	C-2-G	0	15%	0
<b>∑ TPDA actual:</b>				<b>108</b>

Fuente: Autor

**Tráfico Generado (T<sub>ge</sub>):**

Está constituido por el número de viajes que se efectuarían solo si las mejoras propuestas ocurren. El volumen de tráfico generado que provoca la terminación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto.

Tabla N°33: Índices de crecimiento del tráfico (i).

Tipo de Vehículos	Periodos			
	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
Livianos	4.47%	3.97%	3.57%	3.25%
Buses	2.22%	1.97%	1.78%	1.62%
Pesados	2.18%	1.94%	1.74%	1.58%

Fuente: MTOP, (2011)

$$TPDA\ 1año = TPDA\ actual * (1 + i)^n$$

Donde:

TPDA 1 año=Tráfico generado para un año.

TPDA actual=Tráfico actual.

i=Tasa de crecimiento del tráfico.

n=Número de años proyectados.

Para vehículos livianos

$$TPDA\ 1año = 94 * (1 + 4.47\%)^1$$

$$TPDA\ 1año = 99\ veh$$

Tabla N°34: TPDA proyectado a un año.

Tipo de Vehículos	TPDA actual	Índice de crecimiento (i)	Periodo (n)	TPDA en el 1° año	
Livianos	94	4.47%	1	99	
Buses	7	2.22%	1	8	
Pesados	C-2-P	7	2.18%	1	8
	C-2-G	0	2.18%	1	0
$\Sigma$ TPDA <sub>1° año</sub> :				<b>115</b>	

Fuente: Autor

Para vehículos livianos

$$\text{Trafico Generado} = 20\% * 99\text{veh}$$

$$\text{Trafico Generado} = 20\ \text{veh}$$



Tabla N°35: Tráfico generado.

Tipo de Vehículos		TPDA en el 1° año	% Tráfico Generado	Tráfico Generado
Livianos		99	20%	20
Buses		8	20%	2
Pesados	C-2-P	8	20%	2
	C-2-G	0	20%	0
<b>∑ Tráfico Generado:</b>				<b>24</b>

Fuente: Autor

 **Tráfico atraído (T<sub>at</sub>)**

$$T_{at} = 10\% * TPDA$$

Para vehículos livianos


$$T_{at} = 10\% * 94 \text{ veh}$$

$$T_{at} = 10 \text{ veh}$$

Tabla N°36: Tráfico atraído.

Tipo de Vehículos		TPDA actual	% Tráfico Atraído	Tráfico Atraído
Livianos		94	10%	10
Buses		7	10%	1
Pesados	C-2-P	7	10%	1
	C-2-G	0	10%	0
<b>∑ Tráfico Atraído:</b>				<b>12</b>

Fuente: Autor

 **Tráfico actual (T<sub>ac</sub>)**

$$T_{ac} = TPDA + T_{ge} + T_{at} + T_{de}$$

De donde:

T<sub>ac</sub>= Tráfico Actual

TPDA =Tráfico Promedio Diario Anual.

T<sub>ge</sub>=Tráfico generado.

T<sub>at</sub>=Tráfico atraído.

T<sub>de</sub>=Tráfico desarrollado.

Para vehículos livianos

$$T_{ac} = 94 + 20 + 10$$

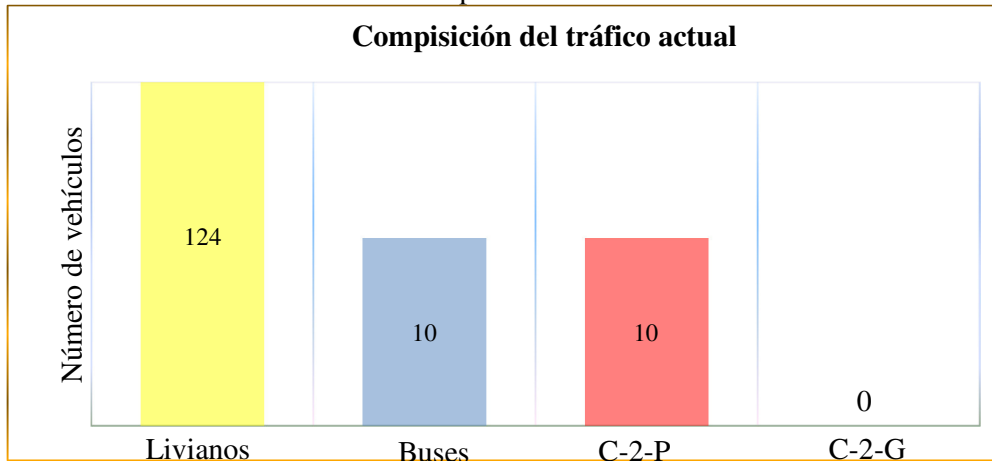
$$T_{ac} = 129 \text{ veh}$$

Tabla N°37: Composición del tráfico actual.

Tipo de Vehículos	TPDA actual	Tráfico Generado	Tráfico Atraído	Tráfico Desarrollado	Tráfico Actual	%
Livianos	94	20	10		124	86%
Buses	7	2	1		10	7%
Pesados	C-2-P	7	2	1	10	7%
	C-2-G	0	0	0	0	0%
$\Sigma$ Tráfico actual:					<b>144</b>	<b>100%</b>

Fuente: Autor

Gráfico N°29: Composición del tráfico Actual.



Fuente: Autor

#### Tráfico Futuro (Tf)

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual.

Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

La proyección del tráfico se emplea para la clasificación de las carreteras e influyen para determinar la velocidad de diseño, datos geométricos del proyecto y

para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura Según (MOP, 2003).

$$Tf = Tac * (1 + i)^n$$

Para vehículos livianos (Se considera los índices de crecimiento de tráfico de la tablaN°19)

$$Tf = 124 * (1 + 0.0325)^{20}$$

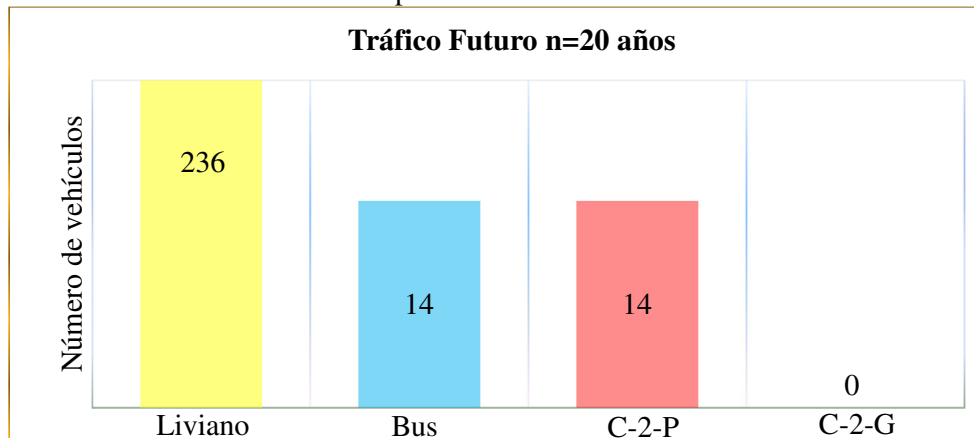
$$Tf = 236 \text{ veh}$$

Tabla N°38: Composición del tráfico vehicular n=20 años.

Tipo de Vehículos	Tráfico actual	Índice de crecimiento (i)	Periodo (n)	Tráfico en 20 años	%
Livianos	124	3.25%	20	236	90%
Buses	10	1.62%	20	14	5%
Pesados	C-2-P	10	1.58%	14	5%
	C-2-G	0	1.58%	0	0%
$\Sigma$ Tráfico en 20 años:				<b>264</b>	<b>100%</b>

Fuente: Autor

Gráfico N°30: Composición del tráfico futuro n=20 años



Fuente: Autor

El tráfico futuro para un periodo de diseño de 20 años está constituido por 236 vehículos livianos, 14 buses y 14 camiones.

Tabla N°39: Cálculo del tráfico proyectado.

Año	% Crecimiento			Tránsito Promedio Diario				W18 Carril diseño
	Livianos	Buses	Camiones	TPDA Total	Livianos	Buses	Camiones C-2-P	
2015	4.47%	2.22%	2.18%	144	124	10	10	4247
2016	3.97%	1.97%	1.94%	151	129	11	11	8919
2017	3.97%	1.97%	1.94%	157	135	11	11	13590
2018	3.97%	1.97%	1.94%	162	140	11	11	18262
2019	3.97%	1.97%	1.94%	167	145	11	11	22933
2020	3.97%	1.97%	1.94%	175	151	12	12	28030
2021	3.57%	1.78%	1.74%	178	154	12	12	33126
2022	3.57%	1.78%	1.74%	183	159	12	12	38223
2023	3.57%	1.78%	1.74%	189	165	12	12	43319
2024	3.57%	1.78%	1.74%	195	171	12	12	48416
2025	3.57%	1.78%	1.74%	<b>201</b>	177	12	12	53512
2026	3.25%	1.62%	1.58%	201	177	12	12	58609
2027	3.25%	1.62%	1.58%	209	183	13	13	64130
2028	3.25%	1.62%	1.58%	214	188	13	13	69651
2029	3.25%	1.62%	1.58%	221	195	13	13	75172
2030	3.25%	1.62%	1.58%	227	201	13	13	80693
2031	3.25%	1.62%	1.58%	233	207	13	13	86214
2032	3.25%	1.62%	1.58%	242	214	14	14	92159
2033	3.25%	1.62%	1.58%	249	221	14	14	98105
2034	3.25%	1.62%	1.58%	256	228	14	14	104050
2035	3.25%	1.62%	1.58%	<b>264</b>	236	14	14	109996

Fuente: Autor

#### 4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos

Con el estudio de suelos se determina las características de la superficie de sustento de la estructura del pavimento (Sub Rasante).

Se tomó cinco muestras en los: Km 0+500, Km 1+500, Km 2+500, Km 3+500, Km 4+000, las misma que se ensayaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Técnica de Ambato. Los resultados de los estudios de suelos se presentan en los anexos.

## CBR de diseño

El criterio de mayor aceptación para determinar la resistencia de diseño es el propuesto por el Instituto del Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, de 60%, 75% o el 87.5% de los valores individuales sean mayores o iguales que este valor de acuerdo del tránsito que se espera que circule por el pavimento.

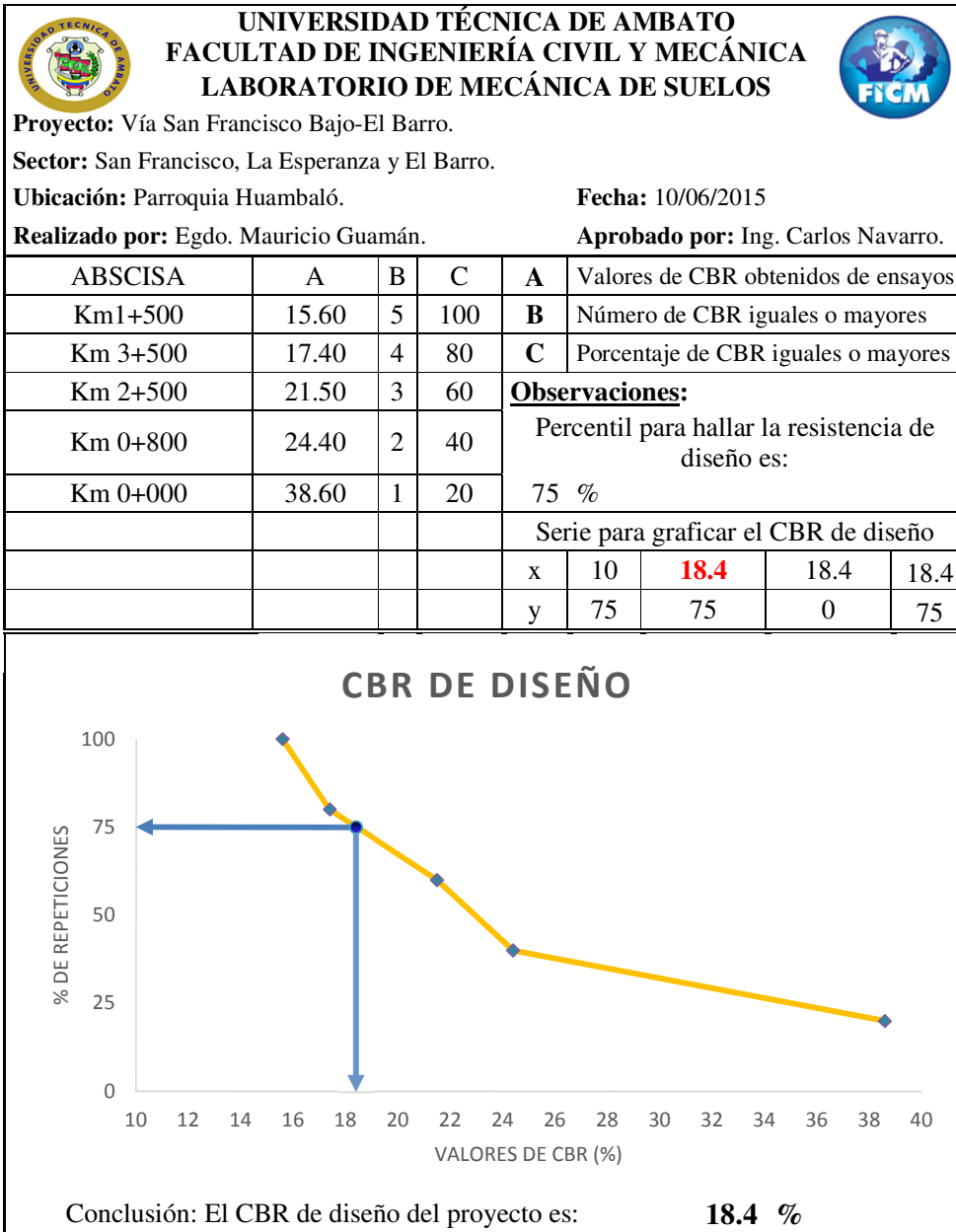
Tabla N°40: Valores de resistencia de diseño.

Número de ejes de 8.2 Tn en el carril de diseño	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
$<10^4$	60
$10^4-10^6$	75
$>10^6$	87.5

Fuente: AASHTO, (1993)

El número de ejes equivalentes para el proyecto es  $1.10E+05$  por lo tanto, de acuerdo a la tabla anterior el porcentaje que se asumió para hallar la resistencia fue 75%.

Tabla N°41: CBR de diseño.



Fuente: Autor

## 4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

### 4.2.1 Interpretación de las encuestas

Tabla N°42: Interpretación de datos de las encuestas.

Pregunta N°	Descripción	Interpretación
1	¿Es necesario e indispensable mejorar las condiciones actuales de la vía?	El 86% considera que si es necesario e indispensable mejorar las condiciones actuales de la vía mientras que el 10% considera que es poco necesario y el 4% considera que es irrelevante.
2	¿Con qué frecuencia utiliza la vía?	El 70.98% de personas encuestadas usan la vía diariamente, el 22.35% regularmente y el 6.67% circula por ahí ocasionalmente.
3	¿Qué cantidad de vehículos transitan por esta vía?	El 56.08% de personas encuestadas consideran que circulan muchos vehículos, el 31.37% opinan que la circulación vehicular es moderada mientras tanto que el 12.55% consideran que pocos vehículos circulan por la vía.
4	¿Piensa que al mejorar la vía, la actividad económica y comercial aumentara en la parroquia?	El 86% de los encuestados consideran que el mejoramiento de la vía también favorecerá en gran parte a la actividad comercial y económica de la parroquia, mientras tanto el 11% opina que será poco favorable y el 3% considera que no beneficiará en nada.
5	¿A qué actividad laboral se dedica?	El 50.59% de encuestados se dedican a actividades relacionadas con el agro, el 38.04% a actividades relacionadas a la elaboración de muebles de madera y el 11.37% a otras actividades como es el maquilado de prendas para vestir, labores en la construcción etc.
6	¿Tiene facilidad para transportar sus productos?	El 8.24% de encuestados exclamaron que, si tienen la facilidad para transportar su producción a los sitios pertinentes, mientras tanto que el 91.76% supieron comunicar que tenían inconvenientes al movilizar los productos debido al estado de la vía.
7	¿La circulación por la Vía es cómoda y segura?	El 91.37% de encuestados consideran que la circulación por la vía no es cómoda ni segura mientras tanto, el 8.63% consideran lo contrario.
8	¿Qué día considera usted que es el más transitado?	El 74.12% de encuestados consideran que el día sábado es el más transitado por vehículos en la vía, el 25.88% considera que el día martes lo es.

Fuente: Autor

### 4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico.

Al realizar el estudio topográfico se determinó las características del terreno, que en algunos tramos es ondulado y en otros montañoso debido a que cuenta con

pendientes transversales que varían entre el 5% y 47%, y a nivel longitudinal pendientes que superan el 14%.

La vía tiene cierta capacidad de drenaje longitudinal, no cuenta con cunetas y la sección transversal carece de bombeo.

#### 4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico

De acuerdo al estudio realizado el tránsito normal de la vía está constituido por vehículos livianos siendo los de mayor frecuencia, seguido por buses y camiones respectivamente así también por un número considerable de motocicletas. Los vehículos que tienen mayor efecto en el tránsito son los vehículos pesados (camiones, buses) razón por la cual son los que se consideran para el diseño de acuerdo a que proporcionan la mayor cantidad de carga a ser soportada por la vía e influyen directamente en la determinación de la estructura del pavimento.

El tránsito proyectado para el periodo de diseño es de 264 vehículos, de acuerdo a este tráfico la vía es de IV orden o camino vecinal debido a que se encuentra dentro del rango que establece el MOP 2003 que es de 100-300 vehículos.

#### 4.2.4 Interpretación de datos del estudio de suelos

De las 5 calicatas de las cuales se tomaron muestras representativas para realizar los correspondientes ensayos, se determinó un CBR de diseño del 18.4% considerando el valor de 75% como percentil para el cálculo de resistencia.

Según el siguiente cuadro se clasificó a la subrasante como Regular – Buena.

Tabla N°43: Interpretación de datos de las encuestas.

C.B.R	Clasificación	
0-5	Muy mala	Sub-Rasante
5-10	Mala	
11-20	Regular-Buena	
21-30	Muy buena	
31-50	Sub-base Buena	
51-80	Base-Buena	

Fuente: Normas de diseño Geométrico MOP, 2003



Según el C.B.R de la Sub-Rasante, el suelo de fundación se categorizó como un suelo de Regular – Bueno, analizando su granulometría según el SUCS el suelo se identificó como una arena bien graduada (SW), propio de los suelos presentes en la zona del proyecto, características que fueron consideradas para el diseño de la estructura del pavimento.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.**

Para la verificación de la hipótesis se usó la prueba estadística chi Cuadrado de Pearson, la cual se basa en comparar las observaciones respecto a lo esperado, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia, en la cual se determina si dos variables están relacionadas o no.

#### **4.3.1 Formulación de Hipótesis.**

*Hipótesis nula (Ho).* -Es aquella en la cual se asegura que los dos parámetros son independientes uno de otro.

**Ho:** El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Parroquia Huambaló, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, no mejorará la calidad de vida de los pobladores.

*Hipótesis alternativa (Ha).* -También denominada hipótesis de investigación y en la cual se asegura que los parámetros analizados son dependientes.

**Ha:** El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Parroquia Huambaló, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores.

#### 4.3.2 Cálculo del Chi-cuadrado $\chi^2$ .

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

En donde:

$f_o$ =frecuencia del valor observado

$f_e$ =frecuencia del valor esperado

#### Elaboración de las tablas de contingencia

Se elaboró la tabla de contingencia con las frecuencias observadas, estas frecuencias son el resultado de la tabulación de dos preguntas significativas de la encuesta realizada a la muestra de la población.

Pregunta N°1 ¿Es necesario e indispensable mejorar las condiciones actuales de la vía?

Pregunta N°4 ¿Piensa qué al mejorar la vía, la actividad económica y comercial aumentara en la parroquia?

Tabla N°44: Frecuencia observada.

P4 \ P1	Mucho	Poco	Nada	Total
Nada	3	3	1	7
Poco	22	5	2	29
Mucho	195	17	7	219
Total	220	25	10	255

Fuente: Autor

La frecuencia teórica o esperada se obtiene de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Total de columna para dicha celda} * \text{Total de fila para dicha celda}}{\text{Suma total de frecuencias observadas}} = \frac{7 * 220}{255}$$

Tabla N°45: Frecuencia esperada.

P4 \ P1	Bueno	Regular	Malo	Total
Nada	6.04	0.69	0.27	7
Poco	25.02	2.84	1.14	29
Mucho	188.94	21.47	8.59	219
Total	220	25	10	255

Fuente: Autor

Aplicando la fórmula de Chi-cuadrado se tiene

Tabla N°46: Chi-cuadrado.

fo	fe	(fo-fe) <sup>2</sup>	$\frac{(fo-fe)^2}{fe}$
3	6.04	9.24	1.53
3	0.69	5.35	7.80
1	0.27	0.53	1.92
22	25.02	9.12	0.36
5	2.84	4.65	1.64
2	1.14	0.74	0.65
195	188.94	36.71	0.19
17	21.47	19.99	0.93
7	8.59	2.52	0.29
<b>X<sup>2</sup>=</b>			<b>15.32</b>

Fuente: Autor

### Cálculo de grados de libertad (gl):

Es un estimador del número de categorías independientes en una prueba particular o experimento estadístico.

Se calcula de la siguiente forma:  $(r-1) * (k-1)$ .

En donde:

r: número de filas

k: número de columnas

$$gl = (3 - 1) * (3 - 1) = 4$$

### Nivel de significancia ( $\alpha$ )

Es el complemento del nivel de confianza, por ejemplo, si queremos que la prueba posea un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, el nivel de significancia será del 5%.

$$\alpha = 100 - 0.05$$

$$\alpha = 0.950$$

### Obtención del Chi-tabulado

Mediante los grados de libertad y el nivel de significancia se obtiene el valor de  $X_t$  en la tabla de distribución Chi cuadrado.

$$X_t = 9.488$$

Tabla N°47: Distribución de Chi-cuadrado.

Grados de Libertad	Probabilidad acumulada				
	0.800	0.850	0.900	0.950	0.975
1	1.642	2.072	2.706	3.841	5.024
2	3.219	3.794	4.606	5.992	7.379
3	4.642	5.317	6.251	7.815	9.348
4	5.989	6.745	7.779	9.488	11.14
5	7.289	8.115	9.236	11.07	12.83
6	8.558	9.446	10.64	12.59	14.45
7	9.803	10.75	12.02	14.07	16.01

Fuente: Jorge M. Galbiati

### Comparación entre el Chi-cuadrado calculado ( $x^2$ ) y el Chi-cuadrado tabulado ( $x_t$ ).

La prueba del chi-cuadrado requiere la comparación de los valores obtenidos entre  $x^2$  y  $x_t$  debido a que si el valor estadístico de prueba  $x^2$  es mayor que el tabulado ( $x^2 > x_t$ ) la hipótesis nula ( $H_0$ ) es rechazada, en caso de suceder lo contrario, ( $H_a$ ) es rechazada.

Con relación al proyecto se obtuvieron los siguientes valores.

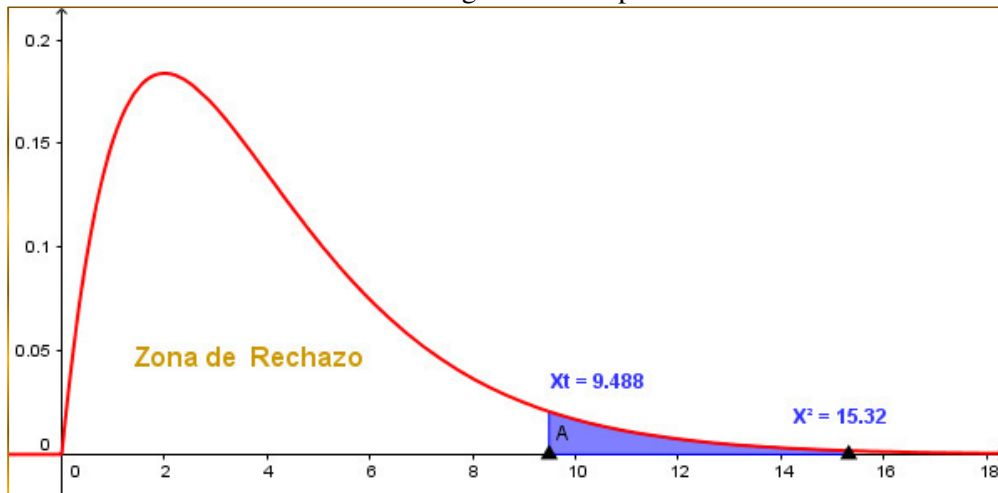
$$X^2 = 15.32 \quad X_t = 9.488 \quad \therefore X^2 > X_t$$

El valor estadístico de prueba  $\chi^2$  es mayor que el valor tabular  $\chi_t$  es así que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa o de investigación.

**Ha:** El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Parroquia Huambaló, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores.

A continuación, se muestra la distribución de la prueba estadística del proyecto, utilizando el software GeoGebra, se realizó la distribución gráfica de la prueba Chi-cuadrado.

Gráfico N°29: Distribución gráfica de la prueba Chi-cuadrado.



Fuente: Autor

### 4.3.3 Decisión

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la aplicación de la prueba  $\chi^2$  se pudo comprobar la validez de la Hipótesis de Investigación (Ha) y descartar la Hipótesis Nula (Ho).

Con lo cual se identifica que las variables son dependientes, por lo tanto, indispensables para llevar a cabo el proyecto y alcanzar los objetivos planteados. Razón por la cual queda verificado la validez y aceptada la *Hipótesis Alternativa* (Ha).

**Ha:** El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Parroquia Huambaló, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los pobladores.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- ✚ La vía en la actualidad posee una superficie de rodadura de tierra, con un ancho promedio de 5.0 m, circunstancia por la cual las intensas lluvias han ocasionado que la superficie de rodadura se deteriore debido a un inadecuado sistema de drenaje.
- ✚ Los habitantes y usuarios de la vía podrán movilizar sus productos con mayor rapidez mejorando así sus actividades laborales y económicas.
- ✚ El sitio del proyecto posee poca vegetación con pendientes transversales del 5% al 47% y pendiente longitudinal promedio del 8% al 14% y en ciertos tramos superando el 15%. Por lo cual se clasifica como terreno entre ondulado y montañoso.
- ✚ Del estudio de suelos del terreno de fundación se obtuvo una capacidad portante de diseño  $CBR=18.4\%$ , comprobando que la Sub-rasante es de buena calidad y no se necesitará de material de mejoramiento.
- ✚ Del estudio de tráfico se obtuvo un tránsito proyectado de 277 vehículos al final del período de diseño, debido a este flujo vehicular se clasificó a la vía de IV orden o camino vecinal, puesto que ingreso dentro del rango que establece las Normas de Diseño Geométrico del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MOP-2003 que el TPDA debe ser de 100-300 vehículos.
- ✚ La sección típica de diseño tiene un ancho de seis metros, con cunetas de setenta centímetros de ancho para recolectar el agua debido a las precipitaciones.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ✚ El alineamiento debe ser consistente con la topografía, una línea que se adapta al terreno natural evita el excesivo movimiento de tierras evitando el encarecimiento del proyecto.
- ✚ Se deberá señalar de manera clara y visible los trabajos que se realizan en la vía; no se debe dejar zanjas abiertas que sean un peligro para vehículos y peatones.
- ✚ Se deberá señalar de manera adecuada los trabajos que se realicen en la vía.
- ✚ Los materiales del proyecto deben ser de la calidad especificada.
- ✚ Realizar el mantenimiento adecuado de la vía, para conservarla en buenas condiciones.
- ✚ El proceso constructivo debe ajustarse a los resultados obtenidos en el estudio realizado en este proyecto.
- ✚ Se debe socializar con los moradores sobre el proceso constructivo de la vía.
- ✚ Los trabajos de construcción deberán ajustarse a la Ley de Gestión Ambiental vigente, a fin de mitigar en lo posible el impacto ambiental.



## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

Tema: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía San Francisco Bajo-El Barro, parroquia Huambaló, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, para mejorar la calidad de vida de los pobladores.

#### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

##### 6.1.1 Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia Huambaló, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua. El inicio del proyecto se encuentra en el barrio San Francisco Bajo y finaliza en el barrio el Barro con una longitud total del proyecto de 3.94 kilómetros.

Límites de la Parroquia Huambaló:

Norte: Parroquia la Matriz  
Sur: Parroquia Cotaló y Cantón Pelileo  
Este: Parroquia La Matriz  
Oeste: Parroquia Bolívar

Las coordenadas están en UTM WGS84.

Tabla N°48: Ubicación geográfica de los sectores incluyentes en la vía.

Punto	Este (m)	Sur (m)	Cota (msnm)	Abscisa
San Francisco Bajo (inicio)	776902.17	9847348.4	2699.5	0 + 000
El Barro (Final)	775242.14	9846665.56	2840.7	3 + 942

Fuente: Autor

### 6.1.2 Población

De acuerdo al Plan Estratégico de desarrollo de la parroquia Huambaló elaborado en el periodo 2005-2009, la población registrada, se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Tabla N°49: Distribución de la población por número de familias.

Zona	Descripción	No. de familias
Rural (comunidades)	Surangay	220
	La Florida	170
	San José	150
	San Francisco (Huayrapata)	150
	Segovia	370
	San Antonio	70
	La Merced	160
Urbana (Parroquial)	Centro de la Parroquia	300

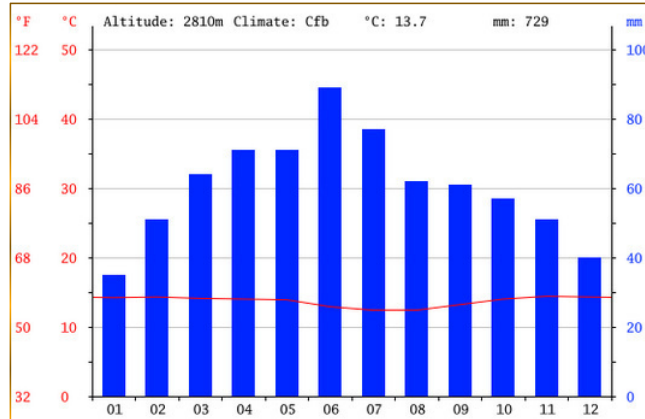
Fuente: Plan Estratégico de desarrollo de la parroquia Huambaló, (2005-2009)

### 6.1.3 Condiciones climáticas

El clima es templado y frío, predominando un clima templado en las partes bajas y frío en las partes altas. La temperatura media anual de Huambaló se encuentra a 13.7 ° C.

Las precipitaciones se producen todo el año

Gráfico N°30: Precipitaciones mensuales en Huambaló.



Fuente: <http://es.climate-data.org/location/178984/>

Tabla N°50: Clima en la Parroquia Huambaló.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	35	51	64	71	71	89	77	62	61	57	51	40
°C	14.2	14.3	14.1	14	13.9	13	12.4	12.4	12.4	14	14	14.3
°C (min)	8.2	8.4	8.6	8.6	8.6	7.8	7.2	7.2	6.8	7.9	7.8	8
°C(max)	20.2	20.2	19.6	19.5	19.2	18	17.6	17.6	18.1	20.2	21	20.6

Fuente: <http://es.climate-data.org/location/178984/>

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 54mm. Las temperaturas medias varían durante el año entre 2.0 °C.

#### 6.1.4 Análisis socioeconómico

Los habitantes de las comunidades de la zona, que son los beneficiarios directos de la ejecución de este proyecto, están en dependencia de los siguientes aspectos.

Vivienda: Las personas del sector cuentan con viviendas propias, la población se encuentra dispersa.

Servicios básicos: Existe servicio eléctrico, agua entubada para consumo humano, ciertos sectores cuentan con alcantarillado y recolección de basura.

Producción: Varía entre Agrícola, pecuario y las Micro empresas.

Tabla N°51: Producción de la Parroquia Huambaló.

Agrícola	Pecuaria	Micro Empresa
Cebolla Blanca	Cuyes	Granjas agrícola
Papas	Conejos	Granjas de porcinos
Maíz	Aves (Pollos)	Talleres artesanales de elaboración de muebles
Frutas	Porcino	
	Bovinos	
	Ovinos	

Fuente: Plan Estratégico de desarrollo de la parroquia Huambaló, (2005-2009)

Recolección de aguas lluvias: No existe, debido a que la superficie de rodadura es de tierra razón por la cual la vía se deteriora periódicamente.

Transporte: La cooperativa que presta el servicio de transporte para el sector es la 21 de febrero, llegando solamente a ciertos sectores en los cuales la superficie de rodadura se encuentre en condiciones accesibles.

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

Una de las principales necesidades que un sector tiene, es el de contar con vías de acceso y comunicación para fomentar y fortalecer la comercialización de sus productos, así como también circular de manera libre y segura por ellas.

Existe muchas causas por las cuales la vía se encuentra en malas condiciones (empedrado en ciertos tramos, anchos inapropiados, inexistencia de cunetas y alcantarillas, etc.).

Por tanto, el estudio realizado indica la situación actual con referencia a la topografía, tráfico, estudios de suelos e infraestructura vial del sector. No existe estudios anteriores a este para el diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía, por lo cual está es la primera propuesta para cubrir una necesidad básica para esta zona, el presente estudio incluye toda la información correspondiente para la ejecución del proyecto y la solución del problema.

## **6.3 JUSTIFICACIÓN**

### **6.3.1 Justificación Social**

Actualmente la superficie de rodadura es de tierra y a causa de las constantes precipitaciones ha ocasionado el deterioro y erosión de la misma, esto causa inconvenientes en los medios de transporte y en las personas que circulan por ahí, es por esta razón que existe la necesidad de implementar una superficie de rodadura de Hormigón Asfáltico para que se garantice una circulación rápida, segura y confortable.

Se efectuó un trabajo de campo visitando el sector, realizando entrevistas y en vista de la problemática existente en las comunidades involucradas se ha llegado a la determinación de mejorar la vía de comunicación.

### **6.3.2 Justificación Técnica**

El diseño debe solventar, garantizar y satisfacer los criterios y recomendaciones, cumpliendo con las especificaciones técnicas y así obtener un diseño óptimo en geometría y pavimento.

Este estudio cumple a cabalidad lo estipulado por el MTOP, será aprobado y verificado con reglamentos técnicos y especificaciones que se encuentran vigentes para el diseño vial.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 General**

Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía San Francisco Bajo - El Barro, de la parroquia Huambaló, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua, para mejorar la calidad de vida de los pobladores.

### **6.4.2 Específicos**

- Diseñar la geometría de la vía.
- Diseñar la estructura del pavimento.
- Elaborar el presupuesto referencial.
- Realizar el cronograma valorado de actividades.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

*Factibilidad técnica:* La materialización de la propuesta es realizable aprovechando el diseño geométrico existente de la vía y mejorándolo con la finalidad de cumplir las especificaciones técnicas dispuestas por el MTOP para el diseño, proporcionando así aspectos de comodidad, seguridad y funcionalidad.

*Factibilidad económica:* La ejecución del proyecto cuenta con el aval de la Junta Parroquial de Huambaló, que deberá gestionar el respaldo económico de forma

directa al Ilustre Consejo Provincial de Tungurahua, el cual es el encargado de asignar los recursos necesarios, así como también maquinaria y asistencia técnica para las actividades a realizarse.

*Factibilidad social:* El diseño geométrico actual de la vía es precario, debido a que fue abierta de manera empírica lo que ocasiona dificultades en los vehículos que circulan por la misma, ocasionando incomodidad y tardanza para trasladar los productos a los mercados. Razón por la cual los pobladores están conscientes de la necesidad de realizar un diseño geométrico adecuado junto con una estructura de pavimento óptima.

*Factibilidad legal:* Los habitantes aledaños a la vía están de acuerdo con el mejoramiento vial, razón por la cual no existiría problemas legales posteriores.

*Factibilidad ambiental:* El proyecto no afectará las condiciones ambientales del lugar debido a que se aprovechará al máximo la vía existente, realizando movimiento de tierras en los sitios estrictamente necesarios.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

El proyecto consiste en diseñar todos los elementos que corresponden a esta vía clasificada como de cuarto orden, tales como geometría, pavimento, drenaje, señalización, etc.

### **6.6.1 Diseño geométrico**

Es el proceso de correlacionar los **elementos físicos** de la vía con las condiciones de operación de los **vehículos** y las características del **terreno**.

Elementos físicos: Geometría de la vía.

Vehículos: Dimensiones, velocidad, conductor.

Terreno: Plano, ondulado, montañoso, escarpado.

Mediante el cual queda definido el trazado de su eje en planta, en perfil y las secciones transversales Según (Jiménez, 2015).

## **6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento**

La proyección de un pavimento implica la combinación de materiales, espesores y posiciones de las capas que conforman la estructura de este, para que sean las más económicas de entre las alternativas y satisfagan los requisitos funcionales exigidos.

El pavimento flexible será diseñado mediante el método AASHTO 93 considerando las correspondientes variables que intervienen.

Tiempo: Periodo de diseño y vida útil del pavimento.

Periodo de diseño: Lapso de tiempo para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito y en el cual las condiciones del entorno no se alteren desproporcionadamente.

Vida útil del pavimento: tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que alcanza el mínimo de serviciabilidad.

Tránsito: Corresponde al número de repeticiones de ejes equivalentes de 18 kips (80kN).

Confiabilidad: Grado de seguridad que el diseño de la estructura del pavimento, llegará al final de su periodo de diseño en buenas condiciones.

Serviciabilidad: Grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de vehículos.

Propiedades de materiales: Involucra el módulo de resiliencia en función de los materiales que componen cada capa.

Drenaje: Coeficientes de la Sub- base y Base que se ajustan con factores mayores o menores a la unidad para tener en cuenta el drenaje y el tiempo en que las mencionadas capas están sometidas a niveles de humedad próximos a la saturación.

### **6.6.3 Sistemas de drenaje**

El sistema de drenaje vial es indispensable para el funcionamiento y operación de la carretera ya que cualquier exceso de agua o humedad ocasionaría erosión y daño en la estructura del pavimento ocasionando así que las características para las cuales se diseñaron la vía sean alteradas radicalmente, las funciones principales del sistema de drenaje son:

Desalojar de forma inmediata el agua lluvia que cae sobre la calzada.

Controlar el nivel freático.

Interceptar el agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera.

Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las tres primeras funciones son efectuadas por drenajes longitudinales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes mientras que la última es realizada por drenajes transversales tales como alcantarillas y puentes.

Las principales obras de drenaje que se realizará en el proyecto serán el bombeo de la superficie, cunetas y de ser necesario alcantarillas.

## **6.7 METODOLOGÍA**

A partir de encuestas, ensayos y observaciones realizadas se identificó y conoció las condiciones en las que se encontraba la vía. Con las cuales se determinó la vía como de clase IV, diseño horizontal y vertical, sistemas de drenaje, cronograma valorado de actividades y presupuesto referencial.



## **6.7.1 Diseño geométrico**

### *Estudio topográfico*

El levantamiento topográfico se efectuó con estación total, con un ancho de faja de 30 m a cada lado del eje de la vía, abscisado a cada 20 m, identificando pasos de agua, vías de acceso, etc.

Los datos obtenidos de la topografía se procesarán con un software especializado para esta actividad, en la cual se simula la superficie con sus respectivos detalles y se generó las curvas de nivel del terreno.

### **6.7.1.1 Diseño horizontal**

#### **6.7.1.1.1 Velocidad de diseño (Vd)**

Está en función del Tráfico proyectado que es de 264 veh/día y del tipo de terreno Según las normas MOP 2003. (Ver tabla N°03)

La vía San Francisco Bajo – El Barro es de IV orden y de tipo montañoso por lo tanto los valores de velocidad son:

Velocidad máxima recomendada: 50 km/h.

Velocidad mínima absoluta: 25 km/h.

De acuerdo al MOP 2003 los valores recomendados se emplearán cuando el tráfico proyectado (TPDA esperado) es cercana al límite superior de la respectiva categoría de la vía.

Los valores absolutos se emplearán cuando el tráfico proyectado (TPDA esperado) es cercana al límite inferior de la respectiva categoría de la vía y/o el relieve sea difícil o escarpado.

Considerando que la vía es de cuarto orden o camino vecinal y que la velocidad que el MOP 2003 sugiere se encuentra entre 25-50 km/h, para el proyecto se consideró:

Una velocidad de diseño de 35 km/h.

#### 6.7.1.1.2 Velocidad de circulación ( $V_c$ )

De acuerdo a la AASHTO para volúmenes de tráfico bajo ( $TPDA < 1000$ ) se debe considerar la siguiente expresión.

$$V_c = 0.8 V_d + 6.5 \text{ para } TPDA < 1000$$

Donde:

$V_c$ : Velocidad de circulación en km/h.

$V_d$ : Velocidad de diseño en km/h.

$$V_c = 0.8 * 35 \text{ km/h} + 6.5$$

$$V_c = 34.5 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 35 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

#### 6.7.1.1.3 Distancia de visibilidad ( $D_v$ )

Es la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él.

##### a. Distancia de visibilidad de parada ( $D_p$ )

Distancia mínima necesaria para que un conductor, se percate de un objeto en su trayectoria y pueda detenerse antes de impactar con él.

$$D_p = d_1 + d_2$$

$$d_1 = 0.7 * V_c; \quad d_2 = \frac{V_c^2}{254f}; \quad f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

$$Dp = 0.7 * Vc + \frac{Vc^2}{254f}$$

Donde:

**Dp:** Distancia de visibilidad de parada (m).

**d1:** Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m).

**d2:** Distancia de frenado (m).

**Vc:** Velocidad de circulación (km/h)

**f:** Coeficiente de fricción longitudinal.

$$f = \frac{1.15}{35^{0.3}} = 0.40$$

$$Dp = 0.7 * 35 + \frac{35^2}{254 * 0.40} = 36.56 \text{ m} \approx 35 \text{ m}$$

Tabla N°52: Distancias de Visibilidad mínimas de parada para vehículos.

Velocidad de Diseño (Vd) Kph	Velocidad de circulación Asumida (Vc) Kph	Percepción + Reacción para Frenaje		Coef. de Fricción Longitudina "f"	Distancia de Frenaje "d2" Gradiente Cero (m)	Dist. de Visibilidad para parada (d=d1+d2)	
		Tim seg	Dist. Recor. "d2" m			Calculada (m)	Redond. (m)
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	33	2.5	22.92	0.40	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.7	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55

Fuente: MOP, (2003)

b. *Distancia de visibilidad de rebasamiento (Dr)*

Se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad.

Bajo la condición  $30 < V < 100$ , la distancia de visibilidad para rebasamiento en función de la velocidad de diseño viene dada de la siguiente forma:

$$Dr = 9.54 V - 218 \quad \text{Cuando } 30 < V < 100$$

Donde:

Dr: Distancia de visibilidad de rebasamiento (m).

V: Velocidad promedio del vehículo rebasante (km/h).(Ver tabla N°05)

$$Dr = 9.54 * 35 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 218 = 115.9\text{m}$$

La distancia de visibilidad de rebasamiento calculada es 115.9 m.

De acuerdo a lo que indica el Ministerio de Transporte y Obras Públicas se obtiene una distancia de visibilidad (Valor Absoluto) de 110.

#### **6.7.1.1.4 Radio mínimo de curvas horizontales**

Es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

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

Donde:

R: Radio de diseño (m).

Vd: Velocidad de diseño (km/h).

f: Coeficiente máximo de fricción lateral.

e: Peralte de curva.

El peralte de curva (e): Se considera para vías de dos carriles un peralte máximo de 10% y para Vd > 50 km/h

Y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y Vd ≤ 50 km/h).

$$R = \frac{35^2}{127(0.08 + 0.255)} = 28.79 \text{ m} \approx 30 \text{ m}$$

Se podrá usar un radio mínimo de 15 m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes, relieve difícil o caminos de bajo costo Según (MOP, 2003) .

#### 6.7.1.1.5 Peralte

Para velocidades de diseño de (0 - 50) km/h se considera un peralte máximo del e=8%.

#### 6.7.1.2 Diseño vertical

Es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con distancias de visibilidad. Por ninguna razón se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

#### *Gradientes*

Las gradientes dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, que permitan razonables velocidades de circulación y faciliten maniobrar los vehículos.

La gradiente mínima, su valor se fija para facilitar el drenaje superficial y no debe ser menor del 0.5%.

$$L \text{ min} = 0.6 * Vd$$

Donde:

L min: Longitud mínima de curvas verticales en metros.

Vd: Velocidad de diseño en (km/h).

$$L \text{ min} = 0.6 * 35 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 21 \text{ m}$$

### 6.7.1.3 Diseño transversal

La sección transversal típica a elegirse para una carretera depende en gran medida del volumen del tráfico, del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera.

El ancho de la sección transversal típica está constituido por:

- a. Pavimento
- b. Espaldones
- c. Taludes interiores
- d. Cunetas

El ancho de calzada es **6 m.**

#### *Espaldones*

Para carreteras de bajo volumen de tráfico por cuestiones económicas no se justifica espaldones, por lo cual se aconseja el ensanchamiento de la calzada a intervalos adecuados para facilitar la circulación de los vehículos en ambas direcciones.

#### *Gradiente transversal*

De acuerdo al MOP 2003 la gradiente transversal que corresponde al proyecto es de **2.0%**. (Ver tabla 8)

## 6.7.2 Diseño de la estructura del pavimento

### **Método AASHTO 1993**

El diseño del pavimento flexible según la AASHTO está basado en la determinación de “SN”, es un número abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido, para una combinación dada de soporte del suelo ( $M_R$ ) del tránsito total ( $W_{18}$ ), de la serviciabilidad terminal, y de las condiciones ambientales.

Una vez determinado el número estructural se busca un conjunto de espesores que convenientemente combinados proporcionen la capacidad portante correspondiente a ese número estructural (SN) Según (Lozada, 2005).

La ecuación AASHTO-93 toma la siguiente forma:

$$\log_{10}W18 = ZR * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \left[ \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}} \right]} + 2.23 * \log_{10}Mr - 8.07$$

VARIABLES QUE SE CONSIDERAN EN EL MÉTODO AASHTO.

*W18*: Número de cargas de ejes simples equivalentes de 18 kips (80kN) Calculadas conforme al tránsito vehicular.

*Periodo de diseño*: es el tiempo para el cual se determinará las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con la finalidad de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño a un costo razonable.

*Confiabilidad*: Se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el periodo seleccionado. También se la define como la probabilidad de que el número de repeticiones de cargas (*Wt*) que un pavimento pueda soportar para alcanzar un determinado nivel de servicapacidad de servicio, no sea excedida por el número de cargas que realmente estén siendo aplicadas (*W*) sobre este pavimento Según (Corredor, 2010).

Tabla N°53: Niveles recomendados de confiabilidad “R”.

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Carreteras de primer orden	80-99	75-95
Carreteras secundarias	80-95	75-95
<b>Caminos vecinales</b>	<b>50-80</b>	<b>50-80</b>

Fuente: AASHTO, (1993)

La vía en estudio es de clase IV, por la que fue clasificada como camino vecinal y se adopta un valor intermedio de confiabilidad **R= 70**, para posteriormente determinar la desviación normal (ZR).

*Desviación normal (ZR):* Define que para un conjunto de variables (espesor de las capas, características de los materiales, condiciones de drenaje, etc.) que intervienen en un pavimento, el Tránsito que puede soportar el mismo a lo largo de un periodo de diseño sigue una ley de distribución normal en función de la confiabilidad del diseño (R) o grado de confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

Una vez seleccionado el valor de “R” que el proyectista considere adecuado, se establece el valor de ZR del cuadro siguiente.

Tabla N°54: Factor de desviación normal.

Confiabilidad	ZR	Confiabilidad	ZR
50	0	92	-1.405
60	-0.253	93	-1.476
<b>70</b>	<b>-0.524</b>	94	-1.555
75	-0.674	95	-1.645
80	-0.841	96	-1.751
85	-1.037	97	-1.881
90	-1.282	98	-2.054
91	-1.340	99	-2.327

Fuente: AASHTO, (1993)

Para un valor de confiabilidad R=70 le corresponde una desviación normal **ZR= -0.524**.

*Desviación estándar del sistema  $S_o$ :* Representa un factor de corrección que permite evaluar los datos dispersos de manera reducida y simple, que configuran la curva real de comportamiento del pavimento y en la predicción del tráfico.



Tabla N°55: Valores recomendados para la Desviación Estándar (So).

Condición de Diseño	Desviación Estándar (So)
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
<b>(0.45 valor recomendado)</b>	

Fuente: AASHTO, (1993)

La desviación estándar recomendada por la AASHTO es  $So = 0.45$

### Índice de serviciabilidad (PSI)

Es el valor que indica el grado de confort que posee la superficie para el desplazamiento normal y natural de un vehículo. A un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción. Se utiliza un índice de serviciabilidad presente con el cual el pavimento es clasificado entre 0 y 5, en donde el cero significa que el pavimento se encuentra en pésimas condiciones e intransitable y cinco que el pavimento está en perfecto estado.

El índice de serviciabilidad inicial  $PSI_o$  se encuentra en función del diseño del pavimento y del grado de calidad durante la construcción. El valor establecido en el experimento para pavimentos flexibles por la AASHTO fue de  $PSI_o = 4.2$ , siendo semejante a lo que recomienda el Manual Centro Americano para diseño de Pavimentos.

Tabla N°56: Índices de serviciabilidad Inicial (PSI<sub>o</sub>).

PSI <sub>o</sub>	Tipo de Pavimento
4.5	Rígido
4.2	Flexible

Fuente: Manual Centro Americano para diseño de Pavimentos, (2002)

El índice de serviciabilidad final  $PSI_f$  es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes que sea necesario tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña.

El Manual Centro Americano para diseño de Pavimentos recomienda un valor de  $PSI_i=2.0$  para caminos de Tránsito menor.

Tabla N°57: Índice de serviciabilidad Final ( $PSI_f$ ).

Tipo de carretera	$PSI_f$
Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico	2.5 -3.0
Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas Interurbanas.	2.0-2.5
Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas	1.8-2.0

Fuente: AASHTO, (1993)

Es recomendable que el valor de  $PSI_f$  nunca sea menor a 1.8, incluso cuando las características de tráfico de la vía sean muy reducidas, en tal caso lo recomendable es disminuir el periodo de diseño.

*Pérdida o disminución del índice de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ):* Es la Condición de Servicio prevista en el diseño medida como la diferencia entre la calidad de acabado del pavimento al concluirse su construcción, y la calidad del pavimento al final del periodo de diseño.

El  $PSI_o$  y el  $PSI_f$  permiten determinar la disminución del índice de servicio, que representa una pérdida gradual de la calidad de servicio de la carretera, originada por el deterioro del pavimento.

$$\Delta PSI = PSI_o - PSI_f$$

Donde:

$\Delta PSI$ : Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

$PSI_o$ : Índice de servicio inicial.

$PSI_f$ : Índice de servicio final.

Para el proyecto:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

*Módulo de Resiliencia Mr: (Características de la subrasante):* Es el resultado de un ensayo dinámico, y se define como la relación entre el esfuerzo repetido masivo ( $\phi$ ) y la deformación axial recuperable ( $\Sigma a$ ) Según (Corredor, 2010).

El espesor del pavimento dependerá en gran medida de la calidad de la subrasante, es por esta razón que se efectuaron ensayos utilizando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el CBR, estos se cambiaron por ensayos dinámicos y de repetición de cargas como el Módulo de Resiliencia (Mr), que demuestra en mejor forma el comportamiento y lo que sucede debajo de los pavimentos como son tensiones y deformaciones.

En países como los Latinoamericanos que no disponen de los equipos necesarios para efectuar este tipo de ensayos. La AASHTO ha planteado fórmulas para correlacionar el CBR.

1. Para materiales de sub-rasante con CBR igual o menor al 7.2%

$$Mr = 1500 * (CBR)$$

2. Para materiales de subrasante con CBR mayor de 7.2% pero menor o igual a 20%.

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

3. Para materiales de sub-rasante con valores de CBR mayor a 20% pero menor se deberá emplear otras formas de correlación, tal como la recomendada por la propia Guía de diseño AASTHO-93.

$$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241$$

El CBR de la subrasante del proyecto es de 18.4% por lo tanto el Módulo de Resiliencia se lo calculó con la expresión correspondiente, la segunda opción.

$$Mr = 3000 * (18.4)^{0.65}$$

$$Mr = 19918.33 \text{ psi} \approx 19.92 \text{ Ksi}$$

El valor resultante de estas correlaciones se mide en unidades de **lb/plg<sup>2</sup>** o también conocido como **psi**.

SN: Número estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

### *Análisis del tráfico*

Las cargas que actúan sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo. Además, diferentes espesores de pavimentos y diferentes materiales responden de diferentes maneras a una misma carga. Debido a esta diferente respuesta en el pavimento, las fallas serán distintas según la intensidad de la carga y las características del pavimento. Para tener en cuenta esta diferencia, el Tránsito será reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirá el mismo daño que toda la composición del tránsito. Esta carga tipo según la AASHTO es de 8.2 ton (80Kn o 18 kips), se los denomina ESAL, que es las siglas en inglés de “Carga de eje equivalente Simple” ó “Equivalent Single Axle Load” (Wt18). La conversión se la hace a través de los factores equivalentes de carga, denominados LEF por sus siglas en Inglés “Load Equivalent Factor” o Factor Equivalente de Cargas.<sup>3</sup>

### *Volúmenes de camiones*

Es importante conocer el porcentaje de camiones presentes en el volumen de tránsito a estudiar, así como también la clasificación de estos camiones. Diferentes tipos de camiones llevan diferentes cargas y su número no deberá ser combinado sin un buen ajuste.<sup>4</sup>

Así como también la distribución de tipo de camiones es importante, lo es también la de los pesos. Esto se basa en las nuevas reglamentaciones en tanto a cargas y a la variación en el esquema productivo de una zona o de todo el país en general los

---

<sup>3</sup> <http://es.scribd.com/doc/114853427/EQUIVALENCIA-DE-CARGA-POR-VEHICULO>

<sup>4</sup> <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2012/02/volumenes-de-camiones.html>

valores que se deben conocer son peso total de camión y distribución por ejes de este peso (ejes equivalentes).

*Factor de daño FD*

Expresa el daño en términos del deterioro producido por un vehículo en particular, es decir los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para determinar el daño producido por el vehículo total. Este factor puede ser computado para cada clasificación general de camiones o para todos los vehículos comerciales como un promedio para una configuración de Tránsito dada. Es más exacto considerar factores de camión para cada clasificación general de camiones.

Tabla N°58: Factor de Daño Según tipo de vehículo (FD).

TIPO	Simple		Simple Doble		TANDEM		TRIDEM		Factor Daño
	P(ton)	(P/6.6) <sup>4</sup>	P(ton)	(P/8.2) <sup>4</sup>	P(ton)	(P/15) <sup>4</sup>	P(ton)	(P/23) <sup>4</sup>	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.041
C-2-P	2.5	0.02							1.286
	7	1.27							
C-2-G	6	0.68	11	3.24					3.921
C-3	6	0.68			18	2.07			2.757
C-4	6	0.68					25	1.40	2.079
C-5	6	0.68			18	4.15			4.830
C-6	6	0.68			18	2.07	25	1.40	4.152
C2-R3 2T3	6	0.68	11	6.48	18	2.07			9.233

Fuente: AASHTO, (1993)

*Factor de distribución por dirección (DD)*

Indica la distribución en la vía del tráfico por dirección. Existe en ocasiones que en una dirección se mueve más peso que en otra lo que se puede deducir del conteo de tránsito efectuado.

A menos que existan algunas consideraciones especiales, se asume una distribución del 50% del tránsito para cada dirección.

Tabla N°59: Factor de distribución por dirección (DD).

Número de carriles en ambas direcciones	% de vehículos en carril de diseño.
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO, (1993)

*Factor de distribución por carril (DC)*

Se define como carril de diseño a aquel que recibe el mayor número de ejes equivalentes (ESAL's.).

Gráfico N°31: Número de carriles y dirección de la vía en estudio



Fuente: Autor

Para un camino de dos carriles, cualquiera de las dos puede ser el carril de diseño, debido a que el tránsito por dirección forzosamente se canalizara por ese carril. Para caminos de varios carriles el de diseño será el externo, por el hecho de que los vehículos pesados van en ese carril Según (Coronado Iturbide, 2002).

Tabla N°60: Factor de distribución por carril (DC).

Número de carriles en cada dirección	% de ejes simples equivalentes de 8.2 ton en el carril de diseño DC
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Fuente: AASHTO, (1993)

El número de ejes equivalentes simples de 8.2 ton ó 18 kips acumulados en el carril de diseño se calculó de la siguiente forma:

$$W_{t18} = \sum TPDA Vehículos pesados * FD * DD * DC * 365$$

Donde:

$W_{t18}$ : Número de ejes equivalentes de 8.2 ton en el primer año.

TPDA Vehículos pesados: Número de vehículos pesados que conforman el TPDA (buses y camiones, etc.).

FD: Factor de daño de acuerdo al tipo de vehículo pesado.

DD: Factor de distribución por dirección.

DC: factor de distribución por carril.

#### **Cálculo del Número de ejes equivalentes acumulados**

$$W_{t18} = \sum TPDA Vehículos pesados * FD * DD * DC * 365$$

Para el 2015  $W_{t18} = (10 * 1.041 * 0.5 * 1 * 365) + (10 * 1.286 * 0.5 * 1 * 365) = 4247$

Para el 2016  $W_{t18} = (11 * 1.041 * 0.5 * 1 * 365) + (11 * 1.286 * 0.5 * 1 * 365) = 4672$

Hasta el año 2016:

Para el 2016  $W_{t18} = (4247) + (4672) = 8919$

El mismo procedimiento se realizó para cada año y se adiciono el  $W_{t18}$  Acumulado del año anterior hasta llegar al final del periodo de diseño, dando como resultado

**$W_{t18}$  Acumulado = 109996.**

Tabla N°61: Número de ejes equivalentes a 8.2 ton.

Año	% Crecimiento			Tránsito Promedio Diario				W18 Carril diseño
	Livianos	Buses	Camiones	TPDA Total	Livianos	Buses	Camiones C-2-P	
2015	4.47%	2.22%	2.18%	144	124	10	10	4247
2016	3.97%	1.97%	1.94%	151	129	11	11	8919
2017	3.97%	1.97%	1.94%	157	135	11	11	13590
2018	3.97%	1.97%	1.94%	162	140	11	11	18262
2019	3.97%	1.97%	1.94%	167	145	11	11	22933
2020	3.97%	1.97%	1.94%	175	151	12	12	28030
2021	3.57%	1.78%	1.74%	178	154	12	12	33126
2022	3.57%	1.78%	1.74%	183	159	12	12	38223
2023	3.57%	1.78%	1.74%	189	165	12	12	43319
2024	3.57%	1.78%	1.74%	195	171	12	12	48416
2025	3.57%	1.78%	1.74%	<b>201</b>	177	12	12	53512
2026	3.25%	1.62%	1.58%	201	177	12	12	58609
2027	3.25%	1.62%	1.58%	209	183	13	13	64130
2028	3.25%	1.62%	1.58%	214	188	13	13	69651
2029	3.25%	1.62%	1.58%	221	195	13	13	75172
2030	3.25%	1.62%	1.58%	227	201	13	13	80693
2031	3.25%	1.62%	1.58%	233	207	13	13	86214
2032	3.25%	1.62%	1.58%	242	214	14	14	92159
2033	3.25%	1.62%	1.58%	249	221	14	14	98105
2034	3.25%	1.62%	1.58%	256	228	14	14	104050
2035	3.25%	1.62%	1.58%	<b>264</b>	236	14	14	109996

Fuente: Autor

#### *Determinación de los espesores de la sección multicapa*

Al obtener el número estructural para la sección estructural del pavimento, es necesario determinar una sección multicapa, que en conjunto provea una superficie con capacidad de soporte, equivalente al número estructural de diseño.

Para este fin se utilizó la fórmula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa que es la siguiente:



$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

**SN:** Número estructural.

**a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>:** Coeficientes estructurales ó de capa, de la superficie de rodadura, base y sub-base respectivamente.

**D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>:** Espesores de cada una de las capas en pulgadas que conforman la estructura del pavimento, superficie de rodadura, base y sub-base.

**m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>:** Coeficiente de drenaje de sub-base y base respectivamente.

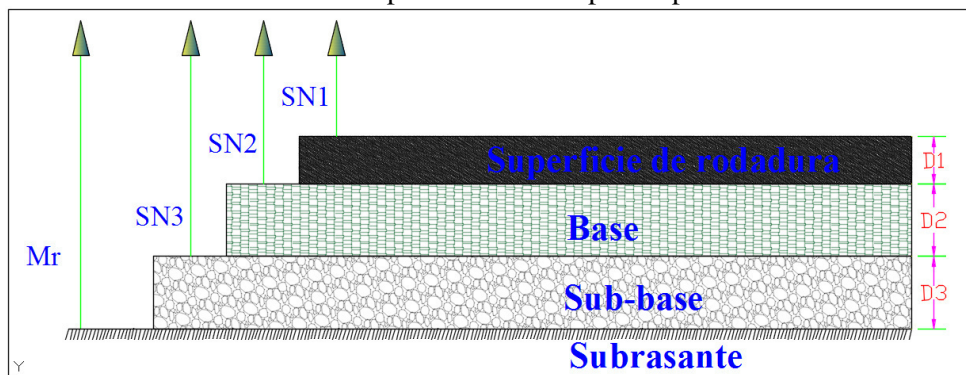
Esta fórmula tiene varias soluciones, en función de las diferentes combinaciones de espesores; no obstante, existen normativas que tienden a dar espesores de capas que deben ser construidas y protegidas de deformaciones permanentes, por efecto de las capas superiores de mayor resistencia Según (Coronado Iturbide, 2002).

No debe colocarse capas con espesores menores que los mínimos establecidos, debido a que las capas con espesores mayores al mínimo requerido son más estables, razón por la cual normalmente se debe especificar un valor mayor en el espesor de las capas con el objeto de mantener la estructura del pavimento en mejores condiciones para absorber los efectos que producen los suelos expansivos.

Cuando se utilice como capa de rodadura tratamientos superficiales, no se debe considerar aporte estructural de esta capa, pero tiene un gran efecto en la base y sub-base, debido a que impermeabiliza la superficie y no permite la entrada de agua a la estructura del pavimento.

Para evitar las deformaciones excesivas los materiales deben ser seleccionados para cada capa así: Superficie de rodadura, base granular y sub-base con buen CBR, límites, etc. Para cada uno de los materiales se debe conocer los módulos de resiliencia.

Gráfico N°32: Espesores de las capas de pavimento.



Fuente: AASHTO, (1993)

En el siguiente cuadro se muestra los espesores mínimos para cada capa:

Tabla N°62: Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes.

Ejes Equivalentes	Carpeta asfáltica(plg)	Bases granulares y/o sub-base granular(plg)
Menos de 50,000	1.0 ó T.S.	4.0
50,001-150,000	2.0	4.0
150,001-500,000	2.5	4.0
500,001-2'000,000	3.0	6.0
2'000,001-7'000,000	3.5	6.0
Mayor a 7'000,000	4.0	6.0

Fuente: AASHTO, (1993)

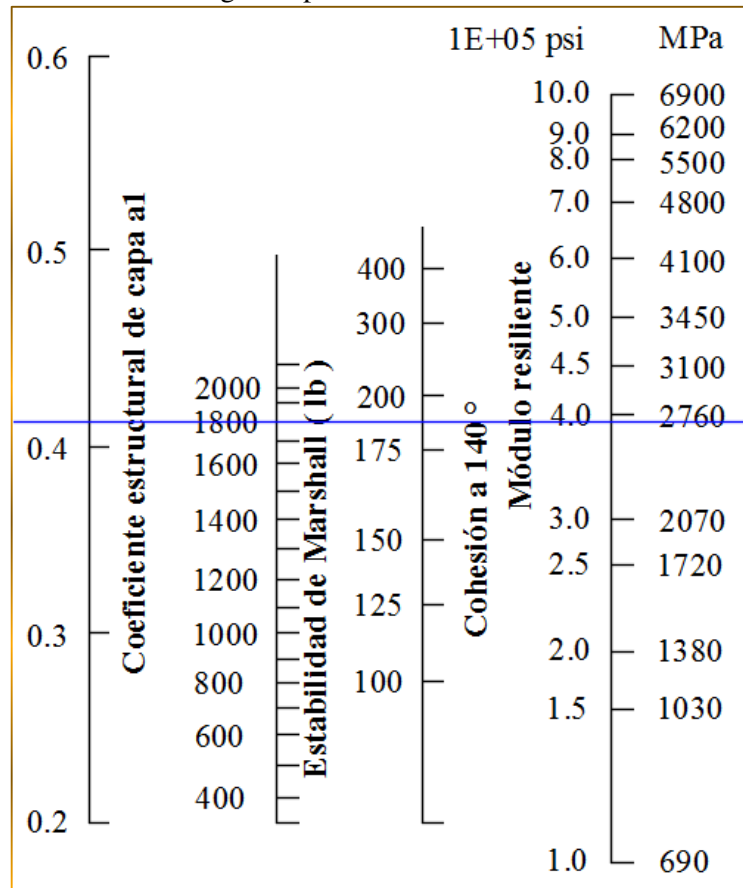
De acuerdo al proyecto según el  $W_{18 \text{ acumulado}} = 109996$  el espesor mínimo de la capa asfáltica es de 2.0 plg (5 cm) y de la base y sub-base es de 4.0 plg (10 cm).

### ***Cálculo de los coeficientes estructurales***

#### ***Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)***

En el caso del proyecto no se dispuso del módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica razón por la cual se empleó la estabilidad Marshall para obtener el coeficiente, la estabilidad Marshall mínima escogida fue 1800 lb según esta establecido en la tabla 405.5.4, de las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes para tráfico pesado del MOP.

Gráfico N°33: Nomograma para estimar el coeficiente estructural a1.



Fuente: AASHTO, (1993)

De acuerdo a la apreciación se puede deducir que  $a_1 = 0.413$  y un módulo resiliente de carpeta asfáltica de  $3.935E+05$  psi. Con la siguiente tabla se puede obtener el valor de  $a_1$  por medio de interpolación, solo para el caso de la carpeta asfáltica se consideró igual al módulo resiliente con el módulo elástico.

400000	0.420
375000	0.405
<hr/>	
25000	0.015
18500	x

$$x = 0.011$$

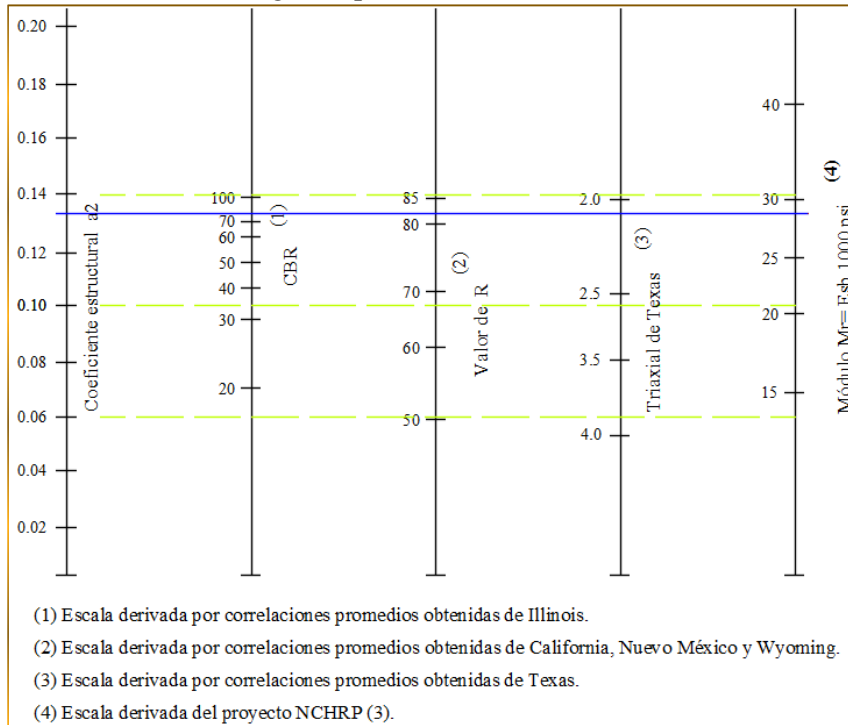
$$a_1 = 0.416$$

$$M_r \text{ de la carpeta asfáltica} = 3.935 E+5 \text{ psi} \approx 393.5 \text{ ksi}$$

*Coefficiente estructural de la capa base (a2)*

De acuerdo a la sección 404 de las Especificaciones Generales para construcción de Caminos y Puentes del MOP las bases de agregados deberán cumplir con el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de **CBR deberá ser  $\geq 80\%$**  en base al último dato se encuentra el coeficiente estructural de la capa base.

Gráfico N°34: Nomograma para estimar el coeficiente estructural a2.



Fuente: AASHTO, (1993)

Los valores obtenidos con el nomograma son:

$$\text{Módulo de la capa base} = 28800 \text{ psi} \approx 28.8 \text{ ksi}$$

$$\text{Coeficiente estructural } a_2 = 0.134$$

Mediante el cuadro siguiente los valores son:

Tabla N°63: Coeficiente estructural de la capa base a2.

CBR(%)	a2	CBR(%)	a2	CBR(%)	a2
20	0.070	45	0.112	70	0.130
30	0.095	50	0.115	80	0.133
35	0.100	55	0.120	90	0.137
40	0.105	60	0.125	100	0.140

Fuente: AASHTO, (1993)

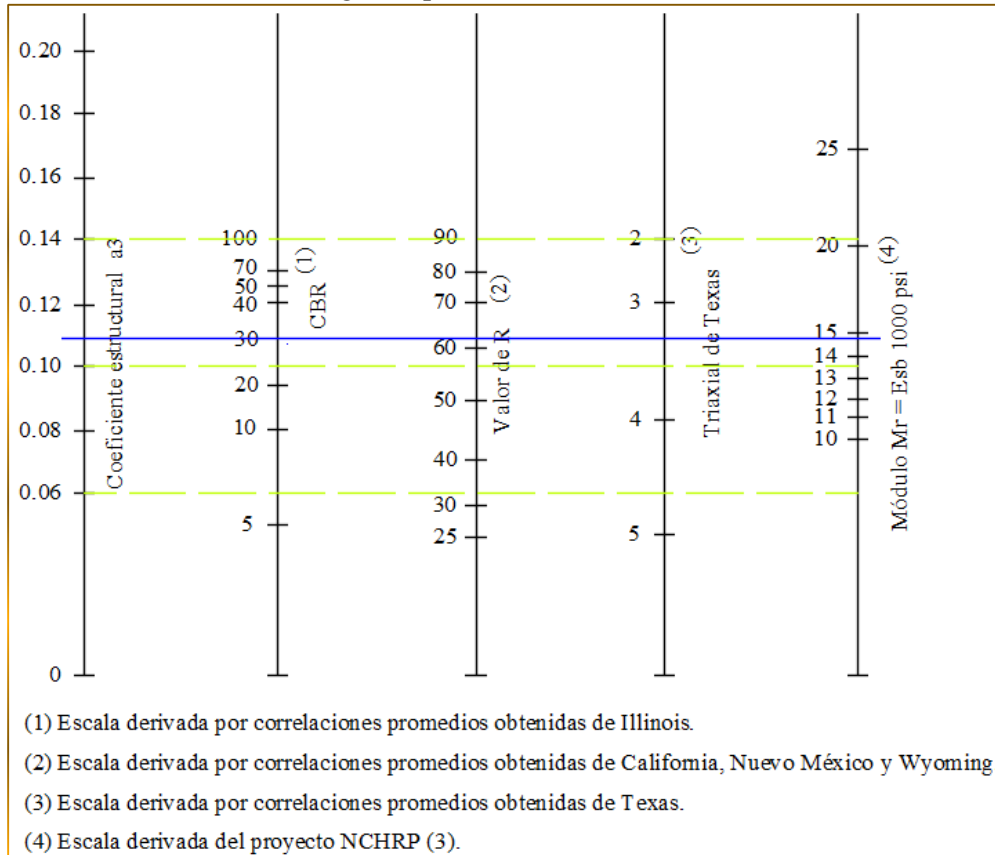
Coeficiente estructural de la capa base **a2= 0.133**

Mr de la capa base = **28800 psi ≈ 28.8 ksi.**

*Coeficiente estructural de la sub-base (a3)*

De acuerdo a la sección 403 de las Especificaciones Generales para construcción de Caminos y Puentes del MOP las sub-bases de agregados deberán cumplir con el límite líquido deberá ser máximo de 25, el índice plástico menor de 6 y La capacidad de soporte corresponderá a un **CBR ≥ 30%** en base a este dato se encuentra el coeficiente estructural de la sub - base.

Gráfico N°35: Nomograma para estimar el coeficiente estructural a3.



Fuente: AASHTO, (1993)

Los valores obtenidos con el nomograma son:

Módulo de la capa sub - base = 14820 psi  $\approx$  14.82 ksi

Coeficiente estructural a3 = 0.109

Mediante el cuadro siguiente los valores son:

Tabla N°64: Coeficiente estructural de la capa sub - base a3.

CBR(%)	a3	CBR(%)	a3	CBR(%)	a3
10	0.080	35	0.115	70	0.130
20	0.093	40	0.120	80	0.135
25	0.102	50	0.125	90	0.138
30	0.108	60	0.128	100	0.140

Fuente: AASHTO, (1993)

Coefficiente estructural de la capa sub - base  $a_3 = 0.108$

Mr de la capa sub - base =  $14820 \text{ psi} \approx 14.82 \text{ ksi}$ .

*Determinación de los coeficientes de drenaje (m2, m3)*

Se determinan en base al tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares que componen el pavimento (base y sub-base).

Un buen drenaje mantiene la capacidad soportante de la subrasante (manteniendo el módulo de resiliencia cuando la humedad es estable) lo que hace un camino de mejor calidad, así como permite en determinado momento el uso de capas de soporte de menor espesor.

Tabla N°65: Calidad de drenaje.

Calidad de drenaje	Tiempo que tardara el Agua en ser drenada
Excelente	2 horas
<b>Buena</b>	<b>1 día</b>
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	El agua no drena

Fuente: AASHTO, (1993)

La capacidad de drenaje de la vía es buena debido a que el agua producida por las precipitaciones es drenada en aproximadamente un día.

De acuerdo a la capacidad de drenaje la AASHTO establece los factores de corrección ( $m_x$ ), en función del porcentaje de tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próxima a la saturación.

La calidad del drenaje es expresada en la fórmula del número estructural por medio del coeficiente de drenaje ( $m_x$ ) que toma en cuenta las capas no ligadas.

Tabla N°66: Coeficientes de drenaje m2, m3.

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
<b>Buena</b>	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	<b>1.15 - 1.00</b>	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	2.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Deficiente	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: AASHTO, (1993)

Para una calidad de drenaje buena y para un porcentaje de tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad entre 5% - 25%, los coeficientes de drenaje m2 y m3 son de 1.00 para base y sub base.

*Cálculo del número estructural SN*

La obtención del SN se puede determinar mediante el Nomograma de diseño de pavimentos flexibles de la AASHTO 1993. Sin embargo, se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 desarrollado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Valera de Manizales – Colombia Investigador de la temática vial en países de la región Andina.

Tabla N°67: Valores para ingresar al programa “Ecuación AASHTO 93”.

Tipo de pavimento	Flexible
Confiabilidad ( R )	R= 70%
	Zr= -0.524
Desviación Estándar Global ( So )	So= 0.45
Serviciabilidad	PSIo= 4.2
	PSIf= 2.0
Módulo de resiliencia de la subrasante ( Mr )	Mr= 19918.33 psi
Ejes equivalentes ( W 18 ), para n=20 años	W18= 109996

Fuente: Autor



Gráfico N°36: Cálculo del SN requerido “Ecuación AASHTO 93”.

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It is divided into several sections for data entry. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento flexible" selected. The "Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)" section has "70 % Zr=-0.524" and "So 0.45". The "Serviciabilidad inicial y final" section has "PSI inicial 4.2" and "PSI final 2". The "Módulo resiliente de la subrasante" section has "Mr 19918.33 psi". The "Información adicional para pavimentos rígidos" section has empty fields for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)". The "Tipo de Análisis" section has "Calcular SN" selected, showing "W18 = 109996" and "Número Estructural" showing "SN = 1.42". There are "Calcular" and "Salir" buttons at the bottom.

Fuente: AASHTO

### *Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento*

Para determinar los espesores por capa se utilizó una hoja de Excel en donde se ingresaron las siguientes variables:

Tipo de Pavimento: Flexible

Periodo de diseño: 20 años

Confiabilidad (R): 70%

Desviación normal ( $Z_r$ ): -0.524

Desviación estándar global ( $S_o$ ): 0.45

Índice de serviciabilidad inicial ( $PSI_o$ ): 4.2

Índice de serviciabilidad final ( $PSI_f$ ): 2.0

Perdida del índice de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI): 2.2

Módulo de resiliencia de la subrasante: 19918.33 psi

W 18 acumulado para el tiempo de diseño: 109996  $\approx$  1.10 E+05

Coeficiente estructural a1: 0.416

Coeficiente estructural a2: 0.133

Coeficiente estructural a3: 0.108

Mr de la carpeta asfáltica: 393.5 ksi

Mr de la capa base: 28.8 ksi

Mr de la capa sub-base: 14.82 ksi

Coeficiente de drenaje m2, m3: 1.00



Universidades Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Diseño de pavimento flexibles



PROYECTO : Estudio de la vía San Francisco Bajo - El Barro  
REALIZADO POR : Egdo. Mauricio Guamán  
REVISADO POR : Ing. Mg. Carlos Navarro

**DATOS DE ENTRADA :**

**1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES**

- A. Módulo de Resiliencia de la Carpeta Asfáltica (ksi)  
B. Módulo de Resiliencia de la Base Granular (ksi)  
C. Módulo de Resiliencia de la Sub-Base (ksi)

DATOS	
	393.50
	28.80
	14.82

**2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE**

- A. Número de ejes Equivalentes total (W18)  
B. Factor de Confiabilidad (R)  
Factor de desviación Normal Standard Normal Deviate (Zr)  
Overall Standard Deviation (So)  
C. Módulo de resiliencia de la Subrasante (Mr, ksi)  
D. Serviciabilidad Inicial (pi)  
E. Serviciabilidad Final (pf)  
F. Periodo de diseño (Años)

	<b>1.10E+05</b>
	70%
	-0.524
	0.45
	<b>19.92</b>
	4.2
	2.0
	20

**3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO**

- A. Coeficientes estructurales de capa  
Concreto Asfáltico Convencional (a1)  
Base granular (a2)  
Sub-base (a3)  
B. Coeficientes de drenaje de Capa  
Base granular (m2)  
Subbase (m3)

	0.416
	0.133
	0.108
	1.000
	1.000

**DATOS DE SALIDA:**

- Número Estructural requerido Total (SNREQ)  
Número Estructural Carpeta Asfáltica (SNCA)  
Número Estructural Base Granular (SNBG)  
Número Estructural Sub Base (SNSB)

	<b>1.41</b>
	<b>1.20</b>
	<b>0.40</b>
	<b>-0.19</b>

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA**

	PROPUESTA		
	Teórico	Espesor	SN (calc)
Espesor Carpeta Asfáltica (cm)	7.3 cm	5.0 cm	0.82
Espesor Base Granular (cm)	7.6 cm	10.0 cm	0.52
Espesor Sub Base Granular (cm)	-4.5 cm	10.0 cm	0.43
Espesor Total (cm)		25.0 cm	<b>1.77</b>

Resulta el espesor de Sub - Base granular teórico negativo, así como también el  $SN_{SB}$ , razón por la cual usamos los espesores mínimos establecidos de acuerdo a la AASHTO.

*Desarrollo del procedimiento manual para determinar los espesores de cada capa de la estructura del pavimento*

De la misma manera en que se calculó el SN (anteriormente del paquete estructural) se procede reemplazando el módulo resiliente  $M_r$  de la subrasante por el módulo resiliente  $M_r$  de cada capa.

Por ejemplo para determinar el espesor  $D_1$  de la capa de concreto asfáltica se supone un módulo resiliente igual al de la base y así se obtiene el SN que debe ser absorbido por el concreto asfáltico.

$SN_1 = 1.21$ , espesor de la carpeta asfáltica  $D_1$ :

Teórico	Propuesto $D_1' = 5\text{cm}$
$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$	$SN_1' = D_1 * a_1$
$D_1 = \frac{1.21}{0.416}$	$SN_1' = 5 * 0.416$
$D_1 = 2.91 \text{ plg} \approx 7.39\text{cm}$	$SN_1' = 2.08\text{cm} \approx 0.82 \text{ plg}$

Para determinar el espesor de la base se ingresó el  $M_r$  de la Sub - Base y de esta forma se obtuvo el  $SN_2$  que será absorbido por el concreto asfáltico y la base.

$SN_2 = 1.60$ , espesor de la Base  $D_2$ :

Teórico	Propuesto $D_2' = 10\text{cm}$
$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 * m_2}$	$SN_2' = D_2 * a_2 * m_2$

$$D2 = \frac{1.60 - 1.21}{0.133 * 1}$$

$$SN2' = 10\text{cm} * 0.133 * 1$$

$$D2 = 2.93 \text{ plg} \approx 7.45\text{cm}$$

$$SN2' = 1.33\text{cm} \approx 0.52 \text{ plg}$$

Para la sub-base se emplea el Mr de la Subrasante para determinar el SN3 que será igual al SN requerido para todo el paquete estructural, que anteriormente se calculó.

SN3= 1.42, espesor de la Base D3:

Teórico

Propuesto D3'= 10cm

$$D3 = \frac{SN - (SN1' + SN2')}{a3 * m3}$$

$$SN3' = D3 * a3 * m3$$

$$D3 = \frac{1.42 - (0.82 + 0.52)}{0.108 * 1}$$

$$SN3' = 10\text{cm} * 0.108 * 1$$

$$D3 = -0.74 \text{ plg} \approx -1.88\text{cm}$$

$$SN3' = 1.08\text{cm} \approx 0.43 \text{ plg}$$

Por lo tanto

$$SN_{\text{cal}} = SN1' + SN2' + SN3'$$

$$SN_{\text{cal}} = 0.82\text{plg} + 0.52\text{plg} + 0.43\text{plg}$$

$$SN_{\text{cal}} = 1.77\text{plg}$$

$$SN_{\text{cal}} \geq SN_{\text{requerido}}$$

$$1.77 \geq 1.42 \quad \text{oK.}$$

El número estructural calculado es mayor al requerido por lo tanto se garantiza que el diseño satisfaga los requisitos para la protección de todas y cada una de las capas del pavimento.

Si el SN calculado fuese menor al requerido, se tendría que revisar los espesores asumidos, incrementándolos para obtener un número estructural mayor. O por otra parte se debería considerar otros factores que modificar para obtener el número estructural requerido como son: materiales, drenajes, periodos de diseño, etc.

Gráfico N°37: Espesores de diseño de la estructura del pavimento.



Fuente: AUTOR

*Descripción de parámetros a considerar dentro de la estructura del pavimento*

*Descripción de la Sub – base*

La Sub – Base que se empleará en la estructura del pavimento es la Sub- Base clase 2. Está constituida por agregados obtenidos mediante trituración o cribado y en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. (Ver tablas 19).

Debe cumplirse los requisitos de graduación, abrasión, límite líquido e Índice plástico especificados de acuerdo al MOP.

Cuando se indique el uso de Sub - Bases clase 1 o 2, por lo menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

*Descripción de la Base*

La Base que se empleó en la estructura del pavimento es la Base clase 4. Está constituida por agregados obtenidos mediante trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos. (Ver tablas 20 y 21).

Debe cumplirse los requisitos de graduación, abrasión, límite líquido e Índice plástico especificados de acuerdo al MOP.

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que se podrá mezclar en planta o en obra.

#### *Descripción de la Capa de rodadura*

La capa de rodadura será de hormigón asfáltico, el cual se forma de la mezcla de cemento asfáltico y agregados, los cuales deberán tener la correspondiente granulometría. (Ver tabla 22).

Aparte de cumplir con las exigencias de granulometría deben ajustarse a las especificaciones de la tabla siguiente. (Ver tabla 23).

El cemento asfáltico que se usara en el proyecto es AP 3 cuyo grado de penetración es de 85 a 100 décimas de milímetro, es un cemento asfáltico producido en el país de consistencia media.

El empleo de uno u otro cemento asfáltico depende del tránsito y de las condiciones climáticas prefiriéndose el de mayor dureza para vías de tránsito pesado y de clima cálido. (Ver tablas 24-26).

### **6.7.3 Sistemas de drenaje**

#### **6.7.3.1 Diseño de cunetas**

Las cunetas se construyen en las zonas de corte, a uno o ambos lados de la carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la calzada como de los taludes, para conducir a un drenaje natural o una obra transversal, con la finalidad de evacuarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.

Se ha elegido cunetas triangulares por facilidad de construcción, mantenimiento y la sensación de seguridad que proporciona a quien circula cerca de ella, Las cunetas deben ser revestidas con el objetivo de evitar el proceso de erosión.

El área hidráulica se determinará con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad.

Se debe determinar la longitud máxima permisible de la cuneta, a fin de asegurar su funcionamiento eficiente y evitar, al mismo tiempo, que:

- a) El nivel de agua que rebase la sección.
- b) Se produzcan depósitos (azolves) en los tramos en los que ocurren cambios de la pendiente longitudinal.

#### **6.7.3.1.1 Intensidad de Lluvia (mm/h)**

Para calcular las cunetas se recurre a la intensidad de lluvia, con los datos publicados en el anuario meteorológico del INAMHI. De acuerdo al cual el país está dividido en 35 zonas meteorológicas. La estación M0380, de la que se obtuvo los datos se ubicada en la zona 21 en latitud  $1^{\circ} 23' 14''$  S, Longitud  $78^{\circ} 31' 39''$  W y a una altura de 2880 msnm en la parroquia Huambaló.



Tabla N°68: Registro de precipitaciones estación M380 Huambaló.

Mes \ Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	38.6	84.2	48.3	58	28.3	49.3	104.2
Febrero	34.6	14.7	86.7	50.9	52.1	61.9	37.3
Marzo	39.7	45.7	57.7	26.3	50.2	48.4	66
Abril	48.8	109.7	63.1	65.5	74.6	45.1	87.8
Mayo	56.8	108.4	101.5	54.6	80	88.6	81.4
Junio	128.2	173.1	88.4	79.6	92	85.9	66.9
Julio	39.4	23.9	97.1	87.4	10.8	109.6	97.8
Agosto	44.5	138.7	52.2	31.7	60	101	74.5
Septiembre	54.4	46.2	43.4	20	24.5	70.1	35.2
Octubre	22.5	25.7	86.2	30.2	32.5	19.6	37.4
Noviembre	77.8	74.1	47.2	12.4	90.1	52.4	24.1
Diciembre	58.5	55.2	35.1	22.3	62.5	58.1	37.4
Total Anual	643.8	899.6	806.9	538.9	657.6	790	750
<b>Máx. 24 hrs</b>	<b>22.2</b>	<b>40</b>	<b>29</b>	<b>23.5</b>	<b>32.0</b>	<b>26.2</b>	<b>21.0</b>
<b>Fecha</b>	04-feb	06-jun	09-abr	11-jun	25-nov	24-sep	05-ene

Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2006-2012

Para la intensidad de precipitación diaria ( $I_{dTR}$ ), que se obtiene de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la estación Huambaló, se utiliza el método de Gumbel.

$$X = X_m + D_x$$

Donde:

X: valor máximo (caudal o precipitación) para un periodo de retorno en T (mm/día).

$X_m$ : media de la serie dada de los valores máximos (mm/día).

$$D_x = K * S_{n-1}$$

$S_{n-1}$ : desviación estándar típica de los valores extremos.

K: factor de frecuencia, que indica el número de veces de desviación típica en que el valor extremo considerado excede a la media de la serie.

$$K = \frac{YT - Y_n}{S_n}$$

YT: variable de Gumbel para un periodo de retorno T.

$$YT = -\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)$$

Y<sub>n</sub> y S<sub>n</sub>: variables de Gumbel obtenidas a partir del siguiente cuadro.

T: periodo de diseño.

Tabla N°69: Valores de Y<sub>n</sub> y S<sub>n</sub> según el número de observaciones.

n	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	n	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	n	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
1	0.36651	0	11	0.5	0.97	21	0.53	1.07
2	0.40434	0.49838	12	0.5	0.98	22	0.53	1.08
3	0.42859	0.64348	13	0.51	1	23	0.53	1.08
4	0.4458	0.73147	14	0.51	1.01	24	0.53	1.09
5	0.45879	0.79278	15	0.51	1.02	25	0.53	1.09
6	0.46903	0.83877	16	0.52	1.03	26	0.53	1.01
7	0.47735	0.87493	17	0.52	1.04	27	0.53	1.1
8	0.48428	0.90432	18	0.52	1.05	28	0.53	1.1
9	0.49015	0.92882	19	0.52	1.06	29	0.54	1.11
10	0.49521	0.94963	20	0.52	1.06	30	0.54	1.11

Fuente: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-7/METODO-DE-GUMBEL.pdf>.

Los años que registra datos el INAMHI de la estación Huambaló son desde 2006 a 2012 dado como un número de observaciones de 7.

$$YT = -\ln\left(\ln\left(\frac{100}{100-1}\right)\right) = 4.600$$

$$K = \frac{4.60015 - 0.47735}{0.87493} = 4.712$$

Tabla N°70: Cálculo de la media y desviación estándar.

	Año	Max. 24h (x1)	(x-x1)	(x-x1) <sup>2</sup>
1	2006	22.2	5.5	30.25
2	2007	40	-12.3	151.29
3	2008	29	-1.3	1.69
4	2009	23.5	4.2	17.64
5	2010	32.0	-4.3	18.49
6	2011	26.2	1.5	2.25
7	2012	21.0	6.7	44.89
	Σ	193.9		266.5
	Xm=	27.7	Varianza	44.42
			Desviación estándar ( $S_{n-1}$ )	<b>6.66</b>

Fuente: Autor

$$Dx = 4.712 * 6.66 = 31.382 \text{ mm/día}$$

$$X = 27.7 + 31.382 = 59.08 \text{ mm/día}$$

$$Id_{TR} = \frac{59.08 \text{ mm/día}}{24 \text{ horas}} = 2.45 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad diaria para la estación Huambaló es de 59.08mm/día.

### 6.7.3.1.2 Caudales

Para calcular el caudal máximo del escurrimiento de la corona de la vía y del talud de corte, por ancho unitario se utiliza el método de Henderson.

$$V_o = \frac{i}{3.6 E06}$$

$$a = \frac{1}{n S^2}$$

$$t_e = \left( \frac{L}{a * V_o^3} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$q = a * (V_o * t)^{\frac{5}{3}} \quad 0 < t < t_e$$

$$q_{max} = a * (V_o * t_e)^{\frac{5}{3}} \quad t_e < t < d$$

Donde:

d: Duración de la lluvia, en segundos.

i: Intensidad de la precipitación en exceso, en mm/h.

L: Longitud desde el parte aguas hasta la intersección de la cuneta en metros.

n: Coeficiente de rugosidad (fórmula de Manning).

q: Caudal unitario n el tiempo “t”, en m<sup>3</sup>/s/m.

q<sub>max</sub>: Caudal unitario máximo durante el intervalo (d-t<sub>e</sub>), en m<sup>3</sup>/s/m.

So: Pendiente media de la superficie.

t: Tiempo, en segundos.

t<sub>e</sub>: Tiempo de equilibrio para que se presente el q<sub>max</sub>, en segundos.

Se considera una duración máxima de lluvia de 30 minutos, la vía tendrá dos carriles de circulación de 3 metros cada uno, el bombeo de la capa de rodadura es del 2% de pendiente, en las secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobrelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal se desarrollara sin discontinuidades, el coeficiente de rugosidad de Manning es 0.014, el periodo de diseño será 100 años.

Para 5 min < t<sub>c</sub> < 23 min

Para 23 min < t<sub>c</sub> < 1440 min

$$I_{TR} = \frac{28.784 * I_{d_{TR}}}{t^{0.4507}}$$

$$I_{TR} = \frac{30.993 * I_{d_{TR}}}{t^{0.472}}$$

Se considera 30 minutos, la duración de lluvia máxima de acuerdo al MOP 2003.

$$I_{TR} = 30.993 * 30^{-0.472} * 2.46 = 15.31 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Tabla N°71: Datos de ingreso.

d	1800	seg
L	3	m
S	2	%
n	0.014	
t	30	min
T	100	años

Fuente: Autor

$$V_o = \frac{59.08}{3.6 \text{ E}06} = 0.0000164$$

$$a = \frac{2^{\frac{1}{2}}}{0.014} = 101.015$$

$$t_e = \left( \frac{3}{101.015 * 0.0000164^{\frac{2}{3}}} \right)^{\frac{3}{5}} = 9.95 \text{ seg}$$

$$q = 101.015 * (0.0000164 * 9.95)^{\frac{5}{3}} = 0.000049 \left( \frac{\text{m}^3 * \text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$q_{max} = 101.015 * (0.0000164 * 1800)^{\frac{5}{3}} = 0.285 \left( \frac{\text{m}^3 * \text{m}}{\text{s}} \right)$$

### 6.7.3.1.3 Dimensionamiento de cuneta

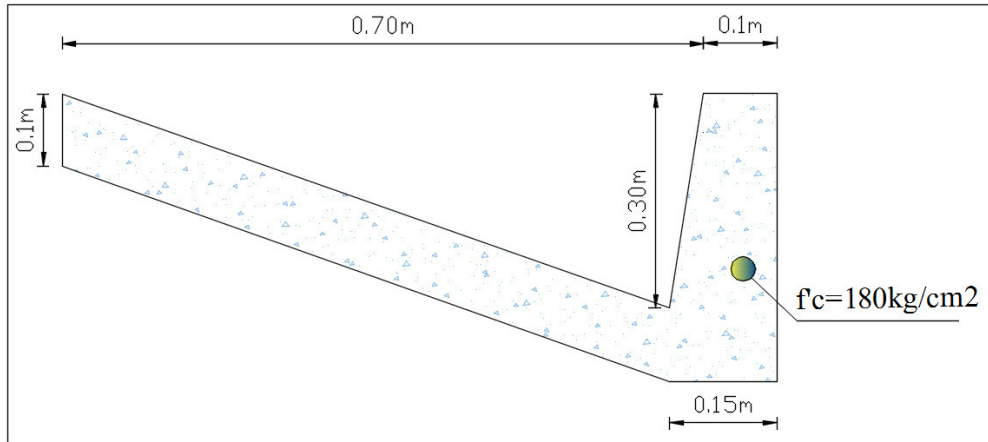
Para establecer cuáles son las dimensiones aproximadas de la cuneta se tiene que para una velocidad mínima de flujo 3 m/s y un caudal de 0.285 m<sup>3</sup>/s/m, además el tirante de agua sugerido por el MOP 2003 es 0.30 m entonces se tiene:

$$A = \frac{Q}{V} \qquad A = \frac{0.285 \left( \frac{\text{m}^3 * \text{m}}{\text{s}} \right)}{3 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.095 \text{ m}^2$$

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

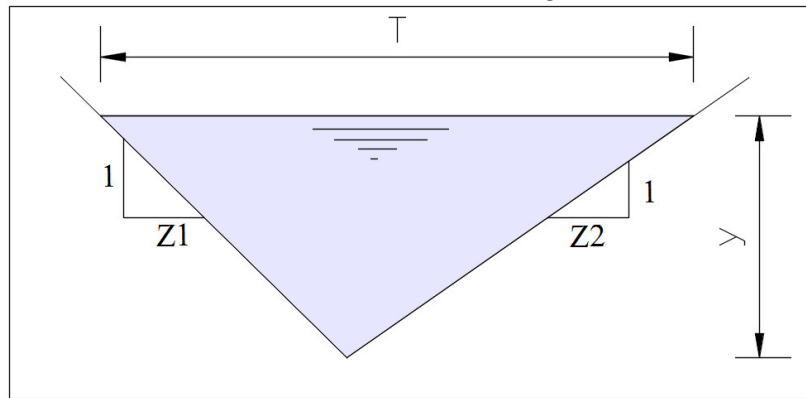
$$b = \frac{0.095 \text{ m}^2 * 2}{0.3} \qquad b = 0.63 \text{ m} \approx 0.7 \text{ m}$$

Gráfico N°38: Sección de la cuneta propuesta.



Fuente: Autor

Gráfico N°39: Sección triangular.



Fuente: <http://es.slideshare.net/edinson1606/texto-alumno-hidraulica-ii>

$$Z1 = \frac{(1)}{(0.30\text{m} / 0.65\text{m})}$$

$$Z1=2.167$$

$$Z2 = \frac{(1)}{(0.30\text{m} / 0.05\text{m})}$$

$$Z2=0.167$$

Área mojada ( $A_m$ ).

$$A_m = \frac{(Z1 + Z2)y^2}{2}$$

$$A_m = \frac{(2.167 + 0.167)0.30^2}{2} = 0.105 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado (Pm).

$$Pm = (\sqrt{1 + Z1^2} + \sqrt{1 + Z2^2})y$$

$$Pm = (\sqrt{1 + 2.167^2} + \sqrt{1 + 0.167^2})0.30 = 1.02 \text{ m}$$

Radio Hidráulico (Rm)

$$Rm = \frac{(Z1 + Z2)y}{2(\sqrt{1 + Z1^2} + \sqrt{1 + Z2^2})}$$

$$Rm = \frac{(2.167 + 0.167)0.30}{2(\sqrt{1 + 2.167^2} + \sqrt{1 + 0.167^2})} = 0.103 \text{ m}$$

Empleando la ecuación de Manning y la de continuidad

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}} ; \quad Q = A * V$$

Donde:

V: Velocidad media del agua en m/s.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning, depende del material del canal, C=0.014.

R: Radio hidráulico en metros.

J: Pendiente de la línea de agua en m/m.

A: Área mojada de la sección en m<sup>2</sup>.

Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s.

$$V = \frac{1}{0.014} * 0.103^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 15.695 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.105 \text{ m}^2 * 15.695 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 1.648 * J^{\frac{1}{2}}$$

Se puede observar el comportamiento de los caudales con diversas pendientes de diseño:

Tabla N°72: Caudales y velocidades para distintas pendientes del proyecto.

<b>J%</b>	<b>J</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q(m³/s)</b>
0.50	0.005	1.195	0.126
1.00	0.010	1.690	0.178
1.50	0.015	2.070	0.217
2.00	0.020	2.390	0.251
2.50	0.025	2.672	0.281
3.00	0.030	2.928	0.307
3.50	0.035	3.162	0.332
4.00	0.040	3.380	0.355
4.50	0.045	3.585	0.377
5.00	0.050	3.779	0.397
5.50	0.055	3.964	0.416
6.00	0.060	4.140	0.435
6.50	0.065	4.309	0.453
7.00	0.070	4.472	0.470
7.50	0.075	4.629	0.486
8.00	0.080	4.781	0.502
8.50	0.085	4.928	0.517
9.00	0.090	5.071	0.533
9.50	0.095	5.210	0.547
10.00	0.100	5.345	0.561
10.50	0.105	5.477	0.575
11.00	0.110	5.606	0.589
11.50	0.115	5.732	0.602
12.00	0.120	5.855	0.615
12.50	0.125	5.976	0.628
13.00	0.130	6.094	0.640
13.50	0.135	6.210	0.652
14.00	0.140	6.324	0.664
14.50	0.145	6.436	0.676
15.00	0.150	6.546	0.687

Fuente: Autor

$$Q. \text{admissible} = 1.648 * 0.120^{\frac{1}{2}}$$

$$Q. \text{admissible} = 0.571 \text{ m}^3/\text{s}$$



#### 6.7.3.1.4 Cálculo del caudal máximo probable.

Coefficiente de escorrentía, C

El sitio del proyecto es un lugar de cultivos, de suelo permeable y con pendientes medias.

Tabla N°73: Coeficientes de escorrentía.

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
Cobertura vegetal	Tipo suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		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
Bosques 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	0.13	0.1	0.05

Fuente: MOP, (2003)

Área de drenaje de la cuneta, A

Longitud máxima de drenaje: 1300 m

Ancho Máximo: 3 m (ancho de carril) +0.8 m (cuneta).  $\approx 3.80$  m.

$$A = \text{Longitud} * \text{Ancho}$$

$$A = (1300 \text{ m}) * (3.8 \text{ m}) = 4940m^2 \approx 0.49 \text{ Ha}$$

### 6.7.3.1.5 Caudal Máximo, Q.

Se emplea el método Racional, que es empleado en cuencas pequeñas.

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

Donde:

Q: Caudal máximo probable (m<sup>3</sup>/s).

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de precipitación pluvial (mm/h).

A: área de drenaje (Ha).

$$Q = \frac{0.30 * 15.31\text{mm/h} * 0.49\text{Ha}}{360} = 0.00625 \frac{m^3}{s}$$

El caudal máximo que presenta la vía es la sumatoria de los caudales parciales que drenara cada tramo de cuneta.

## 6.7.4 Señalización

La señalización en las carreteras se emplea para contribuir con el movimiento seguro y ordenado de vehículos y peatones.

### 6.7.4.1 Señalización Horizontal

Son señales que entregan su mensaje a través de líneas, símbolos y leyendas colocadas sobre la superficie de la vía. La ubicación debe ser tal que garantice al usuario que circula a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada.

La señalización en general son blanco y amarillo.

*Líneas amarillas definen:*

Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.

Restricción.

Borde izquierdo de la vía en caso de tener parterre.

*Líneas blancas definen:*

La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.

El borde derecho de la vía (Berma).

Zonas de estacionamiento.

Proximidad a un paso cebra.

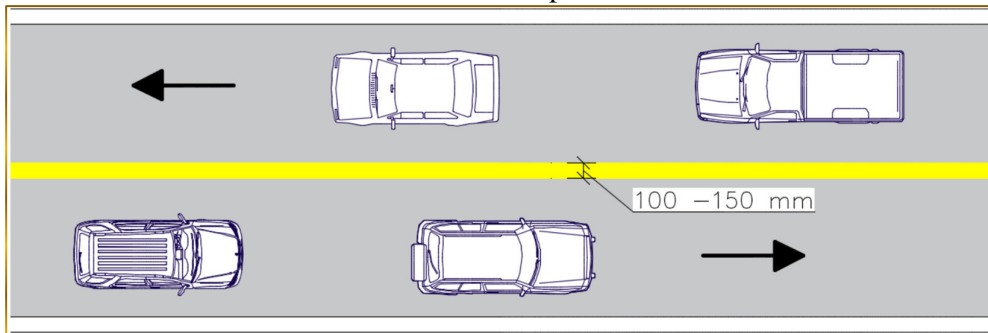
*Líneas Azules define:*

Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

De acuerdo a su forma la señalización horizontal se clasifica en:

a) **Líneas Longitudinales:** Se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar y/o estacionar; para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

Gráfico N°40: Línea de separación de carril.

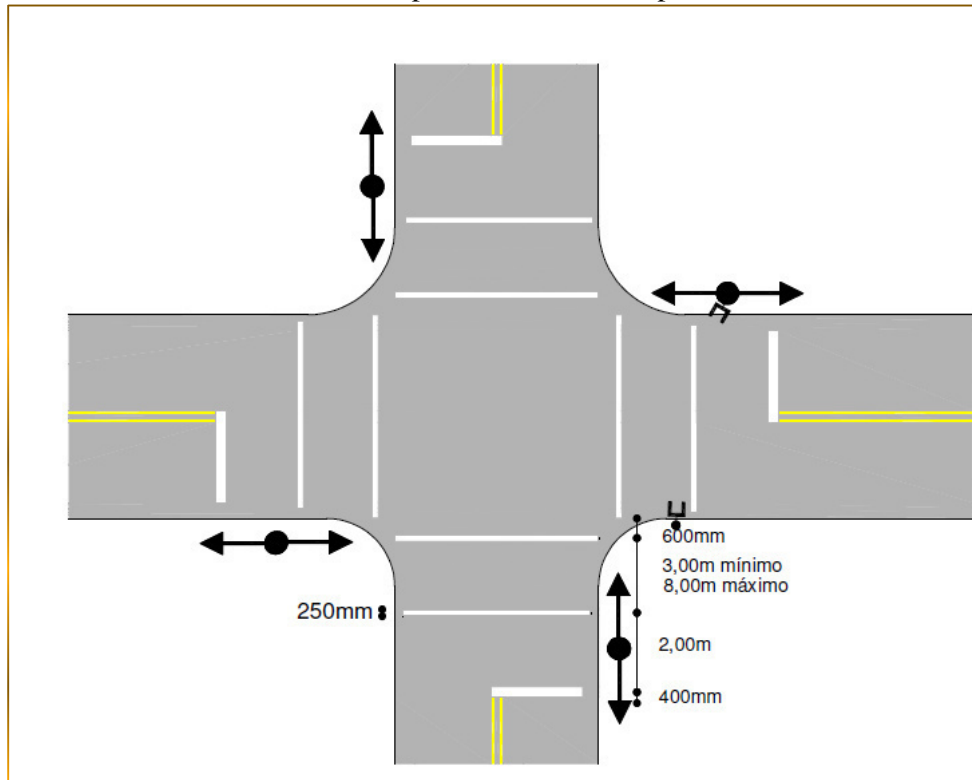


Fuente: INEN, (2011)

b) **Líneas Transversales:** Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas. Indican la prioridad del cruce de los peatones sobre los vehículos motorizados.

Las líneas se demarcan a través de las calzadas pueden ser continuas y/o segmentadas de color blanco; de acuerdo a la función que cumplan se clasifican en líneas de pare, ceda el paso, alto, cruce y logarítmicas.<sup>5</sup>

Gráfico N°41: Crucé peatonal controlado por semáforos.



Fuente: INEN, (2011)

c) **Símbolos y Leyendas:** Se usan tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación, se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso, y leyendas tales como pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada bus, entre otros.

d) **Otras señalizaciones:** Como chevrones, etc.

*Materiales:* Los materiales para señalización horizontal corresponden a los que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, las características

<sup>5</sup> Reglamento técnico ecuatoriano, RTE INEN 004-2:2011, PRIMERA REVISIÓN. SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL, Pág.27.

mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con microesferas, siendo opción en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación.

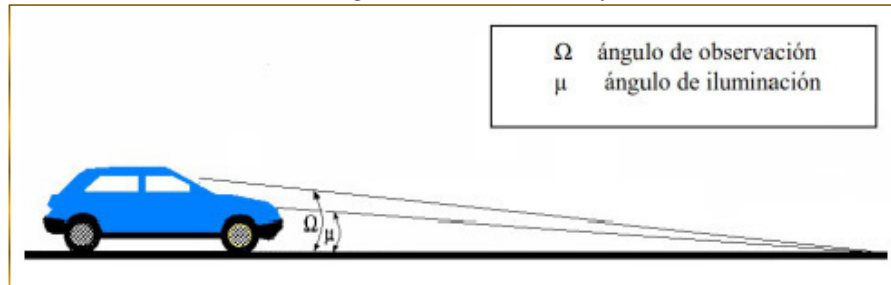
*Retroreflexión:* Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier momento al transcurso del día y bajo toda condición climática, razón por la cual se construirá con material apropiado, como micro-esferas de vidrio, y sometidos a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Permiten que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos.

Tabla N°74: Niveles mínimos de retroreflexión para pinturas de pavimentos.

Visibilidad	Ángulo		Color	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
a 15.00 m	3.5°	4.5°	150	95
a 30.00 m	1.24°	2.29°	150	75

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico N°42: Ángulo de iluminación y observación.



Fuente: INEN, (2011)

**Dimensiones-** Los anchos y patrones de señalización en pavimentos de las líneas longitudinales deben ser:

Tabla N°75: Dimensiones en señalización Horizontal.

Líneas Continuas	
Ancho. Mínimo	10 cm
Ancho. Máximo	15 cm
Líneas Entrecortada	
Longitud	3 m
Separación	9 m
Líneas Punteadas	
Longitud	60 cm
Separación	60 cm
Franjas dobles	
Separación	14 cm
Flechas y letras	
Tendrán las dimensiones que se indican en los planos.	

Fuente: MOP, (2002)

1. La línea continua de color amarillo, prohíbe el cruce o rebasamiento y la línea blanca define el borde derecho de la vía.
2. Doble línea continua, consiste en dos líneas de color amarillo, separadas por un espacio igual al ancho de la línea utilizada, prohíbe el cruce o rebasamiento.
3. Una línea segmentada. Consiste de segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una condición permisiva, donde se puede rebasar.
4. Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas.

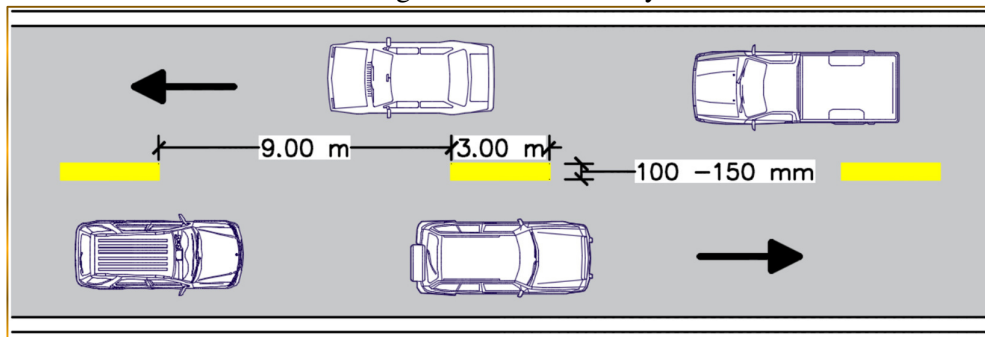
Tabla N°76: Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.

Velocidad máxima de la vía (km /h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12.00	3 - 9
Mayor a 50	150	12.00	3 - 9

Fuente: INEN, (2011)

Por ejemplo, para señalar la separación de carriles de sentido opuesto en una vía de baja velocidad ( $\leq 50$  km/h) se debe utilizar una línea de 100 mm de ancho, con un patrón de 12.00 m y una relación de 3 – 9, es decir 3.00 m pintados y 9.00 m de separación.

Gráfico N°43: Ángulo de iluminación y observación.



Fuente: INEN, (2011)

#### 6.7.4.2 Señalización vertical




Es cualquier dispositivo de control de tráfico fijado en postes o estructuras que contienen símbolos y leyendas usadas para comunicar y prevenir la existencia de algún peligro, además de indicar determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos y finalmente proporcionar información necesaria para facilitar el viaje a los usuarios de la vía.

##### 6.7.4.2.1 Clasificación de las señales verticales

Las señales son definidas de acuerdo a su función:

*Señales Regulatorias (Código R).* Informan a los usuarios de la vía las propiedades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes cuyo incumplimiento constituye una infracción a la ley y reglamento de tránsito. Se ubican en el sitio mismo donde existe la prohibición, estas señales se identifican por el código general **R** seguido por un número.

Gráfico N°44: Señales Regulatorias.

Leyenda y borde retroreflectivo blanco Fondo retroreflectivo rojo			
	<b>Código No.</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	<b>Dimensiones (mm) y serie de letras</b>
	R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
	R1 -1B	750 x 750	240 Ca
	R1 - 1 C	900 x 900	280 Ca
<b>R1 - 1</b>			
Número con iluminación color blanco Círculo con iluminación color rojo Fondo negro mate			
	<b>Código No.</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
	R4-2 A	450 x 600	
	R4-2 B	600 x 800	
<b>R4-2</b>			
Símbolo y orla negros Círculo rojo retroreflectivo Fondo blanco retroreflectivo			
	<b>Código No.</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
	R3-10 A	600x600	
	R3-10 B	750x750	
	R3-10 C	900x900	
<b>R3-10</b>			

Fuente: INEN, (2011)

*Señales preventivas (Código P).* Previenen a los conductores de peligros potenciales. Indican la necesidad de tomar precaución especial y requieren de la reducción en la velocidad de circulación o de realizar alguna otra maniobra, se instalan a una distancia mínima de 100 m en vías urbanas y a 150 m en vías rurales.



Se clasifican en los siguientes grupos:

P1: Serie de alineamiento.

P2: Serie de intersección y empalme.

P3: Serie de aproximación a dispositivo de control de tránsito.

P4: Serie de anchos, altura largo y peso.

P5: Serie de asignación de carriles.

P6: Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía.

P7: Serie peatonal.

P8: Serie complementaria.

A excepción de las series preventivas de la serie complementaria, y algunas otras especificadas, todas las señales tienen forma de rombo (cuadrado con diagonal vertical), con un símbolo y/o leyenda de color negro y orla negra sobre un fondo amarillo.

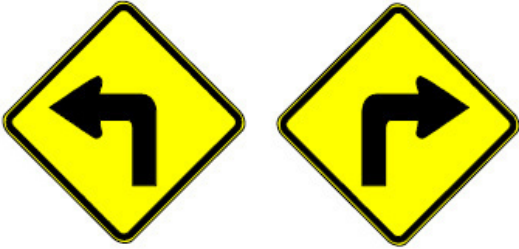
Tabla N°77: Distancias para señales preventivas.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia al PC o PT (m)	Distancia al ET o TE (m)
30-50	60	20
50-90	100	30
90-100	130	40

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico N°45: Señales Preventivas.

Símbolo y orla negros  
Fondo amarillo retroreflectivo




Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (I ó D)	600 x 600
P1-1B (I ó D)	750 x 750
P1-1C (I ó D)	900 x 900

P1-1I      P1-1D

---

Símbolo y orla negros  
Fondo amarillo retroreflectivo




Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900

P6-2

---

Símbolo y orla negros  
Fondo amarillo retroreflectivo



Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900

P6-2

Fuente: INEN, (2011)

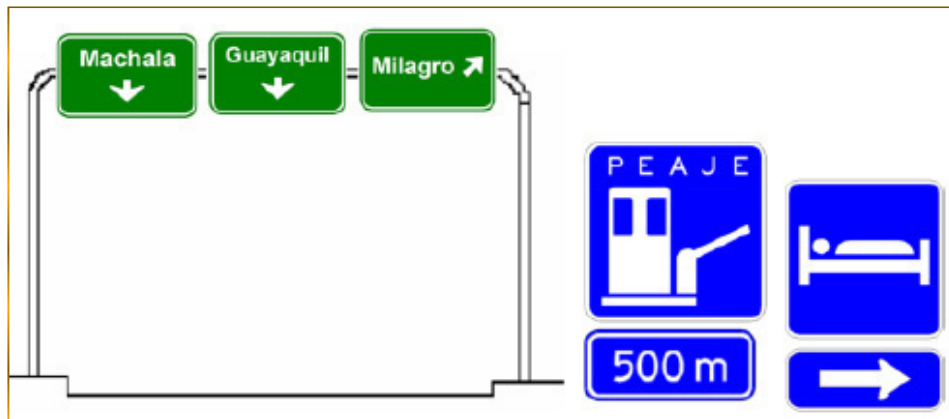
*Señales Informativas (Código P).* Orientan y guían a los usuarios viales, proporcionándole la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de forma más segura, simple y directa.

Se clasifican en los siguientes grupos:

- I1: Señales de información de la guía.
- I2: Señales de información de Servicios.
- I3: Señales de información misceláneas.

Generalmente son de forma rectangular, con fondo verde retroreflectivo, símbolo, orla y letras color blanco retroreflectivo. El dimensionamiento adoptado depende de la dimensión requerida de letras, número de palabras de la leyenda, símbolos usados y la disposición general.

Gráfico N°46: Señales Informativas.



Fuente: INEN, (2011)

*Señales de servicios generales, turísticos y recreativos.* Proporcionan información de interés general, puntos turísticos, paradas de buses, iglesias, estación de policía, prestación de servicios personales o automotores, información geográfica, parada de buses. Son de tipo informativo, rectangular con fondo azul.

Gráfico N°47: Señales turísticas y de servicio.







Fuente: INEN, (2011)

*Señales especiales delineadoras (Código D).* Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía o la presencia de una obstrucción Según (INEN, 2011) .

*Señales y dispositivos para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T).*

Son importantes en la etapa de construcción de un proyecto, advierten a los usuarios sobre condiciones temporalmente peligrosas, protegen trabajos parcialmente efectuados contra posibles daños.

Gráfico N°48: Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales.

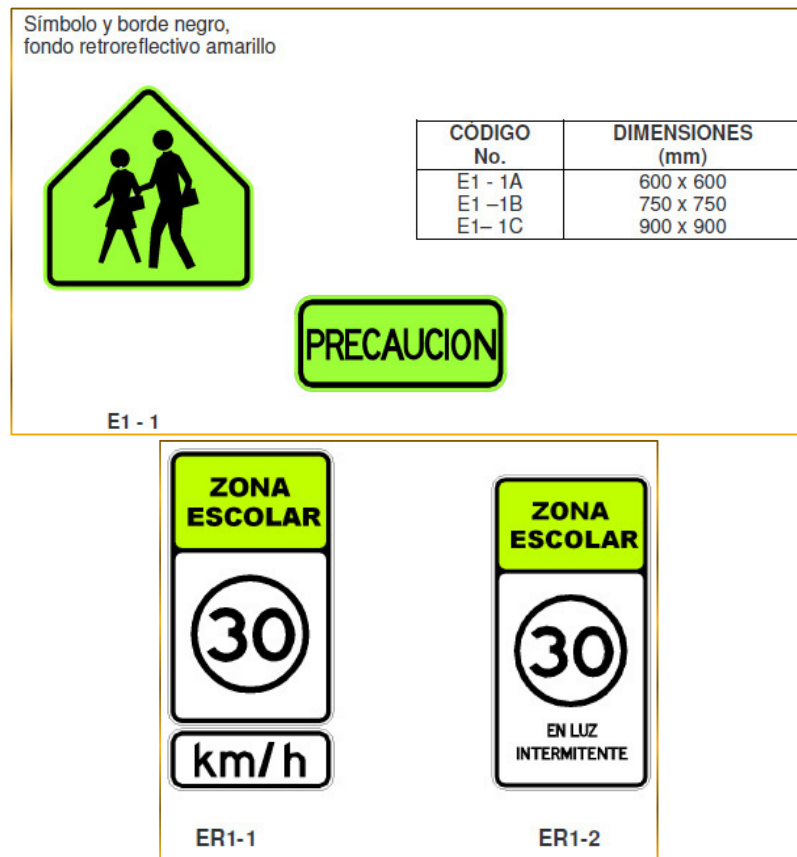
<p>Simbolo y orla negros Fondo naranja retroreflectivo</p>  <p>T1-1</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1-1 A</td> <td>600 x 600</td> </tr> <tr> <td>T1-1 B</td> <td>750 x 750</td> </tr> <tr> <td>T1-1 C</td> <td>900 x 900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	T1-1 A	600 x 600	T1-1 B	750 x 750	T1-1 C	900 x 900
Código No.	Dimensiones (mm)									
T1-1 A	600 x 600									
T1-1 B	750 x 750									
T1-1 C	900 x 900									
<p>Fondo color naranja retroreflectivo Letras y orla color negro mate</p>  <p>T1-4a</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1-4a A</td> <td>600 x 600</td> </tr> <tr> <td>T1-4a B</td> <td>750 x 750</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	T1-4a A	600 x 600	T1-4a B	750 x 750		
Código No.	Dimensiones (mm)									
T1-4a A	600 x 600									
T1-4a B	750 x 750									
 <p>T3-3aI</p>	 <p>T3-3aD</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T3-3a A (I o D)</td> <td>750X600</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	T3-3a A (I o D)	750X600				
Código No.	Dimensiones (mm)									
T3-3a A (I o D)	750X600									

Fuente: INEN, (2011)

## Señalización en zonas escolares

*Forma, color y mensaje:* Señal de zonas escolares “Serie E1” son de forma pentagonal, tienen orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumplen la norma ASTM D 4956. Las señales de zonas escolares “Serie E2” son de forma de rombo y tienen orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumplen la norma ASTM 4956 Según (INEN, 2011).

Gráfico N°49: Señalización en zona escolar.



Fuente: INEN, (2011)

### 6.7.4.2.2 Orientación, Distancia lateral y altura

Todas las señales se colocan en el lado derecho de la vía, considerando el sentido de circulación del tránsito, de tal forma que el plano frontal de la señal y el eje de la vía forme un ángulo entre 85° - 90° para que la visibilidad sea óptima para el usuario, en el supuesto de que la visibilidad al lado derecho no sea completa, se deberá colocar una señal adicional a la izquierda de la vía.

*Colocación lateral en zona rural.* - En vías sin bordillo en sectores rurales (carreteras), la señal debe estar en una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde a filo exterior de la berma o espaldón, postes de guía o guardavía de protección, en caso de existir cuneta esta distancia se considera desde el borde externo de la misma la separación no debe ser menor de 2 m pero tampoco mayor de 5 m del borde del pavimento de la vía.

*Altura en zona rural.*- Las señales deben colocarse alejadas de la vegetación y claramente visibles bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche, la altura libre de la señal no debe ser menor a 1.50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal; para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2.00 m.<sup>6</sup>

#### **6.7.4.2.3 Material de señalización**

El material de los tableros suele ser de poliéster reforzado de 3.5 mm para zonas costeras, aluminio de 2 mm de espesor para zonas menores a 1000 msnm y acero galvanizado para zonas mayores a 1000 msnm.

Las láminas retroreflectivas deben cumplir con las normas ASTM D 4956, los postes deben ser en perfil en ángulo de 2 x 2 x ¼ de pulgada, perfil omega o perfiles tubulares de 2 plg con resistencia mínima de 25 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **6.7.5 Cálculo de volúmenes.**

**a) Desbroce, desbosque y limpieza.** -Para este rubro se utiliza como unidad la hectárea (Ha), considerando una faja promedio de 8 m de ancho para las partes del proyecto que es necesario realizar esta actividad.

Longitud de desbroce del proyecto: 1 920 m.

Ancho de faja: 8 m.

---

<sup>6</sup> Reglamento técnico ecuatoriano, RTE INEN 004-2:2011, PRIMERA REVISIÓN. SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL, Pág.12

Area de desbroce, desbosque y limpieza = 1 920 m \* 8 m

Area de desbroce, desbosque y limpieza = 15 360 m<sup>2</sup> ≈ 1.54 Ha

**b) Replanteo y nivelación.** - La longitud total del proyecto se considera para replantar y nivelar: 3 942.120 m.

**c) Excavación sin clasificar.** -Se considera la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca Según (MOP 2002).

Volúmen de corte = 11 003.32 m<sup>3</sup>

**d) Relleno compactado con material propio.** -Consiste en el relleno que se realizara en el proyecto.

Volúmen de relleno = Volumen de relleno \* 1.1 esponjamiento

Volúmen de relleno = 11 262.75 m<sup>3</sup> \* 1.1

Volúmen de relleno = 12 389.03 m<sup>3</sup>

**e) Excavación para cunetas y encausamiento.** -Se calculó con la sección transversal que se necesita extraer el suelo para establecer las dimensiones de las cunetas laterales de la vía, además se agrega el volumen de suelo extraído de pasos de agua.

Volúmen total de excavación = (área de excavación \* longitud) + P. agua

Excavación de cunetas = (0.231 m<sup>2</sup> \* 4886.120 m) = 1 128.69 m<sup>3</sup>

Para pasos de agua se considera una profundidad de 0.8 m y una base de 0.6m x 0.6m.

$$\text{Excavación pasos de agua} = 0.288 \text{ m}^3 * 5 = 1.44 \text{ m}^3$$

$$\text{Volúmen total de excavación} = (1\ 128.69 \text{ m}^3 + 1.44 \text{ m}^3) = 1\ 130.13 \text{ m}^3$$

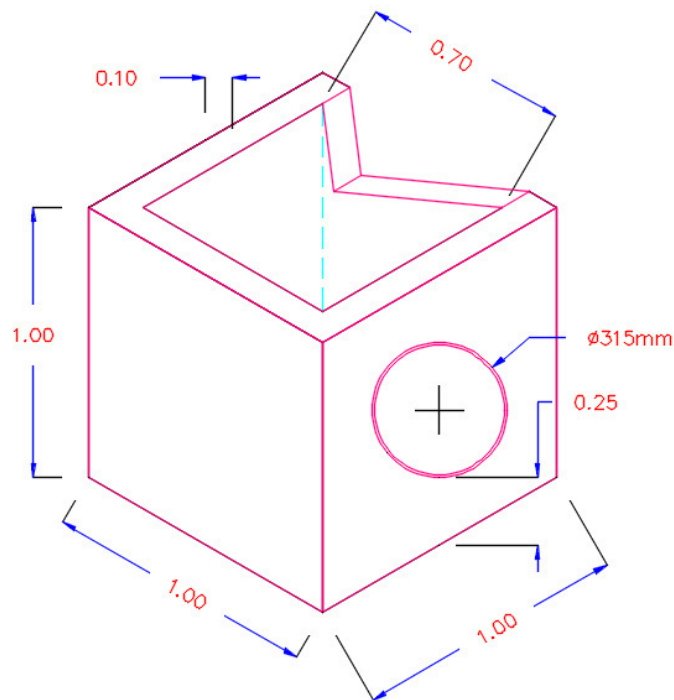
**f) Cunetas de Hormigón simple  $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$** - El volumen es igual al área de la sección transversal de la cuneta por la longitud del proyecto que este previsto cunetas, más las descargas.

Se ha considerado cada kilómetro de vía colocar 50 m de longitud para las descargas.

$$\text{Hs. } f'c \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \text{Arede cuneta} * (\text{Longitud de cunetas} + \text{L. de descargas})$$

$$\text{Hs. } f'c \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 0.124 \text{ m}^2 * (4886.12 \text{ m} + 150 \text{ m}) = 624.50 \text{ m}^3$$

**g) Pasos de agua de Hormigón simple  $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$** - Son aquellas estructuras que permiten evacuar el agua de un lado de la calzada al otro.



$$\text{Pasos de agua} = 4$$



**h) Conformación y compactación de la sub-rasante.** -Se considera el ancho de la vía por la longitud total de la misma.

$$\text{Conformación y compactación de la sub – rasante} = 23652.72 \text{ m}^2$$

**i) Material de sub-base clase 2 Incluido transporte.** -La sub-base clase 2 está constituida por agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente.

Sub – base = (espesor \* longitud \* ancho \* factor de sobreancho \* factor de esponjamiento)

$$\text{Volumen Sub – base} = (0.1 * 3942.12\text{m} * 6\text{m} * 1.1 * 1.2) = 3122.16\text{m}^3$$

**j) Material de base clase 4.**-Los materiales se obtendrán por trituración o cribado de grava natural.

Base = (espesor \* longitud \* ancho \* factor de sobreancho \* factor de esponjamiento)

$$\text{Volumen Sub – base} = (0.1 * 3942.12\text{m} * 6\text{m} * 1.1 * 1.2) = 3122.16\text{m}^3$$

**k) Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta e=2” (Incluido imprimación).**

$$\text{Área de asfalto} = 23652.72 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = 23652.72 \text{ m}^2 * 1.1 \text{ (factor de sobreancho)}$$

$$\text{Área total de asfalto} = 26017.99 \text{ m}^2$$

**l) Marcas en pavimento.** -Considera las marcas de pintura que se efectuará como señalización horizontal en toda la longitud del proyecto, serán dos líneas continuas laterales de color blanco y una línea central de color amarillo.

Marcas de pavimento = longitud \* número de líneas

$$\text{Marcas de pavimento} = 3942.12 \text{ m} * 3$$

Marcas de pavimento = 11 826.36 m

**m) Señales informativas (2.40 x 1.20) m.-**Se tienen 1.00 U.



**n) Señales regulatorias (0.60 x 0.60) m.-**Se tienen 7.00 U.

**ñ) Señales preventivas (0.60 x 0.60) m.-**Se tienen 31 U.

## 6.7.6 Presupuesto referencial

El análisis de precios unitarios, es una parte fundamental debido a que en estos se consideran todos los componentes de los rubros del proyecto y por medio de este análisis el presupuesto referencial que será en definitiva el valor de la obra que recibirá el contratista.

Tabla N°78: Tabla de presupuesto referencial.

 <div style="text-align: center;"> <p>Universidad Técnica de Ambato</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</p> <p>Carrera: Ingeniería Civil</p> <p>Tabla descriptiva de rubros, unidades, cantidades y precios</p> </div> 					
Nº.	Rubro/descripción	Unidades	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Control de polvo	ml	3942.12	0.9	3547.91
2	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	1.54	131.38	202.33
3	Replanteo y nivelación	m	3942.12	0.55	2168.17
4	Excavación sin clasificar	m3	10141.68	1.08	10953.01
5	Relleno compactado con material propio	m3	5851.76	1.62	9479.85
6	Excavación para cunetas y encauzamiento	m3	1130.13	4.25	4803.05
7	Cunetas de hormigón simple, f'c=180 kg/cm2 incluye Encofrado	ml	5036.12	19.37	97549.64
8	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2	m3	1.53	136.4	208.69
9	Instalación de tubería PVC 315 mm	ml	12	83.76	1005.12
10	Sub-base clase 2	m3	3122.16	17.26	53888.48
11	Base clase 4	m3	3122.16	17.26	61756.32
12	Capa de Rodadura H. Asfáltico mezclado en planta, e=2"(Incluye Imprimación)	m2	26017.99	12.26	318980.56
13	Marcas en pavimento	ml	11826.36	0.53	6267.97
14	Señales informativas (2.40x1.20) m	U	1.00	240.02	240.02
15	Señales regulatorias (0.60 x 0.60) m	U	7.00	133.32	933.24
16	Señales preventivas (0.60 x 0.60) m	U	31.00	133.32	4132.92
<b>Total</b>					<b>576116.77</b>

**Son:** Quinientos setenta y seis mil ciento dieciséis, 77/100 dólares de los Estados Unidos de Norte América.

Fuente: Autor

### 6.7.7 Cronograma valorado

Rubro/descripción	Unidades	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Tiempo en Semanas													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	1.54	131.38	202.33	1.54													
Replanteo y nivelación	m	3942.12	0.55	2168.17	202.33	788.42	788.42	788.42	788.42	788.42								
Excavación sin clasificar	m3	10141.68	1.08	10953.01	845.14	3098.85	3098.85	3098.85	3098.85	3098.85								
Relleno compactado con material propio	m3	5851.76	1.62	9479.85	912.75	3346.76	3346.76	3346.76	3346.76	3346.76								
Excavación para cunetas y encauzamiento	m3	1130.01	4.25	4802.54														
Instalación Tubería PVC 315 mm	ml	12.00	83.76	1005.12														
Cunetas de hormigón simple, f'c=180 kg/cm2 incluye Encofrado	ml	5036.12	19.37	97549.64														
Hormigon simple f'c=180 kg/cm2	m3	1.53	136.4	208.69	1.53													
Control de polvo	ml	3942.12	0.9	3547.91														
Sub-base clase 2	m3	3122.16	17.26	53888.48														
Base clase 4	m3	3122.16	19.78	61756.32														
C.Rodadura H. Asfáltico mezclado en planta, e=2"(Incluye Imprimación)	m2	26017.99	12.26	318980.56														
Marcas en pavimento	ml	11826.36	0.53	6267.97														
Señales informativas (2.40x1.20) m	U	1	240.02	240.02														
Señales regulatorias (0.60 x 0.60) m	U	7	133.32	933.24														
Señales preventivas (0.60 x 0.60) m	U	31	133.32	4132.92														
<b>Total</b>				<b>576116.77</b>	1115.08	3989.08	6545.34	24404.4	21057.64	20364.65	17145.19	71033.67	118774.1	93035.99	93035.99	95702.39	8907.75	
Inversión acumulada al 100%					0.19	0.69	1.14	4.24	3.66	3.53	2.98	12.33	20.62	16.15	16.15	16.61	1.55	
Avance acumulado %					1115.08	5104.16	11649.5	36053.9	57111.54	77476.19	94621.38	165655.05	284429.15	377465.14	470501.1	566203.52	575111.27	
Inversión acumulada al 120%					1338.1	6124.99	13979.4	43264.68	68533.85	92971.43	113545.66	198786.06	341314.98	452958.17	564601.4	679444.22	690133.52	
Avance acumulado %					0.23	1.06	2.42	7.51	11.9	16.14	19.72	34.51	59.26	78.64	98.02	117.95	119.76	
Inversión acumulada al 80%					892.06	4083.33	9319.6	28843.12	45689.23	61980.95	75697.1	132524.04	227543.32	301972.11	376400.9	452962.82	460089.02	
Avance acumulado %					0.15	0.7	1.62	5.01	7.94	10.76	13.14	23.01	39.5	52.42	65.34	78.63	79.84	

## **6.8 ADMINISTRACIÓN**

La administración del mejoramiento de la vía que conecta las comunidades San Francisco Bajo, La Esperanza y El Barro de la parroquia Huambaló, Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua respecto a su diseño geométrico, diseño de la estructura del pavimento y sistema de drenaje. Será gestionada por la Junta Parroquia de Huambaló en el Ilustre Consejo Provincial de Tungurahua, Institución que posee las competencias, recursos económicos, humanos y técnicos para la ejecución de la obra.

## **6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Se establece un plan de control y evaluación para garantizar una adecuada ejecución de las respectivas etapas de construcción. Se incluyen las especificaciones técnicas del proyecto de acuerdo a lo que especifica el MTOP, y tomando en cuenta los rubros necesarios a contratarse.

El proyecto en su etapa de construcción deberá ejecutarse de acuerdo el cronograma valorado de actividades, en el que se establece el proceso y etapas correspondientes: replanteo y nivelación, desbroce y limpieza, movimiento de tierras.

Se realizará la excavación para las cunetas, encauzamientos, pasos de agua y estructuras menores.

Se iniciará con la colocación de la estructura del pavimento, compactando adecuadamente la subrasante, posteriormente la sub-base y base verificando los espesores determinados de acuerdo el diseño obtenido. Para proceder a la imprimación del asfalto diluido y tendido de la capa asfáltica.

En la sección transversal de la vía se establecerá las pendientes de bombeo que constan en el diseño, y se ejecutará las cunetas laterales para el drenaje de la vía. Concluido todo el proceso constructivo se realiza la señalización tanto horizontal como vertical en todos los tramos que sea necesario.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### 1. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, L. (2010). Vías. Madrid: Don Bosco.

Almeida, V. (2014). Ingeniería en vías y Transporte. Ambato.

CARCHI, U. P. (2011). *MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO*. TULCÁN.

Carlos, S. S. (2014). "Las condiciones de la vía El Capricho- Ishcayacu, perteneciente al Cantón Arosemena Tola, Provincia de Napo y su incidencia en el desarrollo socio económico de los habitantes.". Ambato.

Coronado Iturbide, J. (Noviembre de 2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala.

Corredor, G. (10 de Junio de 2010). Diseño de Pavimentos I. Venezuela.

Díaz Villalobos, D. (2012). CÁLCULO Y REPLANTEO DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE. SINCELEJO – SUCRE.

Eduardo, C. (s.f.). Trazo y Construcción de una Carretera . Mexico.

INEN. (2011). REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004 "SEÑALIZACIÓN VÍAL". Ecuador.

Jiménez, É. (28 de 07 de 2015). Doble Vía. Recuperado el Viernes de Julio de 2015, de Doble Vía: <https://drive.google.com/file/d/0B2BXW41-u5FHaEFFbFRPanhNTQ/view?pli=1>

Lozada, E. R. (2005). Diagnostico de vía existente y diseño del Pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio Ciudadela. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Infraestructura del Transporte. Quito.

MOP. (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras-2003. Quito, Ecuador: MOP.

Murgueitio, P. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá: Instituto Nacional de Vías.

## 2. ANEXOS

- A) Formato de encuestas
- B) Fotografías
- C) Inventario Vial
- D) Formulario del conteo vehicular
- E) Distribución de la prueba estadística chi- cuadrado
- F) Estudio de suelos
- G) Valores de diseño según MOP 2003
- H) Ubicación de la estación meteorológica
- I) Ecuaciones pluviométricas para cada zona de intensidad
- J) Análisis de precios unitarios
- K) Planos

## A. FORMATO DE ENCUESTA



“Universidad Técnica de Ambato”  
Facultad: Ingeniería Civil y Mecánica  
Carrera: Ingeniería Civil



**Tema:** “Las condiciones de la vía San Francisco Bajo - El Barro de la parroquia Huambaló, cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población.”

**Objetivos:** Analizar las condiciones de la vía San Francisco Bajo – El Barro de la parroquia Huambaló del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población.

**Instrucciones:**

Marque con una (x) en el paréntesis según sea su respuesta

**Cuestionario**

**Pregunta N°1.** ¿El mejoramiento de la vía San Francisco Bajo - ¿EL Barro, favorecerá a la calidad de vida de la población?

Si ( ) No ( )

**Pregunta N° 2.** ¿Con qué frecuencia utiliza la vía San Francisco Bajo - EL Barro?

Diariamente ( ) Semanalmente ( ) De vez en Cuando ( )

**Pregunta N°3.** ¿Qué cantidad de Vehículos transitan por esta vía?

Poco ( ) Moderado ( ) Bastante ( )

**Pregunta N°4.** ¿Cree Ud. que al realizar el proyecto la actividad económica y comercial aumentará en el sector de Huambaló?

Si ( ) No ( )

**Pregunta N°5.** ¿Qué tipo de tránsito existe circulando por la Vía San Francisco Bajo - EL Barro?

Automóviles ( ) Camionetas ( ) Motocicletas ( ) Camiones/Tractores ( )

**Pregunta N°6.** ¿Qué días de la semana existe una mayor afluencia de tránsito Vehicular?

Lunes ( ) Martes ( ) Miércoles ( ) Jueves ( ) Viernes ( ) Sábado ( )  
Domingo ( )

**Pregunta N°7.** ¿Está de acuerdo con la señalización y seguridad vial de la parroquia?

Si ( ) No ( )



B. FOTOGRAFÍAS

Recorrido del proyecto



Ancho de la vía (5 m aproximadamente)



Extracción de muestras de suelos





Ensayo de Suelos



## Topografía





C. INVENTARIO VIAL

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>ELABORADO POR: MAURICIO GUAMÁN</b>  <b>INVENTARIO VIAL</b></p> </div>  </div>					
ABSCISA	SUPERFICIE DE RODADURA	ANCHO DE VÍA (m)	SISTEMAS DE DRENAJE	ALCANTARILLADO	OBSERVACIONES
0+000	Tierra	5	No	No	
0+100	Tierra	5	No	No	
0+200	Tierra	5	No	No	
0+300	Tierra	5	No	No	
0+400	Asfalto	Vía Transversal	No	No	Vía Interprovincial Caguaji-Chaupi
0+416	Asfalto	Vía Transversal	No	No	
0+500	Tierra	4	No	No	
0+600	Tierra	3.5	Cuneta de Tierra	No	
0+700	Tierra	3.5	Cuneta de Tierra	No	
0+800	Tierra	3.5	No	No	
0+834	Asfalto	Vía Transversal	No	No	Vía Interprovincial Caguaji-Chaupi
0+850	Asfalto	Vía Transversal	No	No	
0+900	Tierra	6	No	No	
1+000	Tierra	6	No	No	
1+100	Tierra	6	No	No	
1+200	Tierra	6	No	No	
1+300	Tierra	6	No	No	
1+350	Asfalto	6	Cuneta de H.S 0.4x0.4 paredes de e = 0.1	Alcantarillado Sanitario	
1+400	Asfalto	6	Cuneta de H.S 0.4x0.4 paredes de e = 0.1	Alcantarillado Sanitario	
1+450	Asfalto	6	Cuneta de H.S 0.4x0.4 paredes de e = 0.1	Alcantarillado Sanitario	
1+500	Tierra	4	No	No	
1+600	Tierra	4	No	No	
1+700	Tierra	4	No	Alcantarillado Sanitario	
1+800	Tierra	4	No	Alcantarillado Sanitario	
1+900	Tierra	4	No	Alcantarillado Sanitario	
2+000	Asfalto	6	Cuneta de H.S en un costado	Alcantarillado Sanitario	Vía Pelileo-Cotalo
2+100	Asfalto	6	Cuneta de H.S en un costado	Alcantarillado Sanitario	Vía Pelileo-Cotalo
2+200	Tierra	5	Cunetas de Tierra	Alcantarillado Sanitario	
2+300	Tierra	5	Cunetas de Tierra	Alcantarillado Sanitario	
2+400	Tierra	5	Cunetas de Tierra	Alcantarillado Sanitario	
2+500	Tierra	5	Cunetas de Tierra	Alcantarillado Sanitario	
2+600	Tierra	5	Cunetas de Tierra	Alcantarillado Sanitario	
2+700	Tierra	5	Cunetas de Tierra	Alcantarillado Sanitario	
2+800	Tierra	5	No	Alcantarillado Sanitario	
2+900	Tierra	5	No	Alcantarillado Sanitario	

3+000	Tierra	5	No	Alcantarillado Sanitario	
3+100	Tierra	5	No	Alcantarillado Sanitario	
3+200	Tierra	5	No	Alcantarillado Sanitario	
3+300	Tierra	5	No	Alcantarillado Sanitario	
3+400	Tierra	6	No	Alcantarillado Sanitario	
3+500	Tierra	6	No	Alcantarillado Sanitario	
3+600	Tierra	6	No	Alcantarillado Sanitario	
3+700	Tierra	6	No	Alcantarillado Sanitario	
3+800	Tierra	6	No	Alcantarillado Sanitario	
3+900	Empedrado	6	No	Alcantarillado Sanitario	
4+000	Empedrado	6	No	Alcantarillado Sanitario	
4+100	Empedrado	6	No	Alcantarillado Sanitario	

## D. FORMULARIO DE CONTEO VEHICULAR

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CENSO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO</b>						
<b>Ubicación:</b> Vía San Francisco -El Barro							<b>Estación:</b> Única	
<b>Fecha:</b> Viernes, 12 de Junio de 2015							<b>Realizado por:</b> Egdo. Mauricio Guamán	
<b>Tráfico:</b> Ambas direcciones.								
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL EN 15 MIN	ACUMULADO POR HORA
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	2	0	1	0	0	0	3	
6:15 - 6:30	3	1	0	0	0	0	4	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	2	1	0	0	0	0	3	12
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	0	9
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	0	2	7
7:30 - 7:45	2	0	1	0	0	0	3	8
7:45 - 8:00	1	0	0	1	0	0	2	7
8:00 - 8:15	1	0	0	1	0	0	2	9
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	7
8:30 - 8:45	0	0	1	0	0	0	1	5
8:45 - 9:00	0	0	1	0	0	0	1	4
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	2
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	1
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	1
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	2
10:15 - 10:30	2	0	0	0	0	0	2	4
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	5
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	4
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	4
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	3
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	3
11:45 - 12:00	1	0	1	0	0	0	2	5
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	5
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	5
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	0	2	6
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	0	2	6
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	0	1	6
13:15 - 13:30	1	0	1	0	0	0	2	7
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	0	2	7

13:45 - 14:00	1	1	0	0	0	0	2	7
14:00 - 14:15	2	0	0	0	0	0	2	8
14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	0	2	8
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	7
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	5
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	0	1	4
15:15 - 15:30	1	0	0	1	0	0	2	4
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	4
15:45 - 16:00	2	0	0	0	0	0	2	6
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	6
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	5
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	0	4
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	0	2	4
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	4
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	4
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	0	2	6
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	5
<b>TOTAL</b>	54	3	6	3	0	0	66	

Hora de máximo volumen vehicular: 06:00 – 07:00

Resumen del paquete automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camines	Total
9	2	1	12





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CENSO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO



Ubicación: Vía San Francisco -El Barro

Fecha: Sábado, 13 de Junio de 2015

Estación: Única

Tráfico: Ambas direcciones.

Realizado por: Egdo. Mauricio Guamán

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL EN 15 MIN	ACUMULADO POR HORA
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	3	1	0	0	0	0	4	
6:15 - 6:30	3	0	0	0	0	0	3	
6:30 - 6:45	4	0	0	0	0	0	4	
6:45 - 7:00	3	0	0	0	0	0	3	14
7:00 - 7:15	4	1	0	0	0	0	5	15
7:15 - 7:30	3	0	1	0	0	0	4	16
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	13
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	1	11
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	7
8:15 - 8:30	1	0	0	1	0	0	2	5
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	5
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	5
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	5
9:15 - 9:30	3	0	0	0	0	0	3	6
9:30 - 9:45	0	0	0	1	0	0	1	6
9:45 - 10:00	2	0	0	0	0	0	2	7
10:00 - 10:15	1	0	1	0	1	0	3	9
10:15 - 10:30	2	0	0	0	0	0	2	8
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	8
10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	0	2	8
11:00 - 11:15	3	0	0	0	0	0	3	8
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	7
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	7
11:45 - 12:00	3	0	1	1	0	0	5	10
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	0	2	9
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	0	2	10
12:30 - 12:45	4	0	0	0	0	0	4	13
12:45 - 13:00	3	0	0	0	0	0	3	11
13:00 - 13:15	4	0	1	0	0	0	5	14
13:15 - 13:30	2	0	0	0	1	0	3	15
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	12
13:45 - 14:00	2	1	0	0	0	0	3	12
14:00 - 14:15	1	0	1	0	0	0	2	9

14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	0	2	8
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	8
14:45 - 15:00	1	0	1	0	0	0	2	7
15:00 - 15:15	2	0	0	0	0	0	2	7
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	6
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	0	2	7
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	6
16:00 - 16:15	2	0	0	1	0	0	3	7
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	7
16:30 - 16:45	2	0	0	0	0	0	2	7
16:45 - 17:00	1	0	0	1	0	0	2	8
17:00 - 17:15	0	0	1	0	0	0	1	6
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	6
17:30 - 17:45	2	0	0	0	1	0	3	7
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	6
<b>TOTAL</b>	87	3	7	5	3	0	105	

Hora de máximo volumen vehicular: 06:30 – 07:30

Resumen del paquete automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camines	Total
14	1	1	16



14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	0
14:45 - 15:00	0	0	0	2	0	0	2	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	2
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	2
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	0
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	1
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	2
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	3
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	4
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	4
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	3
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	3
<b>TOTAL</b>	29	0	2	3	0	0	34	7

Hora de máximo volumen vehicular: 06:00 – 07:00

Resumen del paquete automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camines	Total
7	0	0	7



14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	0	2	4
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	3
14:45 - 15:00	0	0	0	1	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	0	0	0	1	0	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	1	0	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	3
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	4
16:15 - 16:30	2	0	0	1	0	0	3	6
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	6
16:45 - 17:00	1	0	1	0	0	0	2	7
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	6
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	3
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	3
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	36	3	5	3	0	0	47	8

Hora de máximo volumen vehicular: 12:45 – 13:45

Resumen del paquete automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camines	Total
7	1	0	8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CENSO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO



**Ubicación:** Vía San Francisco -El Barro

**Fecha:** Martes, 16 de Junio de 2015

**Estación:** Única

**Tráfico:** Ambas direcciones.

**Realizado por:** Egdo.Mauricio Guamán

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL EN 15 MIN	ACUMULAD O POR HORAS
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	3	0	0	0	0	0	3	
6:15 - 6:30	2	1	0	0	0	0	3	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	2	1	0	0	0	0	3	11
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	0	2	10
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	8
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	7
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	0	2	6
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	5
8:15 - 8:30	1	0	1	0	0	0	2	6
8:30 - 8:45	2	0	0	0	0	0	2	7
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	6
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	6
9:15 - 9:30	2	0	0	0	0	0	2	6
9:30 - 9:45	2	0	1	0	0	0	3	7
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	6
10:00 - 10:15	1	0	0	1	0	0	2	7
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	5
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	3
10:45 - 11:00	3	0	0	0	0	0	3	6
11:00 - 11:15	1	0	1	0	0	0	2	6
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2	8
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	2	9
11:45 - 12:00	2	0	0	0	0	0	2	8
12:00 - 12:15	3	0	0	0	0	0	3	9
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	0	2	9
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	0	2	9
12:45 - 13:00	1	0	0	1	0	0	2	9
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	0	1	7
13:15 - 13:30	2	0	1	0	0	0	3	8
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	7
13:45 - 14:00	1	1	0	0	0	0	2	7
14:00 - 14:15	2	0	0	1	0	0	3	9

14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	7
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	7
14:45 - 15:00	2	0	0	0	0	0	2	7
15:00 - 15:15	2	0	0	0	0	0	2	6
15:15 - 15:30	0	0	1	1	0	0	2	7
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	7
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	5
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	3
16:15 - 16:30	2	0	0	0	0	0	2	3
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	3
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	0	2	5
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	5
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	0	2	5
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	4
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>	65	3	6	4	0	0	78	11

Hora de máximo volumen vehicular: 06:00 – 07:00

Resumen del paquete automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camines	Total
9	2	0	11





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CENSO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO



**Ubicación:** Vía San Francisco -El

Barro

**Fecha:** Miércoles, 17 de Junio de  
2015

**Estación:** Única

**Tráfico:** Ambas  
direcciones.

**Realizado por:** Egdo.Mauricio Guamán

HORA	LIVIANO S	BUSE S	CAMIONES				TOTAL EN 15 MIN	ACUMULAD O POR HORAS
			C-2-P	C-2-G	C- 3	C- 4		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	0	2	
6:15 - 6:30	0	1	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	1	1	0	0	0	0	2	5
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	0	3
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	3
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	4
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	0	2
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	3
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	2
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	1
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	2
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	1
9:15 - 9:30	0	0	1	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	0	1	3
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	2
10:45 - 11:00	0	0	1	0	0	0	1	2
11:00 - 11:15	3	0	1	0	0	0	4	6
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	6
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	6
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	1	6
12:00 - 12:15	2	0	0	1	0	0	3	5
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	0	2	7
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	0	2	8
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	0	2	9
13:00 - 13:15	2	0	0	0	0	0	2	8
13:15 - 13:30	2	0	0	0	0	0	2	8
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	7

13:45 - 14:00	1	1	0	0	0	0	2	7
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	5
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	3
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 15:15	0	0	1	0	0	0	1	1
15:15 - 15:30	0	0	0	1	0	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	1	0	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	4
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	3
16:45 - 17:00	1	0	0	1	0	0	2	4
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	3
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	4
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	4
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>	35	3	5	3	0	0	46	9

Hora de máximo volumen vehicular: 12:00 – 13:00

Resumen del paquete automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camines	Total
8	2	1	9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CENSO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO



Ubicación: Vía San Francisco -El Barro

Fecha: Jueves, 18 de Junio de 2015

Estación: Única

Realizado por: Egdo. Mauricio  
Guamán

Tráfico: Ambas direcciones.

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL EN 15 MIN	ACUMULAD O POR HORAS
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	1	1	0	0	0	0	2	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	0	1	0	0	0	0	1	5
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	0	4
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	3
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	2	4
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	0	3
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	4
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	3
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	1
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	2
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	1
9:15 - 9:30	2	0	1	0	0	0	3	4
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	4
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	4
10:00 - 10:15	0	0	1	0	0	0	1	5
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	0	2	3
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	3
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	3
11:45 - 12:00	2	0	0	0	0	0	2	5
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	0	2	5
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	0	2	7
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	0	2	8
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	0	2	8
13:00 - 13:15	3	0	0	0	0	0	3	9
13:15 - 13:30	2	0	1	0	0	0	3	10
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	9
13:45 - 14:00	0	0	1	1	0	0	2	9

14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	6
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	3
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	2
14:45 - 15:00	1	0	0	1	0	0	2	2
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	0	1	3
15:15 - 15:30	0	1	0	0	0	0	1	4
15:30 - 15:45	0	0	1	0	0	0	1	5
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	4
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	4
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	4
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	4
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	3
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	0	2	4
17:15 - 17:30	0	0	0	1	0	0	1	4
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	4
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	4
<b>TOTAL</b>	40	3	5	3	0	0	51	10



Hora de máximo volumen vehicular: 12:30 – 13:30

Resumen del paquete automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camines	Total
9	0	1	10

E. Distribución de la prueba estadística Chi-Cuadrado

F. ESTUDIO DE SUELOS

 <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO                      FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA                      LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS                      DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL</p> </div> 											
<b>Proyecto:</b>		Vía San Francisco Bajo - El Barro				<b>Normas:</b>		AASHTO T 217-67			
<b>Sector:</b>		San Francisco, La Esperanza y El Barro				<b>Fecha:</b>		05/05/2015			
<b>Ubicación:</b>		Parroquia Huambaló				<b>Aprobado por:</b>		Ing. Carlo Navarro			
<b>Realizado por:</b>		Egdo. Mauricio Guamán									
ABSCISA	K 0+500		K 1+500		K 2+500		K 3+500		K 4+500		
Recipiente N° (r)	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2	K5-1	K5-2	
Peso recipiente (Wr)	30.80	31.80	31.40	30.30	31.20	31.20	31.20	31.00	30.90	53.10	
Peso húmedo + recipiente (Wm + Wr)	110.70	102.80	122.00	134.60	115.10	114.70	127.80	126.00	116.10	132.70	
Peso seco + recipiente (Ws + Wr)	106.00	98.60	113.00	124.50	107.40	107.20	118.30	116.70	109.50	126.70	
Peso del agua (Ww)	4.70	4.20	9.00	10.10	7.70	7.50	9.50	9.30	6.60	18.60	
Peso seco (Ws)	75.20	66.80	81.60	94.20	76.20	76.00	87.10	85.70	78.60	73.60	
Contenido de humedad ((Ww/Ws)*100)(%)	6.25	6.29	11.03	10.72	10.10	9.87	10.91	10.85	8.40	25.27	
Contenido de humedad promedio (W%)	<b>6.27</b>		<b>10.88</b>		<b>9.99</b>		<b>10.88</b>		<b>16.83</b>		



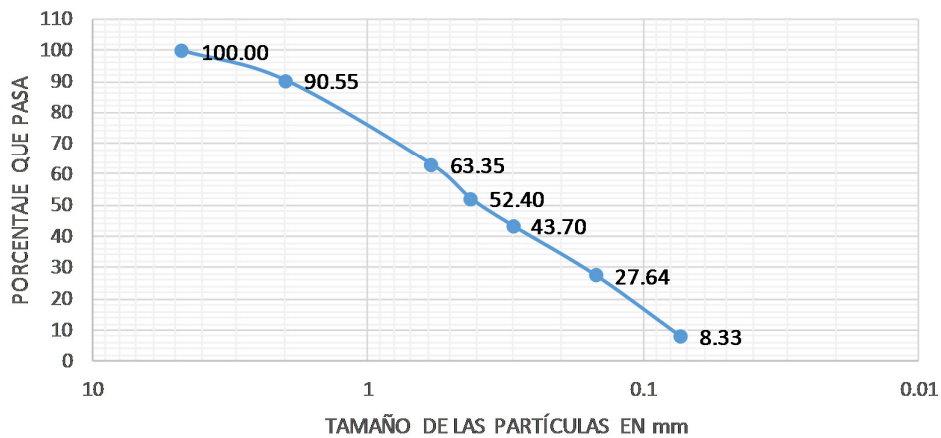
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
GRANULOMETRÍA



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** Km 0+500  
**Norma:** AASHTO T-87-70 **Fecha:** 06/03/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	0	0	0	100.00
1 1/2"	38.1	0	0	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.1	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.52	0	0.00	100.00
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		5000	100.00	
N 10	2	43.3	9.45	90.55
N 30	0.59	168	36.65	63.35
N 40	0.425	218.2	47.60	52.40
N 50	0.3	258.1	56.30	43.70
N 100	0.149	331.7	72.36	27.64
N 200	0.074	420.2	91.67	8.33
PASA EL N 200		38.2	8.33	
TOTAL		458.4		
PESO ANTES DE LAVADO		500		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		458.4		
TOTAL - DIFERENCIA		41.6		

**GRANULOMETRÍA K 0+500**





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló  
**Norma:** AASHTO T-180  
**Método:** Proctor Modificado Método B

**Abscisa:** Km 0+500  
**Fecha:** 10/05/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán  
**Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

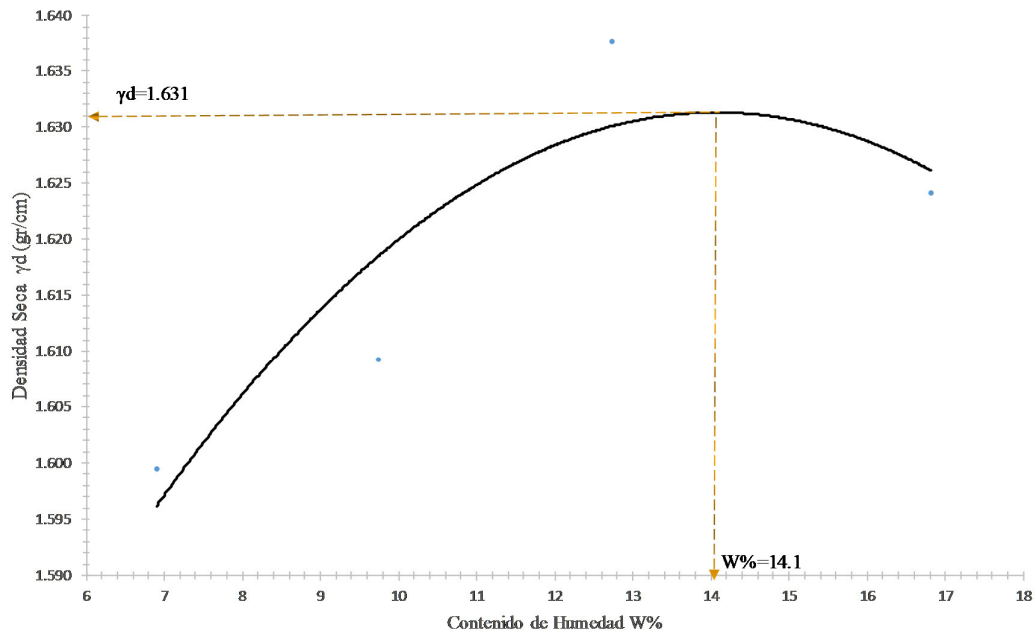
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18 "	Peso del molde:	13980 g	Volumen molde cc:	2295.43 cm <sup>3</sup>
Energía de Compactación Ec:	$= (N * n * w * h) / V = 51811.9$				

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	A	B	C	E
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	6	9	12	15
Humedad inicial añadida en (cc)	360	540	720	900
P molde + Suelo húmedo	17905	18034	18218	18335
Peso suelo húmedo	3925	4054	4238	4355
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.710	1.766	1.846	1.897

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	148.5	133.8	141.3	130.7	142.3	135	146.8	147.4
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	141.1	127	131.5	121.9	129.8	123.3	129.4	131.4
Peso del recipiente (Wr)	31	31	31.2	31.3	31.8	31.2	31	31
Peso del agua (Ww)	7.4	6.8	9.8	8.8	12.5	11.7	17.4	16
Peso de los sólidos (Ws)	110.1	96	100.3	90.6	98	92.1	98.4	100.4
Contenido de humedad (W%)	6.72	7.08	9.77	9.71	12.76	12.70	17.68	15.94
Contenido de humedad prom (W%)	6.90		9.74		12.73		16.81	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.600		1.609		1.638		1.624	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** 0+500 Chispas  
**Norma:** AASHTO T-180 D1883-99 **Fecha:** 15/05/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18"

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo
P. Hum. + Molde	14020	14203	13795	14030	10580	10869
Peso Molde	9680	9680	9604	9604	6688	6688
P. Humedo	4340	4523	4191	4426	3892	4181
Volumen Muestra	2336.73	2336.73	2391.55	2391.55	2285.80	2285.80
Densidad Humedad	1.857	1.936	1.752	1.851	1.703	1.829
Densidad Seca	1.633	1.660	1.539	1.575	1.499	1.540
Den. Seca Prom.	1.646		1.557		1.520	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	123.3	114.3	138	110.9	113.1	134.1	112.2	136.4	124.9
P. Seco + Recipiente	112.2	104.2	122.8	101.2	103.1	118.8	102.6	123.7	110.1
Peso Recipiente	30.8	31.2	31.3	30.8	31.3	31.3	31.1	31.2	31.3
Peso Agua	11.1	10.1	15.2	9.7	10	15.3	9.6	12.7	14.8
Peso de Sólidos	81.4	73	91.5	70.4	71.8	87.5	71.5	92.5	78.8
Contenido Humedad %	13.64	13.84	16.61	13.78	13.93	17.49	13.43	13.73	18.78
Con. Hum. Prom. %	13.74		16.61	13.85		17.49	13.58		18.78
Agua Absorvida %	2.88			3.63			5.20		





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE C.B.R.**



Proyecto: Vía San Francisco Bajo-El Barro.

Sector: San Francisco, La Esperanza y El Barro.

Ubicación: Parroquia Huambaló.

Abscisa: Km 0+500

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 21/05/2015

Realizado por: Ego. Mauricio Guamán.

Aprobado por: Ing. Carlos Navarro.

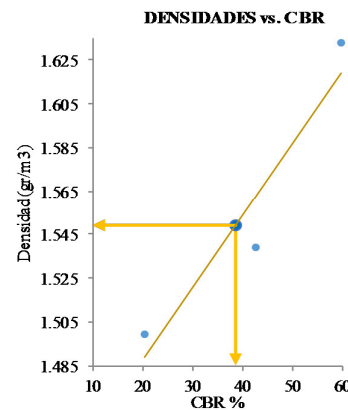
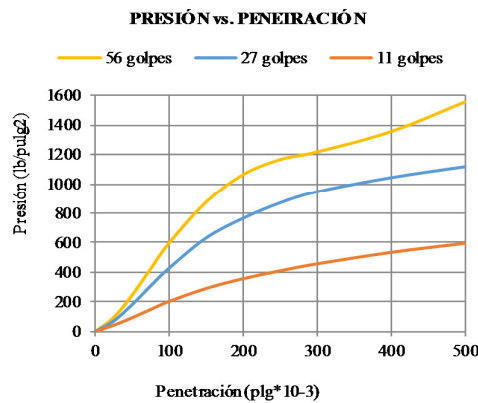
**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número			A				B				C						
Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
	Día y Mes	Hora		Días	Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%		
16-jun-15	14:15	0	0.553		0.00	0	0.571		0.00	0	0.178		0.00	0			
17-jun-15	14:10	1	0.554	4.97	0.12	0	0.572	5.02	0.12	0.02	0.179	5.11	0.12	0.02			
18-jun-15	14:35	2	0.555		0.22	0	0.574		0.24	0.05	0.180		0.24	0.05			

**ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)      Área del pistón = 3 plg<sup>2</sup>      Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)

Molde Número			A				B				C						
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg <sup>2</sup>		CB R %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg <sup>2</sup>		CB R %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg <sup>2</sup>		CB R %			
Min.	Seg.			Leida	Corg			Leida	Corg			Leida	Corg		Leida	Corg	
		0	0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0					
0	30	25	279	93.0			209.9	70.0			126.6	42.2					
1	0	50	731	243.7			541.9	180.6			280.3	93.4					
1	30	75	1262	420.8			919.9	306.6			446.4	148.8					
2	0	100	1786	595.4	595.4	59.5	1280.3	426.8	426.8	42.7	610.0	203.3	203.3	20.3			
3	0	150	2621	873.7			1893.0	631.0			871.6	290.6					
4	0	200	3188	1062.6	1062.6	70.8	2295.1	765.1	765.1	51.0	1071.1	357.1	357.1	23.8			
5	0	250	3496	1165.2			2609.0	869.7			1229.9	410.0					
6	0	300	3652	1217.2			2837.3	945.8			1371.4	457.1					
8	0	400	4064	1354.8			3129.1	1043.0			1603.1	534.4					
10	0	500	4665	1555.1			3353.6	1117.9			1788.3	596.1					
CBR Corregido																	
						59.5				42.7					20.3		



DENSIDADES	RESISTENCIAS	DENSIDAD MAX	RESISTENCIA
1.633 gr/cm <sup>3</sup>	59.5 %	1.631 gr/cm <sup>3</sup>	
1.539 gr/cm <sup>3</sup>	42.7 %	95% DE DM 1.549 gr/cm <sup>3</sup>	
1.499 gr/cm <sup>3</sup>	20.3 %	CBR PUNTUAL 38.60 %	

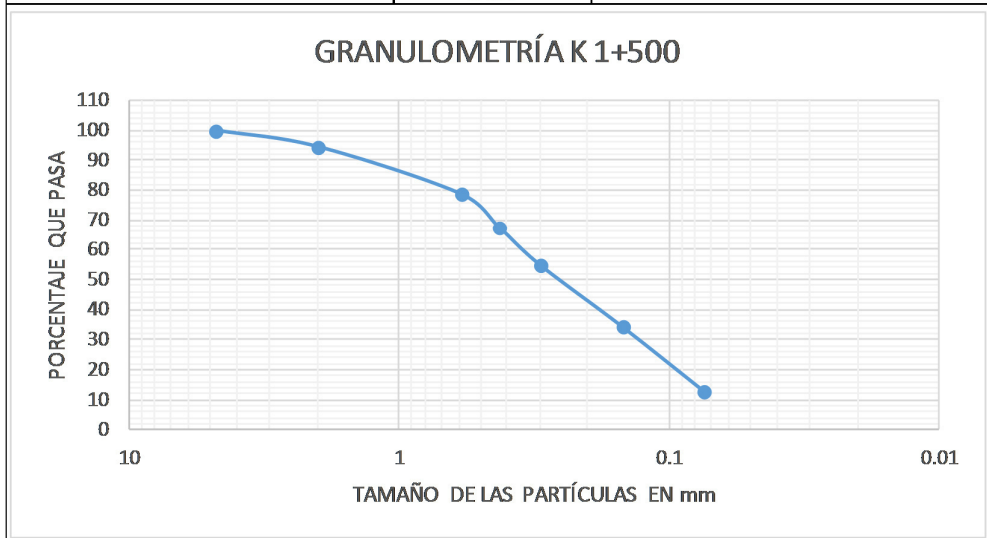


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
GRANULOMETRÍA



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** Km 1+500  
**Norma:** AASHTO T-87-70 **Fecha:** 06/03/2015  
**Realizado por:** Egado. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	50.8	0	0	100.00
1 1/2"	38.1	0	0	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.1	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.52	0	0.00	100.00
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		5000	100.00	
N 10	2	24.1	5.43	94.57
N 30	0.59	94.1	21.22	78.78
N 40	0.425	144.7	32.63	67.37
N 50	0.3	200.7	45.25	54.75
N 100	0.149	291.6	65.75	34.25
N 200	0.074	387.45	87.36	12.64
PASA EL N 200		56.05	12.64	
TOTAL		443.5		
PESO ANTES DE LAVADO		500		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		443.5		
TOTAL - DIFERENCIA		56.5		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 ENSAYO DE COMPACTACIÓN



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro      **Abscisa:** Km 1+500  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló      **Fecha:** 0/05/2015  
**Norma:** AASHTO T-180      **Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán  
**Método:** Proctor Modificado Método B      **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

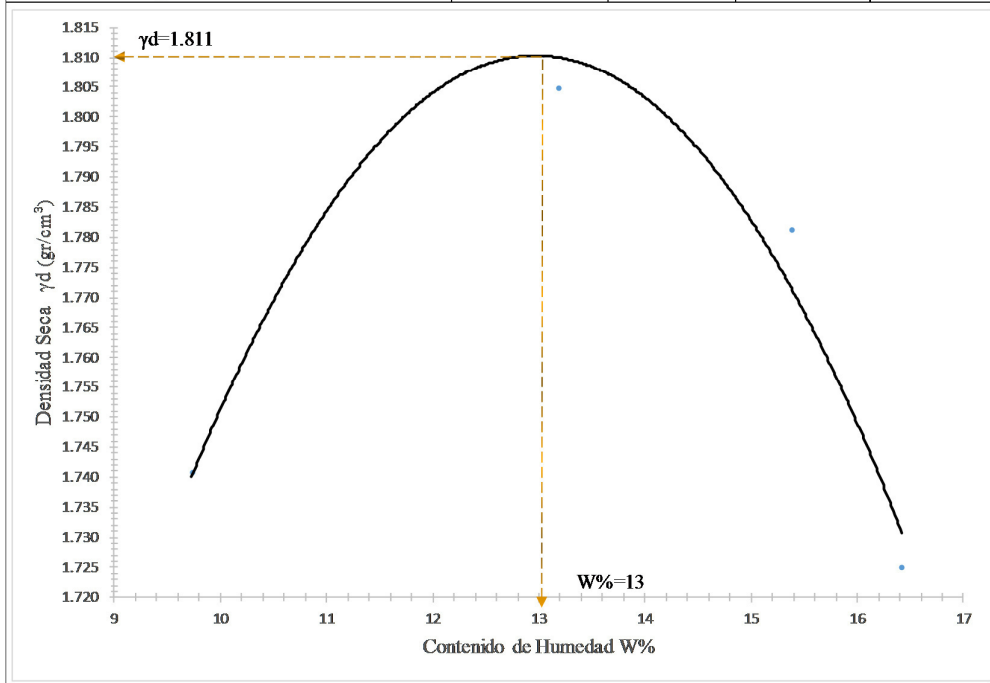
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18 "	Peso del molde:	13980 g	Volumen molde cc:	2295.4 cm <sup>3</sup>
Energía de Compactación Ec:	$= (N \cdot n \cdot w \cdot h) / V = 51811.9$				

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	A	B	D	D
Peso inicial de muestra descada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	6	9	12	15
Humedad inicial añadida en (cc)	360	540	720	900
P molde + Suelo húmedo	18365	18669	18698	18590
Peso suelo húmedo	4385	4689	4718	4610
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.910	2.043	2.055	2.008

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	126.9	135.8	154.4	164.8	153.6	156.1	156	158.5
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	118.5	126.4	140	149.3	137.4	139.4	138	140.9
Peso del recipiente (Wr)	31	31	31.3	31.2	31.7	31.2	31	31
Peso del agua (Ww)	8.4	9.4	14.4	15.5	16.2	16.7	18	17.6
Peso de los sólidos (Ws)	87.5	95.4	108.7	118.1	105.7	108.2	107	109.9
Contenido de humedad (W%)	9.60	9.85	13.25	13.12	15.33	15.43	16.82	16.01
Contenido de humedad prom (W%)	9.73		13.19		15.38		16.42	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.741		1.805		1.781		1.725	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** 1+500 TRA  
**Norma:** AASHTO T-180 D1883-99 **Fecha:** 15/05/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18"

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo
P. Hum. + Molde	14462	14577	14315	14509	10925	11215
Peso Molde	9680	9680	9604	9604	6688	6688
P. Humedo	4782	4897	4711	4905	4237	4527
Volumen Muestra	2336.73	2336.73	2391.55	2391.55	2285.80	2285.80
Densidad Humedad	2.046	2.096	1.970	2.051	1.854	1.980
Densidad Seca	1.821	1.789	1.753	1.747	1.653	1.681
Den. Seca Prom.	1.805		1.750		1.667	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	136	138.3	139.2	108	122.1	119.3	150	136.2	118
P. Seco + Recipiente	124.2	126.7	123.4	99.4	112.1	106.2	137.1	124.8	104.9
Peso Recipiente	30.9	31	31.2	30.5	30.6	31	31	31.2	31.4
Peso Agua	11.8	11.6	15.8	8.6	10	13.1	12.9	11.4	13.1
Peso de Sólidos	93.3	95.7	92.2	68.9	81.5	75.2	106.1	93.6	73.5
Contenido Humedad %	12.65	12.12	17.14	12.48	12.27	17.42	12.16	12.18	17.82
Con. Hum. Prom. %	12.38		17.14	12.38		17.42	12.17		17.82
Agua Absorvida %	4.75			5.04			5.65		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE C.B.R.**



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro.

**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro.

**Ubicación:** Parroquia Huambaló.

**Abscisa:** Km 1+500

**Norma:** ASTM D 1883-99

**Fecha:** 21/05/2015

**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán.

**Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro.

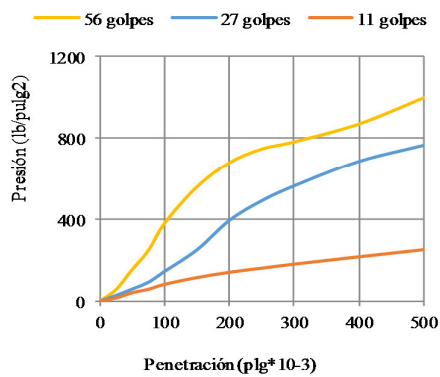
**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número			A				B				C						
Fecha		Tiempo	Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
Día y Mes	Hora	Días		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%	Mues plg.	plg *10-2		%			
18-jun-15	14:11	0	0.552		0.00	0	0.493		0.00	0	0.179		0.00	0			
19-jun-15	14:28	1	0.554	4.97	0.28	0.06	0.495	5.02	0.28	0.05	0.182	5.11	0.24	0.05			
20-jun-15	14:15	2	0.555		0.31	0.06	0.496		0.35	0.07	0.182		0.31	0.06			

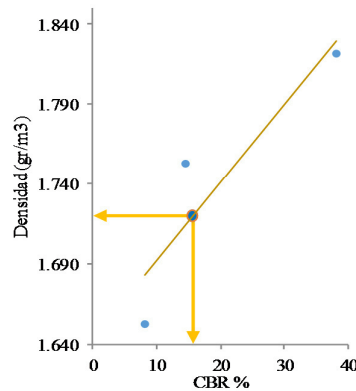
**ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg <sup>2</sup>				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet.	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.			"10-3	Leída			Corg	Leída			Corg	Leída	
		"10-3	lb	lb/pulg <sup>2</sup>		%	lb	lb/pulg <sup>2</sup>		%	lb	lb/pulg <sup>2</sup>		%
		0	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0	30	25	169.6	56.5			81.5	27.2			44.4	14.8		
1	0	50	462.8	154.3			175.1	58.4			121.4	40.5		
1	30	75	742.3	247.4			275.3	91.8			171.6	57.2		
2	0	100	1141.1	380.4	380.4	38.0	433.9	144.7	144.7	14.5	244.2	81.4	81.4	8.1
3	0	150	1674.5	558.2			750.0	250.0			342.8	114.3		
4	0	200	2032.4	677.5	677.5	45.2	1180.8	393.6	393.6	26.2	419.7	139.9	139.9	9.3
5	0	250	2235.2	745.1			1468.8	489.6			480.4	160.2		
6	0	300	2340.7	780.2			1687.5	562.5			538.7	179.6		
8	0	400	2605.3	868.4			2051.3	683.8			646.6	215.5		
10	0	500	2990.6	996.9			2290.9	763.6			751.0	250.3		
<b>CBR Corregido</b>						38.0				14.5				8.1

**PRESIÓN vs. PENEIRACIÓN**



**DENSIDADES vs. CBR**



**DENSIDADES**

1.821 gr/cm<sup>3</sup>

1.753 gr/cm<sup>3</sup>

1.653 gr/cm<sup>3</sup>

**RESISTENCIAS**

38.0 %

14.5 %

8.1 %

**DENSIDAD MAX**

1.811 gr/cm<sup>3</sup>

**95% DE DM**

1.72 gr/cm<sup>3</sup>

**CBR PUNTUAL**

15.60 %

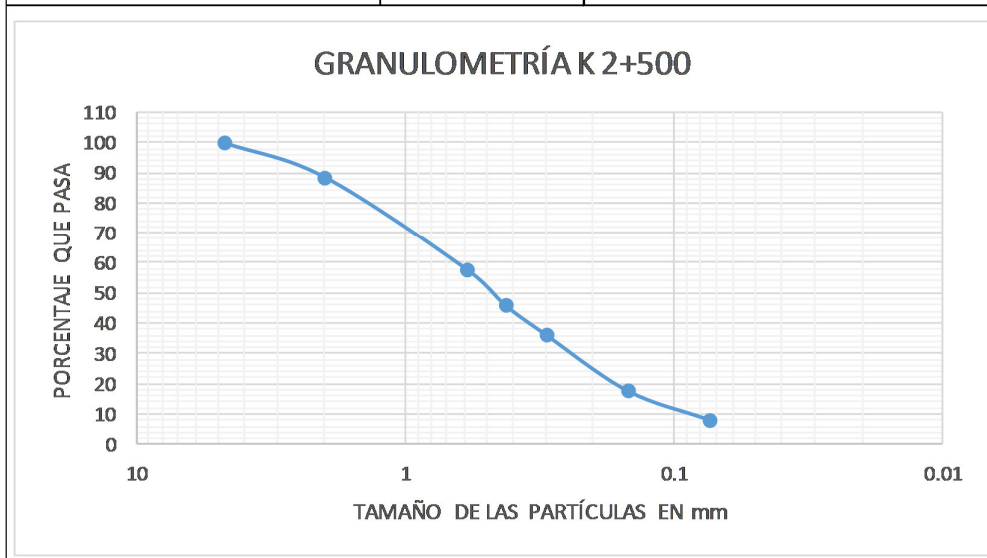


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
GRANULOMETRÍA



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** Km 2+500  
**Norma:** AASHTO T-87-70 **Fecha:** 06/03/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	50.8	0	0	100.00
1 1/2"	38.1	0	0	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.1	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.52	0	0.00	100.00
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		5000	100.00	
N 10	2	50.9	11.43	88.57
N 30	0.59	188.2	42.24	57.76
N 40	0.425	240.8	54.05	45.95
N 50	0.3	284.3	63.82	36.18
N 100	0.149	366.8	82.33	17.67
N 200	0.074	409.5	91.92	8.08
PASA EL N 200		36	8.08	
TOTAL		445.5		
PESO ANTES DE LAVADO		500		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		445.5		
TOTAL - DIFERENCIA		54.5		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro      **Abscisa:** Km 2+500  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló      **Fecha:** 10/05/2015  
**Norma:** AASHTO T-180      **Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán  
**Método:** Proctor Modificado Método B      **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

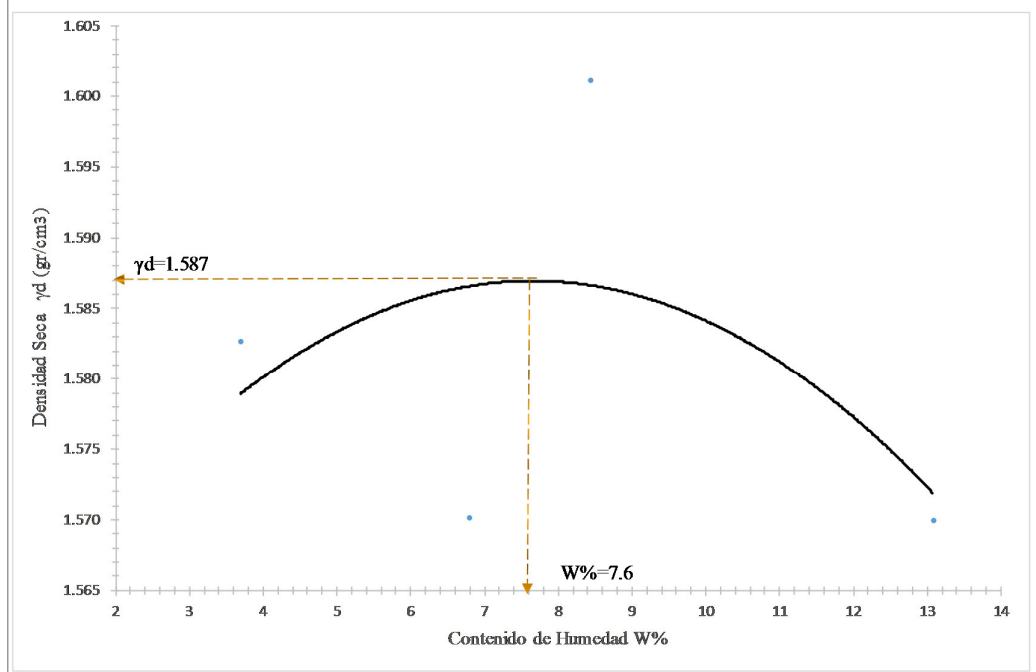
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18 "	Peso del molde:	13980 g	Volumen molde cc:	2295.4 cm <sup>3</sup>
Energía de Compactación Ec:	$= (N \cdot n \cdot w \cdot h) / V = 51811.9$				

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	A	B	C	D
Peso inicial de muestra desecada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720
P molde + Suelo húmedo	17747	17829	17965	18055
Peso suelo húmedo	3767	3849	3985	4075
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.641	1.677	1.736	1.775

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	148.5	160	140.9	144.7	139.1	153.7	157.4	144.4
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	144.2	156.3	134	137.4	132.2	142.5	142.9	131.2
Peso del recipiente (Wr)	30.8	53.1	31	31.3	30.8	31	30.9	31.2
Peso del agua (Ww)	4.3	3.7	6.9	7.3	6.9	11.2	14.5	13.2
Peso de los sólidos (Ws)	113.4	103.2	103	106.1	101.4	111.5	112	100
Contenido de humedad (W%)	3.79	3.59	6.70	6.88	6.80	10.04	12.95	13.20
Contenido de humedad prom (W%)	3.69		6.79		8.42		13.07	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.583		1.570		1.601		1.570	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** 2+500 TMSAS  
**Norma:** AASHTO T-180 D1883-99 **Fecha:** 15/05/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18"

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo
P. Hum. + Molde	13600	13890	13447	13669	13315	13620
Peso Molde	9680	9680	9604	9604	9688	9688
P. Humedo	3920	4210	3843	4065	3627	3932
Volumen Muestra	2336.73	2336.73	2391.55	2391.55	2285.80	2285.80
Densidad Humedad	1.678	1.802	1.607	1.700	1.587	1.720
Densidad Seca	1.567	1.662	1.494	1.503	1.475	1.489
Den. Seca Prom.	1.614		1.498		1.482	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	143	143.9	142	137.3	125.7	134	130.3	126.2	140.2
P. Seco + Recipiente	135.6	136.5	133.4	129.8	119	122.1	123.4	119.4	125.5
Peso Recipiente	31.1	31.3	31.1	31	30.7	31	30.8	31.8	30.8
Peso Agua	7.4	7.4	8.6	7.5	6.7	11.9	6.9	6.8	14.7
Peso de Sólidos	104.5	105.2	102.3	98.8	88.3	91.1	92.6	87.6	94.7
Contenido Humedad %	7.08	7.03	8.41	7.59	7.59	13.06	7.45	7.76	15.52
Con. Hum. Prom. %	7.06		8.41	7.59		13.06	7.61		15.52
Agua Absorbida %	1.35			5.47			7.92		





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE C.B.R.**



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro.

**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro.

**Ubicación:** Parroquia Huambaló.

**Abscisa:** Km 2+500

**Norma:** ASTM D 1883-99

**Fecha:** 21/05/2015

**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán.

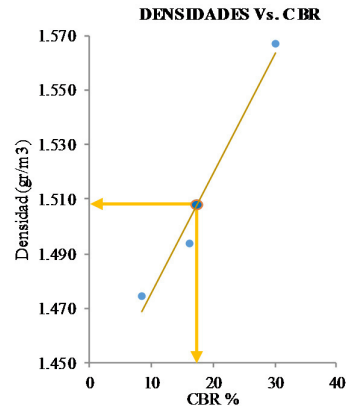
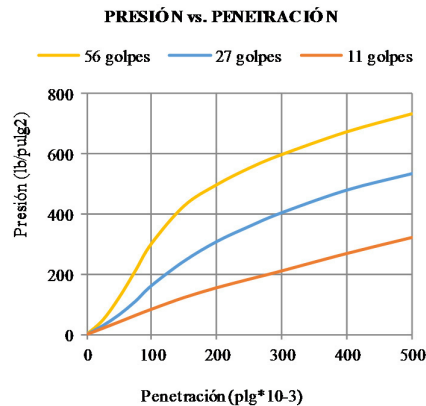
**Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro.

**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número			A				B				C			
Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj	
Día y Mes	Hora	Días	Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.	plg *10-2	%
20-jun-15	14:20	0	0.559	0.00	0	0.508	0.00	0	0.306	0.00	0		0.00	0
21-jun-15	14:17	1	0.562	0.28	0.06	0.510	0.20	0.04	0.311	0.20	0.04	5.11	0.53	0.1
23-jun-15	14:35	2	0.563	0.39	0.08	0.511	0.26	0.05	0.313	0.26	0.05		0.75	0.15

**ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg <sup>2</sup>				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet.	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	"10-3	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%		lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%		lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%	
		0	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0	30	25	143.9	48.0			88.3	29.4			61.9	20.7		
1	0	50	368.0	122.7			196.6	65.5			125.0	41.7		
1	30	75	634.6	211.5			330.1	110.0			189.9	63.3		
2	0	100	907.1	302.4	302.4	30.2	487.6	162.5	162.5	16.3	252.0	84.0	84.0	8.4
3	0	150	1280.9	427.0			731.1	243.7			368.1	122.7		
4	0	200	1490.8	496.9	496.9	33.1	924.5	308.2	308.2	20.5	465.7	155.2	155.2	10.3
5	0	250	1656.1	552.0			1075.8	358.6			550.1	183.4		
6	0	300	1791.2	597.1			1212.2	404.1			633.1	211.0		
8	0	400	2018.0	672.7			1437.5	479.2			806.4	268.8		
10	0	500	2197.3	732.4			1600.8	533.6			965.1	321.7		
<b>CBR Corregido</b>						30.2				16.3				8.4



DENSIDADES	RESISTENCIAS	DENSIDAD MAX	RESISTENCIA
1.567 gr/cm <sup>3</sup>	30.2 %	1.587 gr/cm <sup>3</sup>	
1.494 gr/cm <sup>3</sup>	16.3 %	1.508 gr/cm <sup>3</sup>	
1.475 gr/cm <sup>3</sup>	8.4 %	<b>CBR PUNTUAL</b>	<b>17.40 %</b>

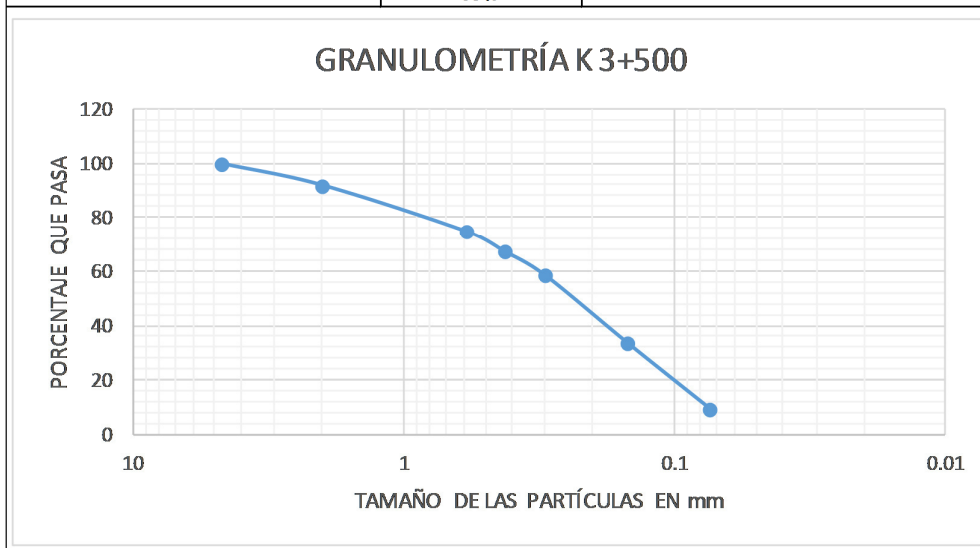


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
GRANULOMETRÍA



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** Km 3+500  
**Norma:** AASHTO T-87-70 **Fecha:** 06/03/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	50.8	0	0	100.00
1 1/2"	38.1	0	0	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.1	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.52	0	0.00	100.00
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		5000	100.00	
N 10	2	35	8.06	91.94
N 30	0.59	109.3	25.18	74.82
N 40	0.425	141.8	32.67	67.33
N 50	0.3	180.6	41.60	58.40
N 100	0.149	288.3	66.41	33.59
N 200	0.074	392.75	90.47	9.53
PASA EL N 200		41.35	9.53	
TOTAL		434.1		
PESO ANTES DE LAVADO		500		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		434.1		
TOTAL - DIFERENCIA		65.9		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro      **Abscisa:** Km 3+500  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló      **Fecha:** 10/05/2015  
**Norma:** AASHTO T-180      **Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán  
**Método:** Proctor Modificado Método B      **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

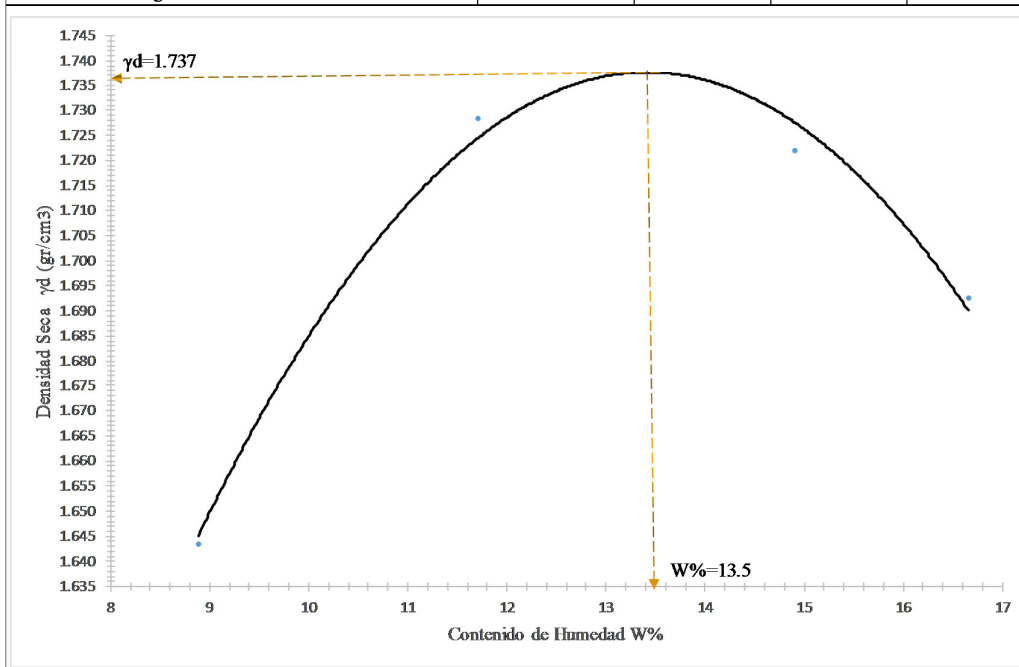
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18 "	Peso del molde:	13980 g	Volumen molde cc:	2295.4 cm <sup>3</sup>
Energía de Compactación Ec:	$= (N \cdot n \cdot w \cdot h) / V = 51811.9$				

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	B	C	D	E
Peso inicial de muestra desecada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	6	9	12	15
Humedad inicial añadida en (cc)	360	540	720	900
P molde + Suelo húmedo	18088	18412	18522	18513
Peso suelo húmedo	4108	4432	4542	4533
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.790	1.931	1.979	1.975

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	133.6	160	150.6	145.8	155.6	154.8	160.8	160.6
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	125.4	149.2	138	133.8	139.3	138.9	141.6	142.8
Peso del recipiente (Wr)	30.8	30.5	30.8	30.8	31.1	31	31.4	30.8
Peso del agua (Ww)	8.2	10.8	12.6	12	16.3	15.9	19.2	17.8
Peso de los sólidos (Ws)	94.6	118.7	107.2	103	108.2	107.9	110.2	112
Contenido de humedad (W%)	8.67	9.10	11.75	11.65	15.06	14.74	17.42	15.89
Contenido de humedad prom (W%)	8.88		11.70		14.90		16.66	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.644		1.729		1.722		1.693	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** 3+500 ANGBR  
**Norma:** AASHTO T-180 D1883-99 **Fecha:** 15/05/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18"

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo
P. Hum. + Molde	11700	11820	13965	14144	13759	14050
Peso Molde	7198	7198	9611	9611	9648	9648
P. Humedo	4502	4622	4354	4533	4111	4402
Volumen Muestra	2317.85	2317.85	2342.90	2342.90	2340.33	2340.33
Densidad Humedad	1.942	1.994	1.858	1.935	1.757	1.881
Densidad Seca	1.705	1.713	1.648	1.671	1.569	1.596
Den. Seca Prom.	1.709		1.660		1.583	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	118.5	121	129.7	163.4	137.4	126.4	150	135.8	118
P. Seco + Recipiente	107.9	109.9	115.8	151.2	125.7	113.4	137.1	124.8	104.9
Peso Recipiente	31.2	31	31.1	57.8	31.4	30.9	31	31.2	31.4
Peso Agua	10.6	11.1	13.9	12.2	11.7	13	12.9	11	13.1
Peso de Sólidos	76.7	78.9	84.7	93.4	94.3	82.5	106.1	93.6	73.5
Contenido Humedad %	13.82	14.07	16.41	13.06	12.41	15.76	12.16	11.75	17.82
Con. Hum. Prom. %	13.94		16.41	12.73		15.76	11.96		17.82
Agua Absorvida %	2.47		3.02			5.87			



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE C.B.R.**



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro.

**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro.

**Ubicación:** Parroquia Huambaló.

**Abscisa:** Km 3+500

**Norma:** ASTM D 1883-99

**Fecha:** 21/05/2015

**Realizado por:** Ego. Mauricio Guamán.

**Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro.

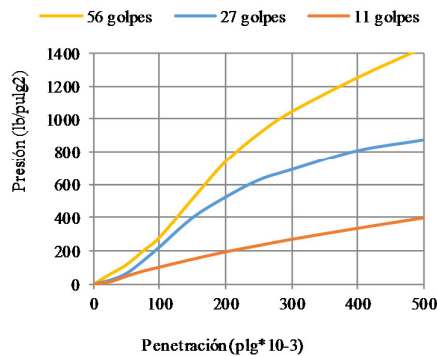
**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número			A				B				C						
Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
	Día y Mes	Hora		Días	Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%		
23-jun-15	14:15	0	0.540		0.00	0	0.489		0.00	0	0.297		0.00	0			
24-jun-15	14:20	1	0.543	4.97	0.28	0.06	0.490	5.02	0.16	0.03	0.300	5.11	0.35	0.07			
25-jun-15	14:25	2	0.543		0.28	0.06	0.491		0.24	0.05	0.302		0.47	0.09			

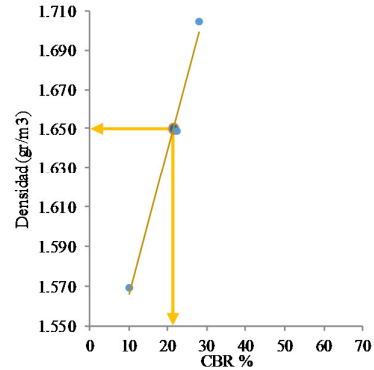
**ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)			Área del pistón = 3 plg2			Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)								
Molde Número			A				B			C				
Tiempo		Penet.	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.			Leida	Corg			Leida	Corg			Leida	Corg	
		"10-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
		0	0.0	0.0			0	0.0			0.0	0.0		
0	30	25	179.5	59.8			72.222	24.1			44.2	14.7		
1	0	50	352.5	117.5			195.17	65.1			144.5	48.2		
1	30	75	599.2	199.7			421.89	140.6			235.3	78.4		
2	0	100	845.5	281.8	28.2		674.22	224.7	22.5		307.7	102.6	102.6	10.3
3	0	150	1539.9	513.3			1200.1	400.0			450.5	150.2		
4	0	200	2220.3	740.1	740.1	49.3	1571.3	523.8	523.8	34.9	583.1	194.4	194.4	13.0
5	0	250	2732.4	910.8			1880.8	626.9			697.3	232.5		
6	0	300	3136.7	1045.6			2071.8	690.6			809.2	269.7		
8	0	400	3758.3	1252.8			2424.9	808.3			1008.4	336.2		
10	0	500	4306.3	1435.4			2621.8	873.9			1197.1	399.1		
<b>CBR Corregido</b>						28.2				22.5				10.3

**PRESIÓN vs. PENEIRACIÓN**



**DENSIDADES Vs. CBR**



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.705 gr/cm3	28.2 %
1.648 gr/cm3	22.5 %
1.569 gr/cm3	10.3 %

<b>DENSIDAD MAX</b>	1.737	gr/cm3
<b>95%DE DM</b>	1.65	gr/cm3
<b>CBR PUNTUAL</b>	21.50	%

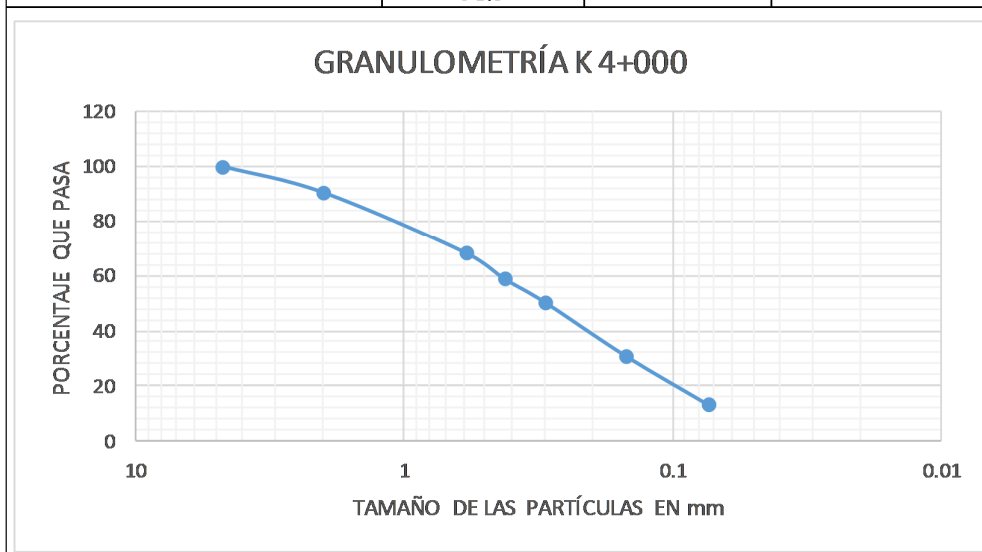


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
GRANULOMETRÍA



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** Km 4+000  
**Norma:** AASHTO T-87-70 **Fecha:** 06/03/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	50.8	0	0	100.00
1 1/2"	38.1	0	0	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.1	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.52	0	0.00	100.00
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		5000	100.00	
N 10	2	42.9	9.56	90.44
N 30	0.59	142.5	31.76	68.24
N 40	0.425	184.5	41.12	58.88
N 50	0.3	222.9	49.68	50.32
N 100	0.149	310.9	69.29	30.71
N 200	0.074	389.2	86.74	13.26
PASA EL N 200		59.5	13.26	
TOTAL		448.7		
PESO ANTES DE LAVADO		500		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		448.7		
TOTAL - DIFERENCIA		51.3		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro      **Abscisa:** Km 4+000  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló      **Fecha:** 10/05/2015  
**Norma:** AASHTO T-180      **Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán  
**Método:** Proctor Modificado Método B      **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

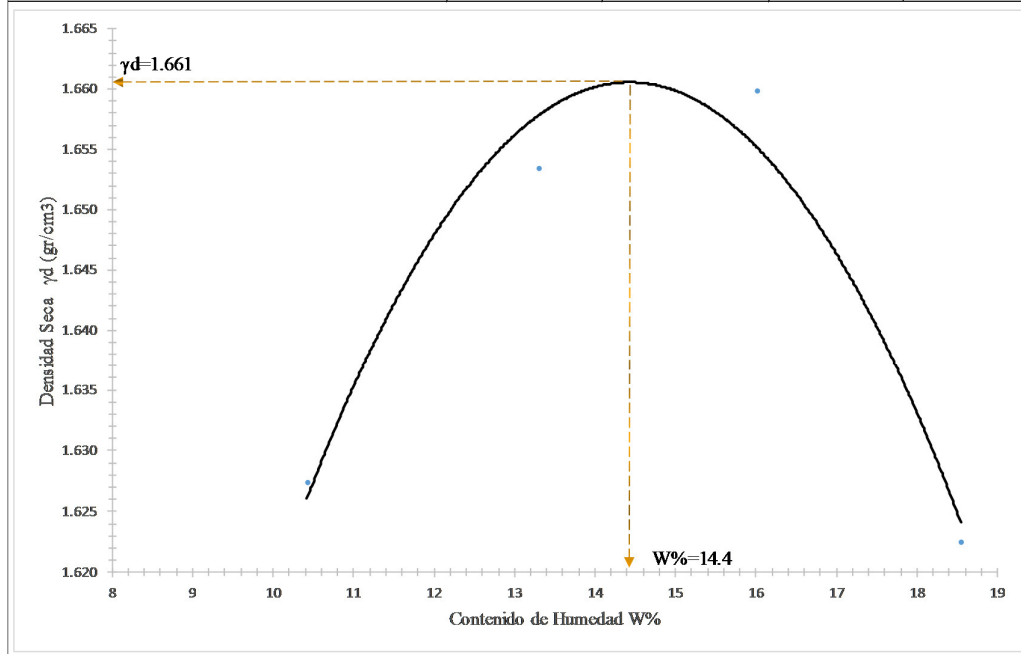
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18 "	Peso del molde:	13980 g	Volumen molde cc:	2295.4 cm <sup>3</sup>
Energía de Compactación Ec:	$= (N \cdot n \cdot w \cdot h) / V = 51811.9$				

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	C	D	E	F
Peso inicial de muestra desecada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	9	12	15	18
Humedad inicial añadida en (cc)	540	720	900	1080
P molde + Suelo húmedo	18105	18280	18400	18395
Peso suelo húmedo	4125	4300	4420	4415
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.797	1.873	1.926	1.923

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	129.1	135.1	151.5	139	187.5	141.4	181.4	151.1
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	119.8	125.3	137.3	126.4	164.3	127.4	154.1	135.6
Peso del recipiente (Wr)	30.8	31	31	31.2	31.3	31.3	31.2	31.4
Peso del agua (Ww)	9.3	9.8	14.2	12.6	23.2	14	27.3	15.5
Peso de los sólidos (Ws)	89	94.3	106.3	95.2	133	96.1	122.9	104.2
Contenido de humedad (W%)	10.45	10.39	13.36	13.24	17.44	14.57	22.21	14.88
Contenido de humedad prom (W%)	10.42		13.30		16.01		18.54	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.627		1.653		1.660		1.623	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro  
**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro  
**Ubicación:** Parroquia Huambaló **Abscisa:** 4+000 ANGBR  
**Norma:** AASHTO T-180 D1883-99 **Fecha:** 15/05/2015  
**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán **Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18"

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo
P. Hum. + Molde	14190	14270	14025	14143	10722	10920
Peso Molde	9680	9680	9604	9604	6688	6688
P. Humedo	4510	4590	4421	4539	4034	4232
Volumen Muestra	2336.73	2336.73	2391.55	2391.55	2285.80	2285.80
Densidad Humedad	1.930	1.964	1.849	1.898	1.765	1.851
Densidad Seca	1.688	1.701	1.627	1.640	1.545	1.574
Den. Seca Prom.	1.694		1.633		1.559	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	112.6	115.2	129.5	153	137.4	123.9	126.8	139.5	128.5
P. Seco + Recipiente	102.4	104.7	116.3	138.6	124.4	111.2	114.9	125.9	113.9
Peso Recipiente	31.2	31.3	31.2	31.7	30.3	30.4	30.9	31.2	31.2
Peso Agua	10.2	10.5	13.2	14.4	13	12.7	11.9	13.6	14.6
Peso de Sólidos	71.2	73.4	85.1	106.9	94.1	80.8	84	94.7	82.7
Contenido Humedad %	14.33	14.31	15.51	13.47	13.82	15.72	14.17	14.36	17.65
Con. Hum. Prom. %	14.32		15.51	13.64		15.72	14.26		17.65
Agua Absorbida %	1.20		2.08			3.39			





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE C.B.R.**



**Proyecto:** Vía San Francisco Bajo-El Barro.

**Sector:** San Francisco, La Esperanza y El Barro.

**Ubicación:** Parroquia Huambaló.

**Abscisa:** Km 4+000

**Norma:** ASTM D 1883-99

**Fecha:** 21/05/2015

**Realizado por:** Egdo. Mauricio Guamán.

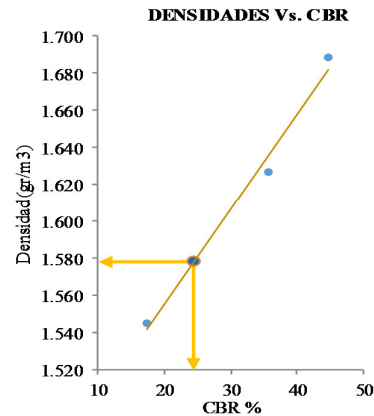
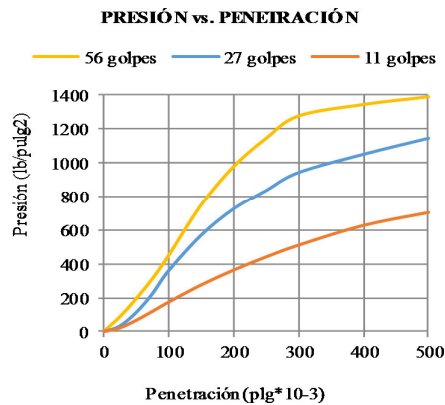
**Aprobado por:** Ing. Carlos Navarro.

**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número			A				B				C						
Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
	Día y Mes	Hora		Días	Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%		
25-jun-15	14:35	0	0.579		0.00	0	0.528		0.00	0	0.315		0.00	0			
26-jun-15	14:10	1	0.582	4.97	0.27	0.06	0.530	5.02	0.24	0.05	0.324	5.11	0.92	0.2			
27-jun-15	14:28	2	0.583		0.39	0.08	0.531		0.27	0.05	0.325		1.02	0.2			

**ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)			Área del pistón = 3 plg2			Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)								
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CB R %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CB R %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CB R %
Min.	Seg.			Leída	Corg			Leída	Corg			Leída	Corg	
		0	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0	30	25	257.4	85.8			97.2	32.4			63.8	21.3		
1	0	50	575.3	191.8			332.7	110.9			196.5	65.5		
1	30	75	928.6	309.5			661.6	220.5			354.2	118.1		
2	0	100	1337.4	445.8	44.6		1069.5	356.5	35.7		517.8	172.6	17.3	
3	0	150	2235.9	745.3			1700.2	566.7			822.5	274.2		
4	0	200	2925.0	975.0	65.0		2169.5	723.2	48.2		1085.8	361.9	24.1	
5	0	250	3425.3	1141.8			2500.2	833.4			1317.7	439.2		
6	0	300	3824.7	1274.9			2820.8	940.3			1526.3	508.8		
8	0	400	4028.6	1342.9			3147.1	1049.0			1877.0	625.7		
10	0	500	4165.0	1388.3			3430.9	1143.6			2106.8	702.3		
CBR Corregido						44.6				35.7				17.3



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.688 gr/cm3	44.6 %
1.627 gr/cm3	35.7 %
1.545 gr/cm3	17.3 %

DENSIDAD MAX	1.661	gr/cm3
95% DE DM	1.578	gr/cm3
CBR PUNTUAL	24.40	%

L) VALORES DE DISEÑO SEGÚN MOP 2003.



República del Ecuador  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

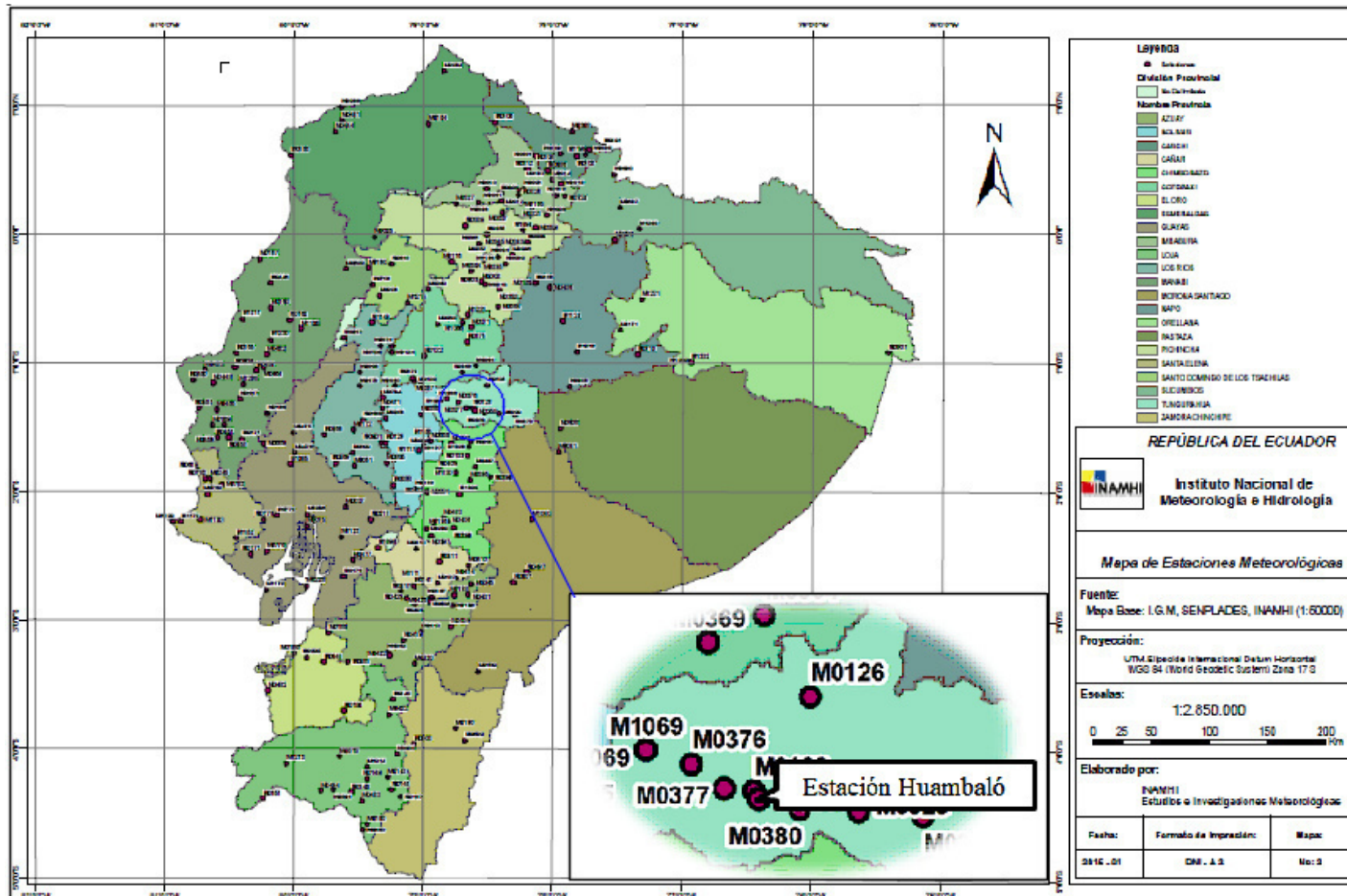
VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE  
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 – 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	50	35	25 <sup>(9)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(9)</sup>	
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 <sup>(9)</sup>		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110		
<b>Peralte</b>	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.)						8% (Para V < 50 K.P.H.)							
<b>Coefficiente "K" para:</b> <sup>(2)</sup>																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal <sup>(3)</sup> máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal <sup>(4)</sup> mínima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 <sup>(8)</sup>							
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones <sup>(5)</sup> estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---							
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 <sup>(6)</sup> - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)							
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
<b>Puentes</b>	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																															
	Carga de diseño																															
	Ancho de la calzada (m)	SERÁ LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																														
Ancho de Aceras (m) <sup>(7)</sup>	0,50 m mínimo a cada lado																															
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																															
	LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																															

- El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- Longitud de las curvas verticales:  $L = K A$ , en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales:  $L_{\min} = 0,60 V$ , en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar  $V_D = 20$  Km/h y  $R = 15$  m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

## M) UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA





N) ECUACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA CADA ZONA DE INTENSIDAD.

ZONA	DURACIÓN	ECUACIÓN
1	5 min < 130 min	ITR = 47.926 t <sup>^</sup> - 0.3387 IdTR
	130 min < 1440 min	ITR = 787.57 t <sup>^</sup> - 0.9154 IdTR
2	5 min < 30 min	ITR = 19.305 t <sup>^</sup> - 0.1332 IdTR
	30 min < 1440 min	ITR = 115.4 t <sup>^</sup> - 0.6546 IdTR
3	5 min < 90 min	ITR = 53.369 t <sup>^</sup> - 0.3278 IdTR
	90 min < 1440 min	ITR = 639.52 t <sup>^</sup> - 0.8838 IdTR
4	5 min < 20 min	ITR = 56.507 t <sup>^</sup> - 0.2694 IdTR
	20 min < 1440 min	ITR = 247.71 t <sup>^</sup> - 0.7621 IdTR
5	5 min < 40 min	ITR = 54.719 t <sup>^</sup> - 0.3875 IdTR
	40 min < 1440 min	ITR = 197.81 t <sup>^</sup> - 0.7378 IdTR
6	5 min < 120 min	ITR = 57.598 t <sup>^</sup> - 0.4267 IdTR
	120 min < 1440 min	ITR = 344.08 t <sup>^</sup> - 0.7982 IdTR
7	5 min < 60 min	ITR = 97.005 t <sup>^</sup> - 0.403 IdTR
	60 min < 1440 min	ITR = 869.87 t <sup>^</sup> - 0.9346 IdTR
8	5 min < 30 min	ITR = 80.068 t <sup>^</sup> - 0.3683 IdTR
	30 min < 1440 min	ITR = 351.73 t <sup>^</sup> - 0.7977 IdTR
9	5 min < 116 min	ITR = 40.035 t <sup>^</sup> - 0.341 IdTR
	116 min < 1440 min	ITR = 355.49 t <sup>^</sup> - 0.8043 IdTR
10	5 min < 88 min	ITR = 40.414 t <sup>^</sup> - 0.3124 IdTR
	88 min < 1440 min	ITR = 356.17 t <sup>^</sup> - 0.8009 IdTR
11	5 min < 60 min	ITR = 137.27 t <sup>^</sup> - 0.5153 IdTR
	60 min < 1440 min	ITR = 578.56 t <sup>^</sup> - 0.8736 IdTR
12	5 min < 50 min	ITR = 138.01 t <sup>^</sup> - 0.4882 IdTR
	50 min < 1440 min	ITR = 674.13 t <sup>^</sup> - 0.8935 IdTR
13	5 min < 36 min	ITR = 76.96 t <sup>^</sup> - 0.2953 IdTR
	36 min < 1440 min	ITR = 642.11 t <sup>^</sup> - 0.8898 IdTR
14	5 min < 40 min	ITR = 133.83 t <sup>^</sup> - 0.4283 IdTR
	40 min < 1440 min	ITR = 800.89 t <sup>^</sup> - 0.9189 IdTR
15	5 min < 230 min	ITR = 110.85 t <sup>^</sup> - 0.4943 IdTR
	230 min < 1440 min	ITR = 3197.1 t <sup>^</sup> - 1.1077 IdTR
16	5 min < 25 min	ITR = 76.946 t <sup>^</sup> - 0.4583 IdTR
	25 min < 1440 min	ITR = 174.47 t <sup>^</sup> - 0.7143 IdTR
17	5 min < 40 min	ITR = 201.28 t <sup>^</sup> - 0.4573 IdTR
	40 min < 1440 min	ITR = 1415.8 t <sup>^</sup> - 0.9947 IdTR
18	5 min < 50 min	ITR = 69.036 t <sup>^</sup> - 0.335 IdTR
	50 min < 1440 min	ITR = 510.71 t <sup>^</sup> - 0.849 IdTR

19	5 min < 115 min	ITR = 115.98 t <sup>^</sup> - 0.4844 IdTR
	115 min < 1440 min	ITR = 1223.8 t <sup>^</sup> - 0.9751 IdTR
20	5 min < 40 min	ITR = 53.316 t <sup>^</sup> - 0.3021 IdTR
	40 min < 1440 min	ITR = 308.38 t <sup>^</sup> - 0.7782 IdTR
21	5 min < 23 min	ITR = 28.784 t <sup>^</sup> - 0.4507 IdTR
	23 min < 1440 min	ITR = 30.993 t <sup>^</sup> - 0.472 IdTR
22	5 min < 67 min	ITR = 48.772 t <sup>^</sup> - 0.3533 IdTR
	67 min < 1440 min	ITR = 266.64 t <sup>^</sup> - 0.7687 IdTR
23	5 min < 23 min	ITR = 54.246 t <sup>^</sup> - 0.4596 IdTR
	23 min < 1440 min	ITR = 89.858 t <sup>^</sup> - 0.6234 IdTR
24	5 min < 41 min	ITR = 177.26 t <sup>^</sup> - 0.5938 IdTR
	41 min < 1440 min	ITR = 446.46 t <sup>^</sup> - 0.843 IdTR
25	5 min < 60 min	ITR = 97.389 t <sup>^</sup> - 0.6117 IdTR
	60 min < 1440 min	ITR = 125.73 t <sup>^</sup> - 0.6643 IdTR
26	5 min < 120 min	ITR = 163.15 t <sup>^</sup> - 0.5018 IdTR
	120 min < 1440 min	ITR = 2477.3 t <sup>^</sup> - 1.007 IdTR
27	5 min < 46 min	ITR = 76.133 t <sup>^</sup> - 0.3477 IdTR
	46 min < 1440 min	ITR = 539 t <sup>^</sup> - 0.8634 IdTR
28	5 min < 81 min	ITR = 82.756 t <sup>^</sup> - 0.4722 IdTR
	81 min < 1440 min	ITR = 357.27 t <sup>^</sup> - 0.8077 IdTR
29	5 min < 120 min	ITR = 75.204 t <sup>^</sup> - 0.4828 IdTR
	120 min < 1440 min	ITR = 371.89 t <sup>^</sup> - 0.8152 IdTR
30	5 min < 79min	ITR = 42.089 t <sup>^</sup> - 0.2952 IdTR
	79 min < 1440 min	ITR = 432.57 t <sup>^</sup> - 0.8304 IdTR
31	5 min < 49 min	ITR = 42.22 t <sup>^</sup> - 0.1828 IdTR
	49 min < 1440 min	ITR = 643.99 t <sup>^</sup> - 0.8852 IdTR
32	5 min < 155 min	ITR = 87.677 t <sup>^</sup> - 0.4796 IdTR
	155 min < 1440 min	ITR = 850.65 t <sup>^</sup> - 0.9257 IdTR
33	5 min < 23 min	ITR = 170.39 t <sup>^</sup> - 0.5052 IdTR
	23 min < 1440 min	ITR = 515.76 t <sup>^</sup> - 0.8594 IdTR
34	5 min < 35 min	ITR = 147.98 t <sup>^</sup> - 0.4279 IdTR
	35 min < 1440 min	ITR = 882.9 t <sup>^</sup> - 0.9351 IdTR
35	5 min < 43 min	ITR = 92.854 t <sup>^</sup> - 0.4083 IdTR
	43 min < 1440 min	ITR = 480.47 t <sup>^</sup> - 0.8489 IdTR

O) ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

 <b>Universidad Técnica de Ambato</b> 						
<b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>						
<b>Detalle: Desbroce, desbosque y limpieza</b>				Ide 15	<b>Rubro</b>	
Rendimiento : 4 Ha/día			Unida: Ha		1	
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			1.94	
Excavadora de Oruga		1	40	1.6	64	
Motosierra		1	3	1.6	4.8	
Sub-Total A					<b>70.74</b>	
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Operador de Maquinaria (C1)		1	2.07	3.54	2	7.08
Ayudante de Maquinaria (E2)		1	2.08	3.15	2	6.3
Peón (E2)		2	2.08	3.15	4	12.6
Operador Equipo Liviano (D2)		2	2.08	3.19	4	12.76
Sub-Total B					<b>38.74</b>	
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total C						
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total D						
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>109.48</b>	
Costos Indirectos 20%					<b>21.9</b>	
Costo Total del Rubro					<b>131.38</b>	
<b>Costo Ofertado</b>					<b>131.38</b>	

Estos precios no incluyen I.V.A



**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Análisis de Precios Unitarios**



<b>Detalle: Replanteo y nivelación</b>				2 de 15	<b>Rubro</b>
Rendimiento : 330 m/día			Unida: m		2
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>	Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor	5% Mo			0.02	
Equipo Topográfico	1	4.38	0.024	0.11	
Sub-Total A					<b>0.13</b>
<b>B.- Mano de Obra</b>	Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Topógrafo (C1)	1	2.07	3.54	0.024	0.08
Cadenero (D2)	3	2.08	3.19	0.073	0.23
Sub-Total B					<b>0.31</b>
<b>B.- Materiales</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Estacas de Madera	U	0.07	0.3	0.02	
Sub-Total C					<b>0.02</b>
<b>B.- Transporte</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					<b>0</b>
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>0.46</b>
Costos Indirectos 20%					<b>0.09</b>
Costo Total del Rubro					<b>0.55</b>
<b>Costo Ofertado</b>					<b>0.55</b>

Estos precios no incluyen I.V.A





**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Análisis de Precios Unitarios**





<b>Detalle:</b> Excavación sin clasificar		3 de 15			<b>Rubro</b>
Rendimiento : 700 m <sup>3</sup> /día		Unida: m <sup>3</sup>			3
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>	Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor	5% Mo			0.01	
Excavadora de Oruga	1	40	0.011	0.44	
Volqueta 12 m <sup>3</sup>	1	30	0.011	0.33	
Sub-Total A					<b>0.78</b>
<b>B.- Mano de Obra</b>	Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Operador de Maquinaria (C1)	1	2.07	3.54	0.011	0.04
Ayudante de Operador de equipo(E2)	1	2.08	3.15	0.011	0.03
Operador licencia tipo E (C1)	1	2.04	4.63	0.011	0.05
Sub-Total B					<b>0.12</b>
<b>B.- Materiales</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total C					
<b>B.- Transporte</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>0.9</b>
Costos Indirectos 20%					<b>0.18</b>
Costo Total del Rubro					<b>1.08</b>
<b>Costo Ofertado</b>					<b>1.08</b>

Estos precios no incluyen I.V.A



		<b>Universidad Técnica de Ambato</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>				
<b>Detalle:</b>		<b>Relleno compactado con material propio</b>			4 de 15	<b>Rubro</b>
Rendimiento :		800 m3/día			Unida: m3	4
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			0.01	
Motoniveladora		1	40	0.01	0.4	
Rodillo Vib.		1	40	0.01	0.4	
Camión cisterna		1	30	0.01	0.3	
Sub-Total A					<b>1.11</b>	
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Operador de Maquinaria (C1)		1	2.07	3.54	0.01	0.04
Ayudante de Operador de equipo(E2)		2	2.08	3.15	0.02	0.06
Peón (E2)		2	2.08	3.15	0.02	0.06
Operador de rodillo auto propulsado (E1)		1	2.07	3.37	0.01	0.03
Operador licencia tipo E (C1)		1	2.04	4.63	0.01	0.05
Sub-Total B					<b>0.24</b>	
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total C					<b>0</b>	
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					<b>0</b>	
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>1.35</b>	
Costos Indirectos 20%					<b>0.27</b>	
Costo Total del Rubro					<b>1.62</b>	
<b>Costo Ofertado</b>					<b>1.62</b>	

Estos precios no incluyen I.V.A



		<b>Universidad Técnica de Ambato</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>				
<b>Detalle:</b>		<b>Excavación para cunetas y encauzamiento</b>		5 de 15	<b>Rubro</b>	
Rendimiento :		80 m3/día		Unida: m3	5	
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			0.05	
Miniexcavadora		1	25	0.1	2.5	
Sub-Total A					<b>2.55</b>	
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Operador de Maquinaria (C1)		1	2.07	3.54	0.1	0.35
Ayudante de Operador de equipo(E2)		1	2.08	3.15	0.1	0.32
Peón (E2)		1	2.08	3.15	0.1	0.32
Sub-Total B					<b>0.99</b>	
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total C					<b>0</b>	
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					<b>0</b>	
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>3.54</b>	
Costos Indirectos 20%					<b>0.71</b>	
Costo Total del Rubro					<b>4.25</b>	
<b>Costo Ofertado</b>					<b>4.25</b>	

Estos precios no incluyen I.V.A

		<b>Universidad Técnica de Ambato</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>				
<b>Rubro:</b> Cunetas de hormigón simple, f <sub>c</sub> =180 kg/cm <sup>2</sup> incluye Encofrado		6 de 15		<b>Rubro</b>		
Rendimiento : 80 ml/día		Unida: ml		6		
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			0.2	
Concreteira		1	4	0.1	0.4	
Vibrador		1	2.5	0.1		
Sub-Total A					<b>0.6</b>	
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Albañil (D2)		2	2.08	3.19	0.2	0.64
Ayudante de albañil (E2)		2	2.08	3.15	0.2	0.63
Maestro de obra (C1)		0.5	2.07	3.54	0.05	0.18
Peón (E2)		8	2.08	3.15	0.8	2.52
Sub-Total B					<b>3.97</b>	
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Cemento Portland		saco	0.83	7.3	6.06	
Arena negra		m3	0.074	9.2	0.68	
Ripio triturado		m3	0.118	14.3	1.69	
Agua		m3	0.028	1.68	0.05	
Tablero encofrado metálico		ml	1	1	1	
Alfajía de monte (5x5x2.4)		U	1	2	2	
Alambre+aceite+varios		global	1	0.09	0.09	
Sub-Total C					<b>11.57</b>	
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					<b>0</b>	
Costos Directos (A+B+C+D)					16.14	
Costos Indirectos 20%					3.23	
Costo Total del Rubro					19.37	
<b>Costo Ofertado</b>					<b>19.37</b>	

Estos precios no incluyen I.V.A



**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Análisis de Precios Unitarios**



<b>Detalle: Control de polvo</b>		16 de 16			<b>Rubro</b>	
Rendimiento : 30 Km2/día		Unida: m			4	
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			0.01	
Camión cisterna equipado con rociador a presión		1	60	0.01	0.6	
Sub- Total A					<b>0.61</b>	
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Ayudante de Operador de equipo(E2)		2	2.08	3.15	0.02	0.06
Operador licencia tipo E (C1)		1	2.04	4.63	0.01	0.05
Sub- Total B					<b>0.11</b>	
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Agua		m3	0.003	1.68	0.01	
Sub- Total C					<b>0.01</b>	
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub- Total D					<b>0.02</b>	
Costos Directos (A+B+C+D)					0.75	
Costos Indirectos 20%					0.15	
Costo Total del Rubro					0.9	
<b>Costo Ofertado</b>					<b>0.9</b>	

Estos precios no incluyen I.V.A





**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Análisis de Precios Unitarios**



<b>Rubro:</b> Instalación Tubería PVC 315 mm		7 de 15			<b>Rubro</b>
Rendimiento : 12 ml		Unida: ml			7
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>	Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor	5% Mo			1.06	
Sub-Total A					<b>1.06</b>
<b>B.- Mano de Obra</b>	Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Albañil (D2)	1	2.08	3.19	2	6.38
Maestro de obra (C1)	0.3	2.07	3.54	0.6	2.12
Peón (E2)	2	2.08	3.15	4	12.6
Sub-Total B					<b>21.1</b>
<b>B.- Materiales</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Tubo PVC desague 315mmx6	ml	1	47.64	47.64	
Sub-Total C					<b>47.64</b>
<b>B.- Transporte</b>	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					<b>0</b>
Costos Directos (A+B+C+D)					69.8
Costos Indirectos 20%					13.96
Costo Total del Rubro					83.76
<b>Costo Ofertado</b>					<b>83.76</b>

Estos precios no incluyen I.V.A

		<b>Universidad Técnica de Ambato</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>			
<b>Rubro:</b>	<b>Paso de agua</b>	7 de 15		<b>Rubro</b>	
	Rendimiento : 8 U	Unida: U			7
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>	Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor	5% Mo				1.28
Concreteira	1	4	1		4
Vibrador	1	2.5	1		2.5
Sub-Total A					<b>5.28</b>
<b>B.- Mano de Obra</b>	Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Albañil (D2)	1	2.08	3.19	1	3.19
Maestro de obra (C1)	1	2.07	3.54	1	3.54
Peón (E2)	6	2.08	3.15	6	18.9
Sub-Total B					<b>25.63</b>
<b>B.- Materiales</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Cemento Portland	saco	2.9	7.3	21.17	
Arena negra	m3	0.305	9.2	2.81	
Ripio triturado	m3	0.457	14.3	6.54	
Agua	m3	0.076	1.68	0.13	
Encofrado	m2	0.84	7	5.88	
Tubo PVC desague 315mmx6	U	1	220	220	
Alambre+aceite+varios	global	1	2	2	
Sub-Total C					<b>258.53</b>
<b>B.- Transporte</b>	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					<b>0</b>
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>289.44</b>
Costos Indirectos 20%					<b>57.89</b>
Costo Total del Rubro					<b>347.33</b>
<b>Costo Ofertado</b>					<b>347.33</b>

Estos precios no incluyen I.V.A



**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Análisis de Precios Unitarios**



<b>Detalle:</b> Sub-base clase 2		9 de 15			<b>Rubro</b>
Rendimiento : 640 m <sup>3</sup> /día		Unida: m <sup>3</sup>			9
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>	Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor	5% Mo				0.02
Motoniveladora	1	40	0.013		0.52
Rodillo Vib.	1	40	0.013		0.52
Camión cisterna	1	30	0.013		0.39
Volqueta 12 m <sup>3</sup>	1	30	0.013		0.39
Sub-Total A					<b>1.84</b>
<b>B.- Mano de Obra</b>	Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Operador Motoniveladora (C1)	1	2.07	3.54	0.013	0.05
Operador Rodillo autopropulsado(C2)	1	2.07	3.37	0.013	0.04
Operador licencia tipo E (C1)	2	2.04	4.63	0.025	0.12
Peón (E2)	4	2.08	3.15	0.05	0.16
Sub-Total B					<b>0.37</b>
<b>B.- Materiales</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-base clase 2	m <sup>3</sup>	1.2	9.8		11.76
Agua	m <sup>3</sup>	0.05	1.68		0.08
Sub-Total C					<b>11.84</b>
<b>B.- Transporte</b>	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Transporte de agregados	m <sup>3</sup>	1.27	0.26		0.33
Sub-Total D					<b>0.33</b>
				Costos Directos (A+B+C+D)	<b>14.38</b>
				Costos Indirectos 20%	<b>2.88</b>
				Costo Total del Rubro	<b>17.26</b>
				<b>Costo Ofertado</b>	<b>17.26</b>

Estos precios no incluyen I.V.A



**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Análisis de Precios Unitarios**



<b>Detalle: Base clase 4</b>		10 de 15			<b>Rubro</b>
Rendimiento : 570 m <sup>3</sup> /día		Unida: m <sup>3</sup>			10
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>	Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor	5% Mo				0.02
Motoniveladora	1	40	0.014		0.56
Rodillo Vib.	1	40	0.014		0.56
Camión cisterna	1	30	0.014		0.42
Volqueta 12 m <sup>3</sup>	1	30	0.014		0.42
Sub-Total A					<b>1.98</b>
<b>B.- Mano de Obra</b>	Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Operador Motoniveladora (C1)	1	2.07	3.54	0.014	0.05
Operador Rodillo autopropulsado(C2)	1	2.07	3.37	0.014	0.05
Operador licencia tipo E (C1)	2	2.04	4.63	0.028	0.13
Peón (E2)	4	2.08	3.15	0.056	0.18
Sub-Total B					<b>0.41</b>
<b>B.- Materiales</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Sub-base clase 2	m <sup>3</sup>	1.2	11.4		13.68
Agua	m <sup>3</sup>	0.05	2.1		0.11
Sub-Total C					<b>13.79</b>
<b>B.- Transporte</b>	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Transporte de agregados	m <sup>3</sup>	1.27	0.26		0.33
Sub-Total D					<b>0.33</b>
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>16.51</b>
Costos Indirectos 20%					<b>3.3</b>
Costo Total del Rubro					<b>19.81</b>
<b>Costo Ofertado</b>					<b>19.81</b>

Estos precios no incluyen I.V.A





**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Análisis de Precios Unitarios**





<b>Rubro: C.Rodadura H. Asfáltico mezclado en planta, e=2"(Incluye Imprimación)</b>					<b>Rubro</b>
Rendimiento : 1100 m2/día			Unida: m2		11
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>	Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor	5% Mo			0.03	
Escoba mecánica	1	30	0.007	0.21	
Distribuidor de Asfalto	1	60	0.007	0.42	
Acabadora pavimento asfáltico	1	70	0.007	0.49	
Rodillo tandem estático	1	30	0.007	0.21	
Rodillo neumático	1	30	0.007	0.21	
Planta asfáltica	1	160	0.007	1.12	
Cargadora frontal	1	35	0.007	0.245	
Sub-Total A					<b>2.69</b>
<b>B.- Mano de Obra</b>	Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Operador 1 (C1)	2	2.07	3.54	0.015	0.05
Operador 2 (C2)	4	2.07	3.37	0.029	0.1
Operador licencia tipo E (C1)	1	2.04	4.63	0.007	0.03
Ayudante de maquinaria (E2)	5	2.08	3.15	0.036	0.11
Peón (E2)	13	2.08	3.15	0.095	0.3
Sub-Total B					<b>0.59</b>
<b>B.- Materiales</b>	Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Asfalto AP-3	kg	8.25	0.38	3.135	
Agregados triturados	m3	0.05	13	0.65	
Diesel generador planta	gl	0.57	1.1	0.63	
Arena	m3	0.04	9.8	0.39	
Transporte mezcla asfáltica	m3*km	5.42	0.3	1.63	
Asfalto diluido RC-250	kg	1.1	0.38	0.42	
Diesel	lt	0.3	0.26	0.08	
Sub-Total C					<b>6.94</b>
<b>B.- Transporte</b>	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					<b>0</b>
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>10.22</b>
Costos Indirectos 20%					<b>2.04</b>
Costo Total del Rubro					<b>12.26</b>
<b>Costo Ofertado</b>					<b>12.26</b>

Estos precios no incluyen I.V.A





		<b>Universidad Técnica de Ambato</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>				
<b>Rubro: Marcas en pavimento</b>		12 de 15		<b>Rubro</b>		
Rendimiento : 2500 ml/día		Unida: ml		12		
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			0	
Mecanismo rociador		1	4	0.003	0.012	
Camioneta		1	7	0.003	0.021	
Sub-Total A				<b>0.03</b>		
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Operador licencia tipo E (C1)		1	2.04	4.63	0.003	0.01
Peón (E2)		2	2.08	3.15	0.006	0.02
Sub-Total B				<b>0.03</b>		
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Pintura señalamiento de tránsito		lt	0.045	8.5	0.3825	
Sub-Total C				<b>0.38</b>		
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Sub-Total D				<b>0</b>		
Costos Directos (A+B+C+D)					0.44	
Costos Indirectos 20%					0.09	
Costo Total del Rubro					0.53	
<b>Costo Ofertado</b>					<b>0.53</b>	



Estos precios no incluyen I.V.A

		<b>Universidad Técnica de Ambato</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>				
<b>Rubro:</b> Señales informativas (2.40x1.20) m		13 de 15		<b>Rubro</b>		
Rendimiento : 3 U/día		Unida: U		13		
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			1.74	
Soldadora eléctrica		1	5	2.667	13.34	
Sub-Total A				<b>15.08</b>		
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Albañil/Carpintero (D2)		1	2.08	3.19	2.667	8.51
Pintor (D2)		1	2.08	3.19	2.667	8.51
Maestro de obra (C1)		1	2.07	3.54	2.667	9.44
Peón (E2)		1	2.08	3.15	2.667	8.4
Sub-Total B				<b>34.86</b>		
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Lámina. E tool galvanizado. (2.44 x1.22)		u	1	45	45	
Tubo cuadrado galvanizado. 2"*2"*2 mm		ml	6	4.3	25.8	
Pernos inoxidables		u	4	0.5	2	
Hormigón clase B f'c=180 kg/cm		m3	0.14	160	22.4	
Tubo cuadrado negro 1"*1"*1.5 mm		ml	9.76	1.5	14.64	
Pintura anticorrosiva		gl	0.2	16.5	3.3	
Pintura reflectiva		gl	1	26	26	
Electrodos		kg	2.88	3.8	10.94	
Sub-Total C				<b>150.08</b>		
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Sub-Total D				<b>0</b>		
Costos Directos (A+B+C+D)				<b>200.02</b>		
Costos Indirectos 20%				<b>40</b>		
Costo Total del Rubro				<b>240.02</b>		
<b>Costo Ofertado</b>				<b>240.02</b>		

Estos precios no incluyen I.V.A

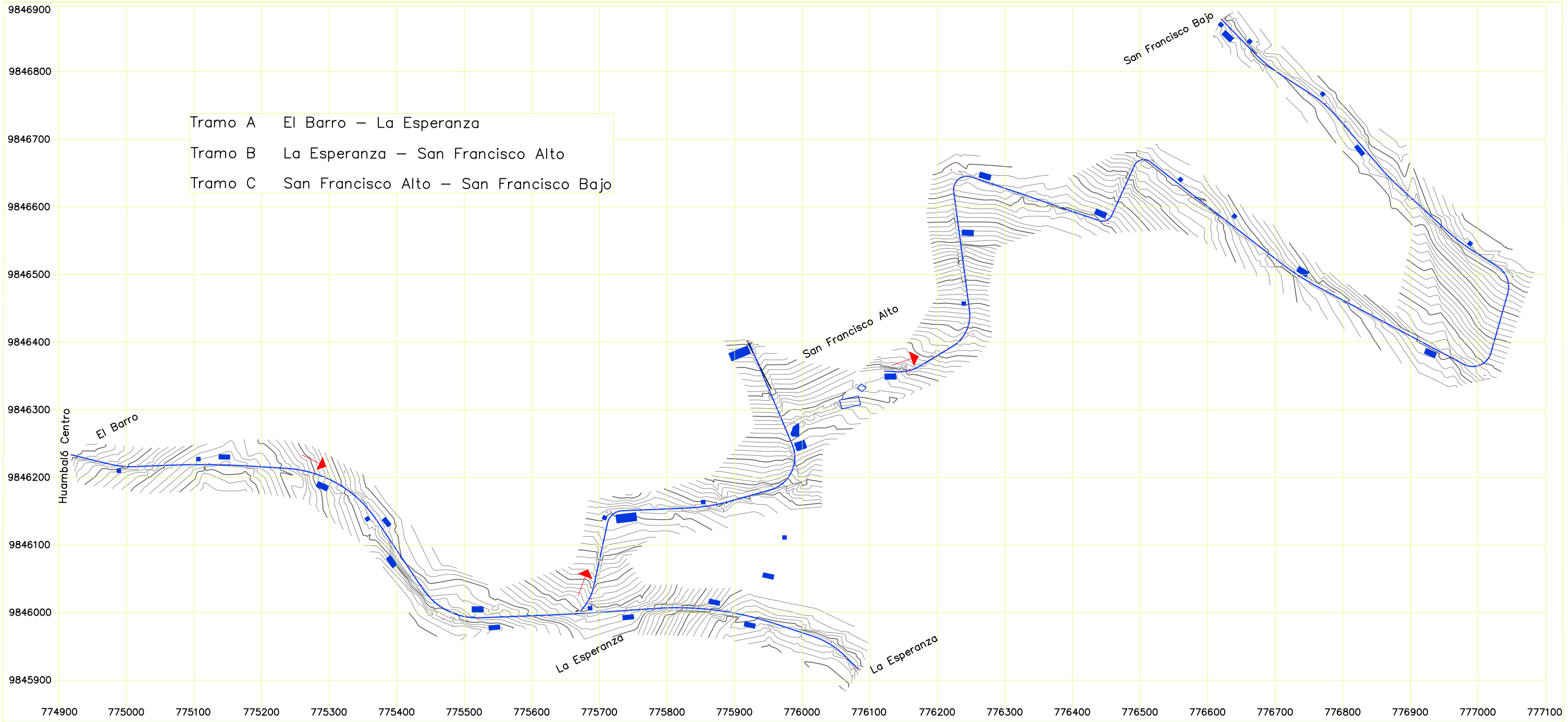
		<b>Universidad Técnica de Ambato</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>				
<b>Rubro:</b>		<b>Señales regulatorias (0.75 x 0.75) m</b>		14 de 15	<b>Rubro</b>	
Rendimiento :		4 U/día		Unida: U	14	
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			1.62	
Soldadora eléctrica		1	5	2	10	
Sub-Total A					<b>11.62</b>	
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Albañil/Carpintero (D2)		1	2.08	3.19	2	6.38
Pintor (D2)		1	2.08	3.19	2	6.38
Maestro de obra (C1)		1	2.07	3.54	2	7.08
Peón (E2)		2	2.08	3.15	4	12.6
Sub-Total B					<b>32.44</b>	
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Lámina. E tool galvanizado. (2.44 x1.22)		m2	0.56	14.85	8.316	
Tubo cuadrado galvanizado. 2"*2"*2 mm		ml	3	4.3	12.9	
Pernos inoxidables		u	2	0.5	1	
Hormigón clase B f'c=180 kg/cm		m3	0.07	160	11.2	
Ángulo 30 x 3 mm		m	3.2	1.85	5.92	
Pintura anticorrosiva		gl	0.08	16.5	1.32	
Pintura reflectiva		gl	1	26	26	
Electrodos		kg	0.1	3.8	0.38	
Sub-Total C					<b>67.04</b>	
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Sub-Total D					<b>0</b>	
Costos Directos (A+B+C+D)					<b>111.1</b>	
Costos Indirectos 20%					<b>22.22</b>	
Costo Total del Rubro					<b>133.32</b>	
<b>Costo Ofertado</b>					<b>133.32</b>	

Estos precios no incluyen I.V.A



		<b>Universidad Técnica de Ambato</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> <b>Análisis de Precios Unitarios</b>				
<b>Rubro:</b> Señales preventivas (0.75 x 0.75) m		15 de 15		<b>Rubro</b>		
Rendimiento : 4 U/día		Unida: U		15		
<b>A.- Equipo y Maquinaria</b>		Cantidad A	Costo/Hora B	Horas Equipo C=Rend*A	Costo D=(B*C)	
Herramienta menor		5% Mo			1.62	
Soldadora eléctrica		1	5	2	10	
Sub-Total A				<b>11.62</b>		
<b>B.- Mano de Obra</b>		Cantidad A	FSR	Jornal Real/Hora B	Horas /Homb C=Rend*A	Costo D=B*C
Albañil/Carpintero (D2)		1	2.08	3.19	2	6.38
Pintor (D2)		1	2.08	3.19	2	6.38
Maestro de obra (C1)		1	2.07	3.54	2	7.08
Peón (E2)		2	2.08	3.15	4	12.6
Sub-Total B				<b>32.44</b>		
<b>B.- Materiales</b>		Unidad	Cantidad A	P.Unitario B	Costo C=A*B	
Lámina. E tool galvanizado. (2.44 x1.22)		m2	0.56	14.85	8.316	
Tubo cuadrado galvanizado. 2"*2"*2 mm		ml	3	4.3	12.9	
Pernos inoxidables		u	2	0.5	1	
Hormigón clase B f'c=180 kg/cm		m3	0.07	160	11.2	
Ángulo 30 x 3 mm		m	3.2	1.85	5.92	
Pintura anticorrosiva		gl	0.08	16.5	1.32	
Pintura reflectiva		gl	1	26	26	
Electrodos		kg	0.1	3.8	0.38	
Sub-Total C				<b>67.04</b>		
<b>B.- Transporte</b>		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
Sub-Total D				<b>0</b>		
Costos Directos (A+B+C+D)				<b>111.1</b>		
Costos Indirectos 20%				<b>22.22</b>		
Costo Total del Rubro				<b>133.32</b>		
<b>Costo Ofertado</b>				<b>133.32</b>		

Estos precios no incluyen I.V.A

### Descripción del Proyecto



## Ficha Ambiental:

		<b>Universidad Técnica de Ambato</b>			
		<b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b>			
		<b>Ficha Ambiental</b>			
<b>Identificación del proyecto</b>					
Nombre del proyecto:	Las condiciones de la vía San Francisco Bajo - El Barro en la parroquia Huambaló, cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población				
Localización del proyecto:	Provincia:	Tungurahua			
	Cantón:	Pelileo			
	Parroquia:	Huambaló			
	Comunidad:	San Francisco			
Auspiciado por:		Ministerio de:			
		Gobierno Provincial:			
		Gobierno Municipal:			
	x	Otro:	Junta Parroquial		
Tipo del Proyecto:		Abastecimiento de agua			
		Agricultura y ganadería			
		Amparo y bienestar social			
		Protección áreas naturales			
		Educación			
		Minería			
		Pesca			
	x	Vialidad y transporte			
	Otros				
<b>Descripción resumida del proyecto:</b>					
<p>La gran mayoría de las vías de la parroquia no tienen tratamiento, por lo que un plan vial a largo plazo se hace imprescindible, todo ello en beneficio de las condiciones de vida de sus habitantes.</p> <p>El proyecto forma parte del Plan Vial de la parroquia Huambaló, cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.</p> <p>El presente proyecto comprende, principalmente en realizar las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Movimiento de tierras</li><li>✓ Pavimentación Flexible</li><li>✓ Tratamiento Superficial Bituminoso</li><li>✓ Cunetas</li></ul> <p>Para realizar las actividades antes mencionadas se desarrollarán para la construcción y mejoramiento lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Desbroce y limpieza</li><li>✓ Replanteo y nivelación</li><li>✓ Excavación a máquina</li><li>✓ Transporte de materiales para sub - base y base</li><li>✓ Tendido de sub - base y base granular</li><li>✓ Imprimación y colocación de carpeta asfáltica</li></ul>					

Nivel de los estudios Técnicos del proyecto:		Idea o prefactibilidad		
		Factibilidad		
	x	Definitivo		
Categoría del proyecto:	x	Construcción		
		Rehabilitación		
		Ampliación o mejoramiento		
		Mantenimiento		
		Equipamiento		
		Capacitación		
		Otros (Especificar)		
<b>Datos del Promotor / Auspiciante</b>				
Nombre o Razón Social:	Junta Parroquial de Huambaló			
Representante legal:				
Dirección:				
Barrio/Sector: Central	Ciudad: Huambaló	Provincia: Tungurahua		
Teléfono:	Fax:	E-mail:		
<b>Características del área de influencia</b>				
Caracterización del medio Físico				
Localización:				
Región Geográfica:		Costa		
	x	Sierra		
		Oriente		
		Insular		
Coordenadas:		Geográficas		
		UTM:		
	x	Coordenadas WGS84	Referencia	
		774918.25E	9846333.39S	Inicio El Barro
	776620.19E	9846977.58S	Fin San Francisc Bajo	
Altitud:		A nivel del mar		
		Entre 0 y 500 msnm		
	x	Entre 2301 y 3000		
		Entre 3001 y 4000 msnm		
		Más de 4000 msnm		
<b>Clima</b>				
Temperatura		Cálido -seco	Cálido-seco (0-500 msnm)	
		Cálido-húmedo	Cálido-húmedo (0-500 msnm)	
		Subtropical	Subtropical (500-2300 msnm)	
	x	Templado	Templado (2300-3000 msnm)	
		Frío	Frío (3000-4500 msnm)	
		Glacial	Menor a 0 °C en altitud (>4500msnm)	
Ocupación actual del área de influencia:	x	Asentamientos humanos		
	x	Áreas agrícolas o ganaderas		
		Áreas ecológicas protegidas		
		Bosques naturales o artificiales		
		Fuentes Hidrológicas o cauces naturales		
		Zonas inestables con riesgos sísmicos		

		Zonas reservadas para seguridad nacional	
		Otra : (Especificar)	
Pendiente del suelo		Llano	El terreno es plano. Las pendientes son menores que el 30%.
	x	Ondulado	El terreno es ondulado. Las pendientes son suaves (entre 30% y 100%_)
	x	Montañoso	El terreno es quebrado. Las pendientes son mayores al 100%.
Tipo de suelo		Arcilloso	
		Arenoso	
		Semi-duro	
		Rocoso	
		Saturado	
	x	Otro:SW Arena bien graduada	
Calidad del suelo	x	Fértil	
		Semi -fértil	
		Erosionado	
		Saturado	
		Otro (Especifique)	
Permeabilidad del suelo		Altas	El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.
	x	Medias	El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido.
		Bajas	El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.
Condiciones de drenaje		Muy buenas	No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias.
	x	Buenas	Existe estancamientos de agua que se forma durante las lluvias, pero desaparecen a pocas horas de cesar las precipitaciones.
		Malas	Las condiciones son malas. Existen estacionamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve.
<b>Hidrología</b>			
Fuentes		Agua superficial	
		Agua subterránea	
		Agua de mar	
	x	Ninguna	
Nivel Freático		Alto	
	x	Profundo	
Precipitaciones		Altas	Lluvias fuertes y constantes



	x	Medias	Lluvias en época invernal o esporádicas
		Bajas	Casi no llueve en la zona
<b>Aire</b>			
Calidad del aire	x	Pura	No existen fuentes contaminantes que lo alteren
		Buena	El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.
		Mala	El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y gargantas.
Recirculación del aire	x	Muy buena	Brisas ligeras y constantes. Existen frecuentes vientos que remuevan la capa de aire.
		Buena	Los vientos se presentan sólo en ciertas épocas y por lo general son escasos.
		Mala	
Ruido		Bajo	No existe molestias y la zona transmite calma.
	x	Tolerable	Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente.
		Ruidoso	Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritación.
<b>Caracterización del medio Biótico</b>			
Ecosistema		Páramo	
		Bosque pluvial	
		Bosque nublado	
		Bosque seco tropical	
		Ecosistemas marinos	
		Ecosistemas lacustres	
Tipos de cobertura vegetal:		Bosques	
		Arbustos	
		Pastos	
	x	Cultivos	
		Matorrales	
		Sin vegetación	
Importancia de la cobertura vegetal:	x	Común del sector	
		Rara o endémica	
		En peligro de extinción	
		Protegida	

		Intervenida
Uso de la vegetación		Alimentación
	x	Comercial
		Medicinal
		Ornamental
		Construcción
	x	Fuente de semilla
		Mitología
		Otro (Especifique):
<b>Fauna silvestre</b>		
Tipología		Microfauna
	x	Insectos
		Anfibios
		Peces
		Reptiles
	x	Aves
		Mamíferos
Importancia	x	Común
		Rara o única especie
		Frágil
		En peligro de extinción
<b>Caracterización del medio Socio-Cultural</b>		
Demografía		
Nivel de consolidación del área de influencia		Urbana
		Periférica
	x	Rural
Tamaño de la población		Entre 0 y 1000 habitantes
	x	Entre 1001 y 10000 habitantes
		Entre de 10001 y 100000 habitantes
		Más de 100000 habitantes
Características étnicas de la población:	x	Mestizo
		Indígena
		Negros
		Otros (especificar)
<b>Infraestructura social</b>		
Abastecimiento de agua	x	Agua potable
	x	Conexión domiciliaria
		Agua de lluvia
		Grifo público
		Servicio permanente
		Racionado
		Tanquero
		Acarreo manual
	Ninguno	
Evacuación de aguas servidas	x	Alcantarillado sanitario
		Fosas sépticas

	x	Letrinas	
		Ninguna	
Evacuación de aguas lluvias		Alcantarillado pluvial	
	x	Drenaje superficial	
		Otros (especificar)	
Desechos sólidos		Barrido y recolección	
		Botadero a cielo abierto	
		Relleno sanitario	
	x	Otro (especificar): Recolección	
Electrificación	x	Red energía eléctrica	
		Plantas eléctricas	
		Ninguna	
Transporte público		Servicio urbano	
		Servicio intercantonal	
		Rancheras	
		Canoa	
		Otra: camionetas	
Vialidad y accesos		Vías principales	
		Vías secundarias	
	x	Caminos vecinales	
		Vías urbanas	
		Otro (especifique):	
Telefonía		Red domiciliaria	
		Cabina pública	
		Otro (especificar): telefonía celular	
<b>Actividades socio-económicas</b>			
Aprovechamiento y uso de la tierra	x	Residencial	
		Comercial	
		Recreacional	
	x	Productivo	
		Baldío	
		Otro (especificar):	
Tenencia de la tierra	x	Terrenos privados	
		Terrenos comunales	
		Terrenos municipales	
		Terrenos estatales	
Organización social		Primer grado	Comunal, barrial
		Segundo grado	Pre-cooperativas, cooperativas
		Tercer grado	Asociaciones, federaciones, unión de organizaciones
		Otra	
<b>Aspectos culturales</b>			
Lengua	x	Castellano	
		Nativa	
		Otro(especifique):	
Religión	x	Católicos	

	x	Evangélicos	
		Otra(Especifique):	
Tradiciones		Ancestrales	
	x	Religiosas	
	x	Populares	
		Otras (Especifique):	
<b>Riesgos naturales e inducidos</b>			
Peligro de deslizamientos		Inminente	La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia.
		Latente	La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	x	Nulo	La zona es estable y prácticamente no tiene peligro de deslizamiento.
Peligro de inundaciones		Inminente	La zona se inunda con frecuencia.
		Latente	La zona podría inundarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	x	Nulo	La zona, prácticamente, no tiene peligro de inundación.
Peligro de terremotos		Inminente	La tierra tiembla frecuentemente.
		Latente	La tierra tiembla ocasionalmente (está cerca de o se ubica en fallas geológicas).
	x	Nulo	La tierra prácticamente no tiembla.

Fuente: Autor

P) PLANOS

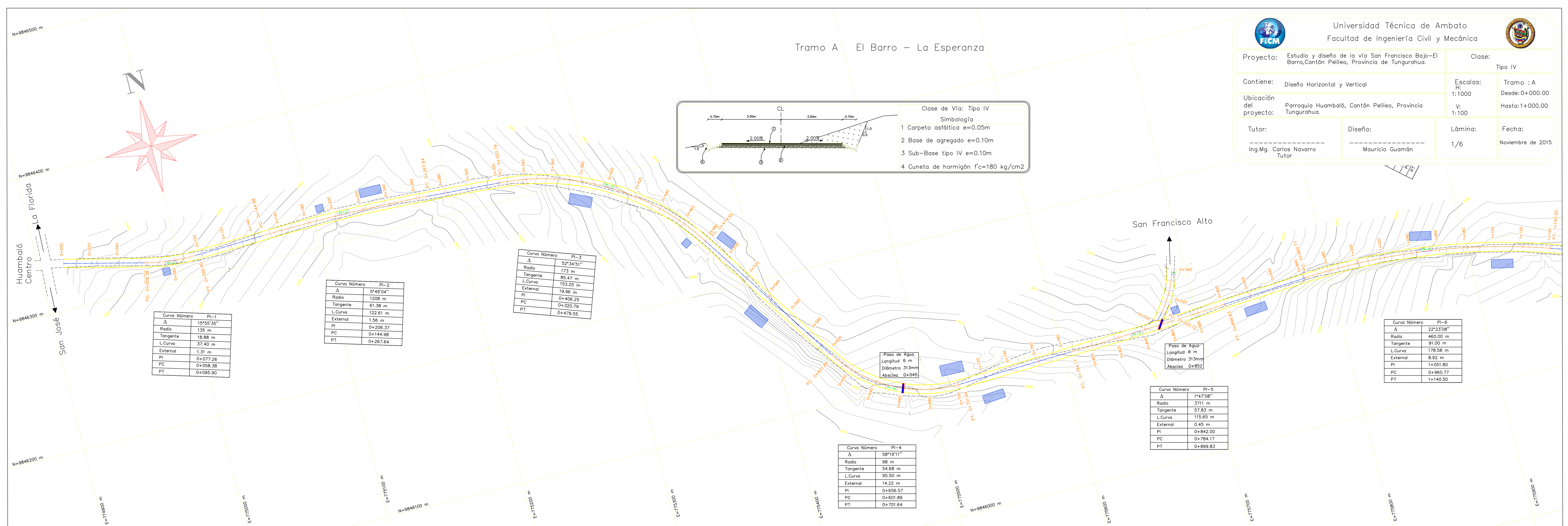
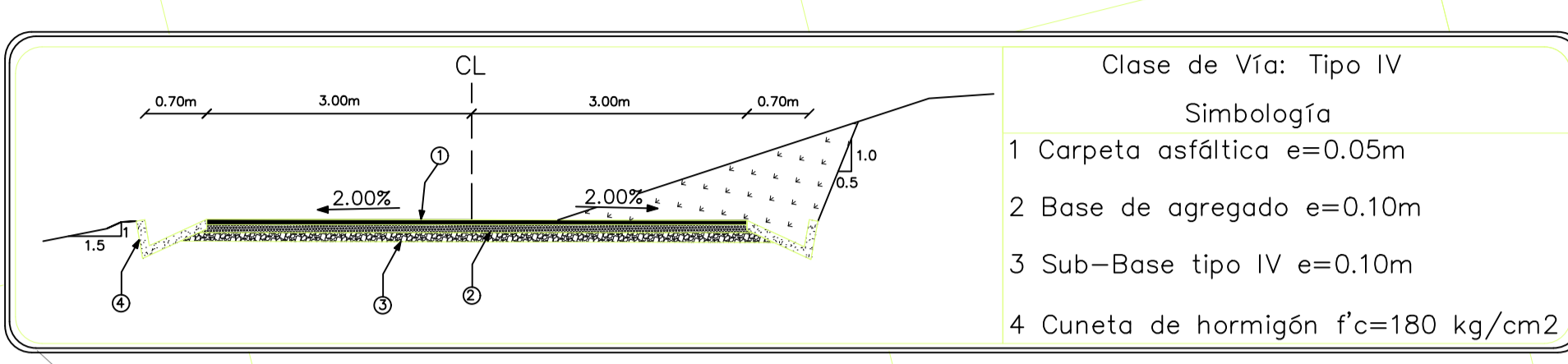
Tramo A El Barro - La Esperanza



Universidad Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



Proyecto: Estudio y diseño de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.		Clase: Tipo IV	
Contiene: Diseño Horizontal y Vertical		Escalas: H: 1:1000	Tramo : A Desde: 0+000.00 Hasta: 1+000.00
Ubicación del proyecto: Parroquia Huambalá, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.		V: 1:100	
Tutor: Ing. Mg. Carlos Navarro	Diseño: Maurício Guamán	Lámina: 1/6	Fecha: Noviembre de 2015



Curva Número	PI-1
Δ	19°55'35"
Radio	135 m
Tangente	18.88 m
L.Curva	37.40 m
External	1.31 m
PI	0+077.26
PC	0+056.38
PT	0+095.90

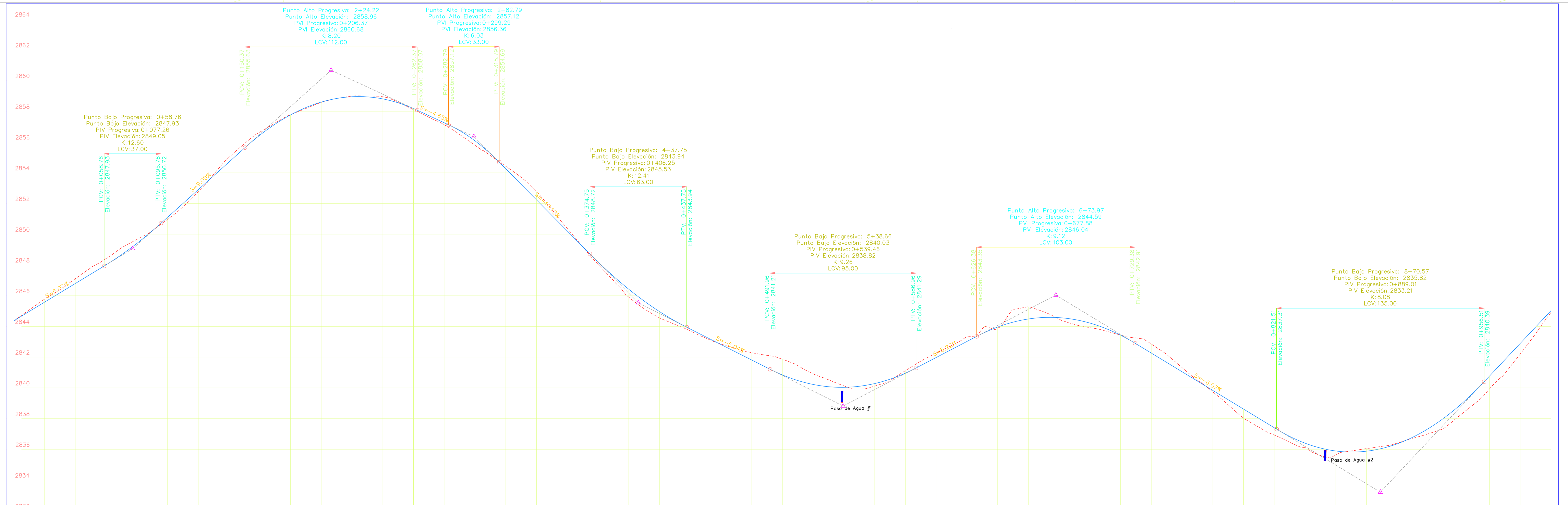
Curva Número	PI-2
Δ	5°49'04"
Radio	1208 m
Tangente	61.38 m
L.Curva	122.81 m
External	1.56 m
PI	0+206.37
PC	0+144.98
PT	0+267.64

Curva Número	PI-3
Δ	52°14'51"
Radio	173 m
Tangente	85.47 m
L.Curva	153.29 m
External	19.96 m
PI	0+406.25
PC	0+320.79
PT	0+479.55

Curva Número	PI-4
Δ	58°19'11"
Radio	98 m
Tangente	54.68 m
L.Curva	95.50 m
External	14.22 m
PI	0+656.57
PC	0+601.89
PT	0+701.64

Curva Número	PI-5
Δ	14°37'08"
Radio	3711 m
Tangente	57.83 m
L.Curva	115.85 m
External	0.45 m
PI	0+842.00
PC	0+784.17
PT	0+899.83

Curva Número	PI-6
Δ	22°23'08"
Radio	460.00 m
Tangente	91.00 m
L.Curva	178.58 m
External	8.92 m
PI	1+051.80
PC	0+960.77
PT	1+140.50



Cota Terreno	2844.26	2845.59	2846.71	2848.41	2849.69	2850.97	2852.77	2854.00	2855.64	2857.78	2858.58	2859.99	2858.94	2858.10	2857.12	2855.79	2854.42	2852.76	2850.39	2848.05	2846.42	2844.55	2843.77	2842.85	2842.29	2840.86	2840.91	2840.10	2840.11	2841.12	2842.26	2843.30	2843.89	2844.48	2845.27	2844.92	2844.52	2844.45	2842.85	2841.32	2839.74	2838.03	2836.62	2835.93	2836.40	2836.11	2835.89	2835.63	2835.89	2835.09	2836.40	2837.01	2838.10	2839.93	2842.20	2845.91	
Cota Rasante	2844.26	2845.59	2846.71	2848.41	2849.69	2850.97	2852.77	2854.00	2855.64	2857.78	2858.58	2859.99	2858.94	2858.10	2857.12	2855.79	2854.42	2852.76	2850.39	2848.05	2846.42	2844.55	2843.77	2842.85	2842.29	2840.86	2840.91	2840.10	2840.11	2841.12	2842.26	2843.30	2843.89	2844.48	2845.27	2844.92	2844.52	2844.45	2842.85	2841.32	2839.74	2838.03	2836.62	2835.93	2836.40	2836.11	2835.89	2835.63	2835.89	2835.09	2836.40	2837.01	2838.10	2839.93	2842.20	2845.91	
Altura de Corte	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Altura de Relleno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Abscisa	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000						

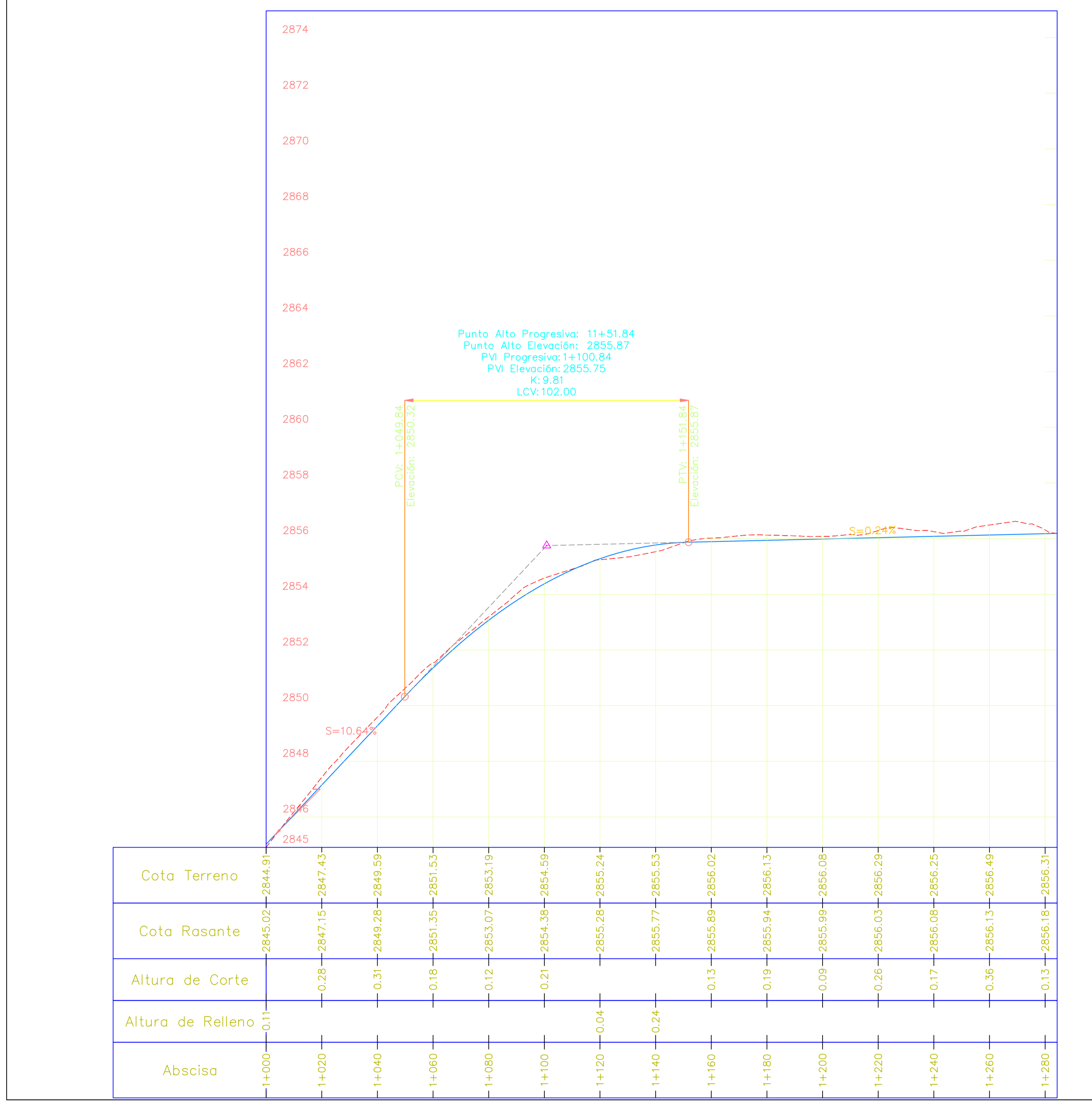
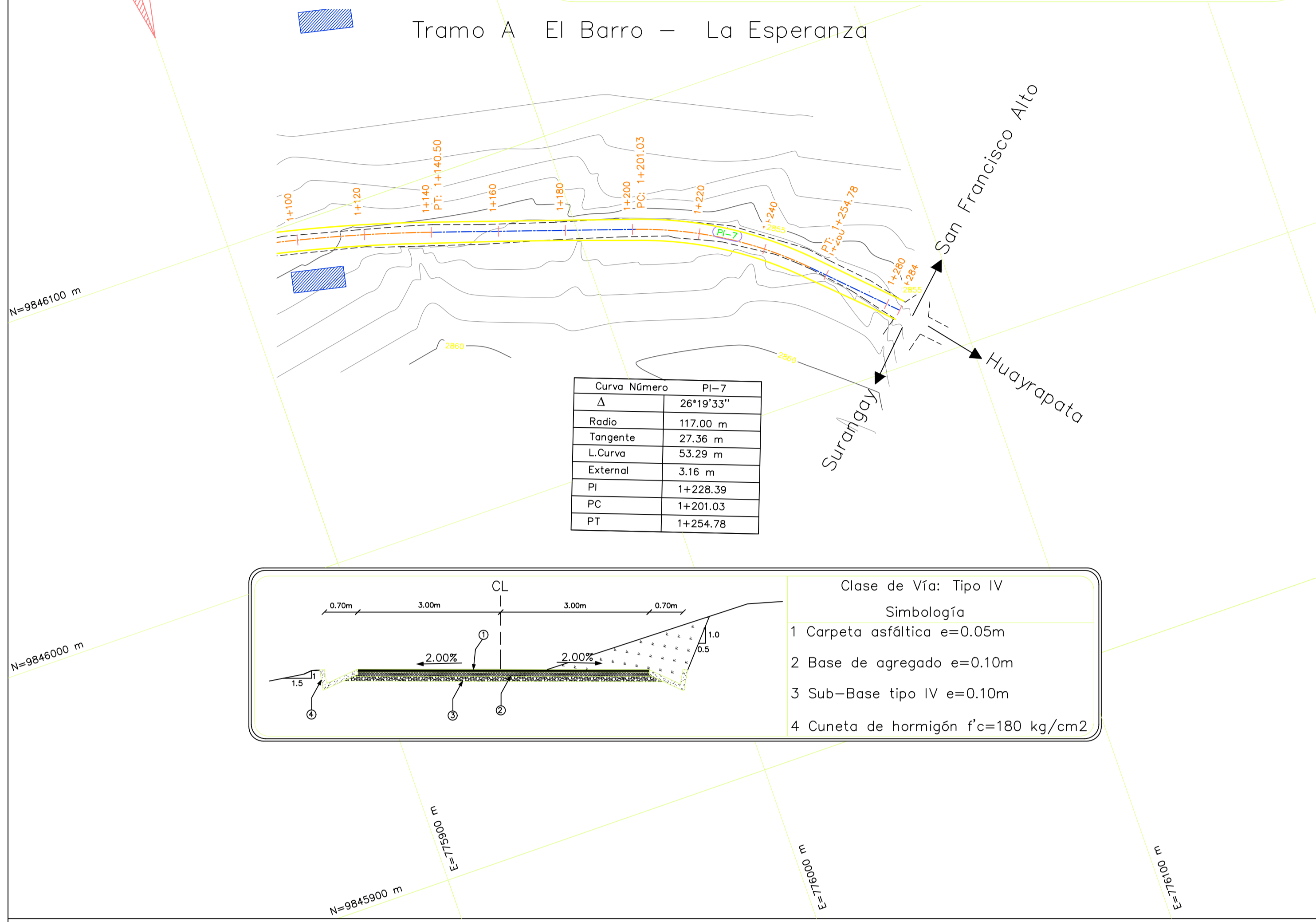
Universidad Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Proyecto: Estudio y diseño de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua. Clase: Tipo IV

Contiene: Diseño Horizontal y Vertical Escalas: H: 1:1000 Tramo : A Desde: 1+000.00 Hasta: 1+284.00

Ubicación del proyecto: Parroquia Huambalá, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua. V: 1:100

Tutor: Ing. Mg. Carlos Navarro Lámmina: 2/6 Fecha: Noviembre de 2015



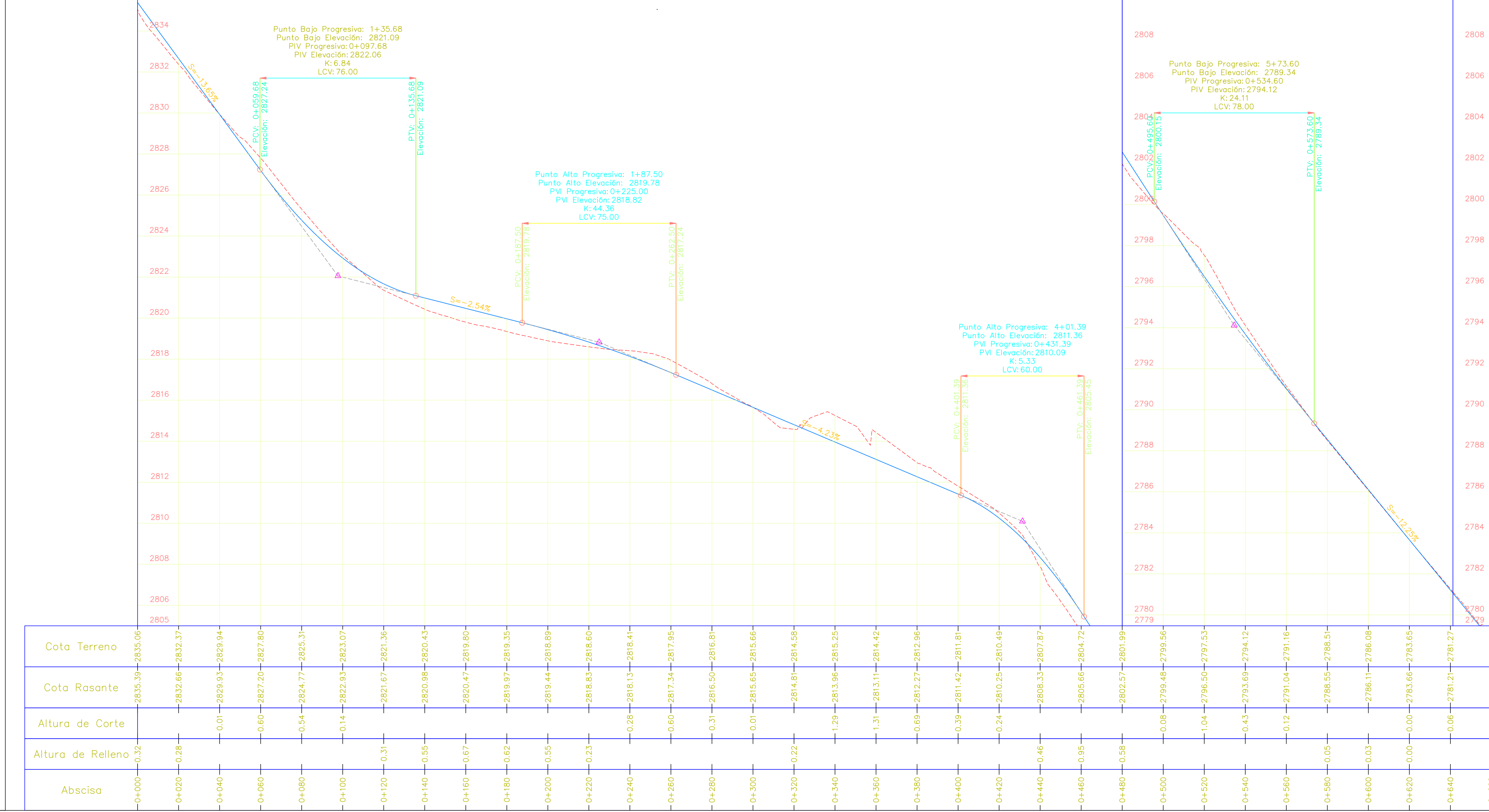
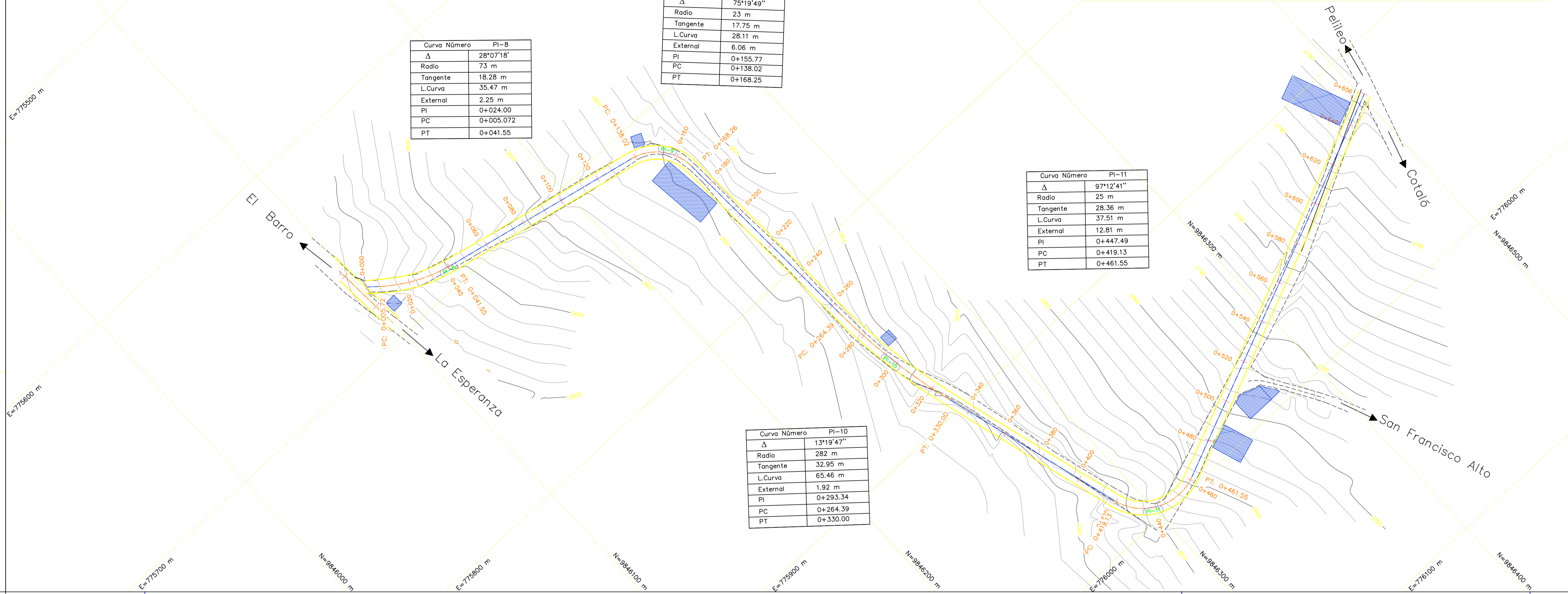
Universidad Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

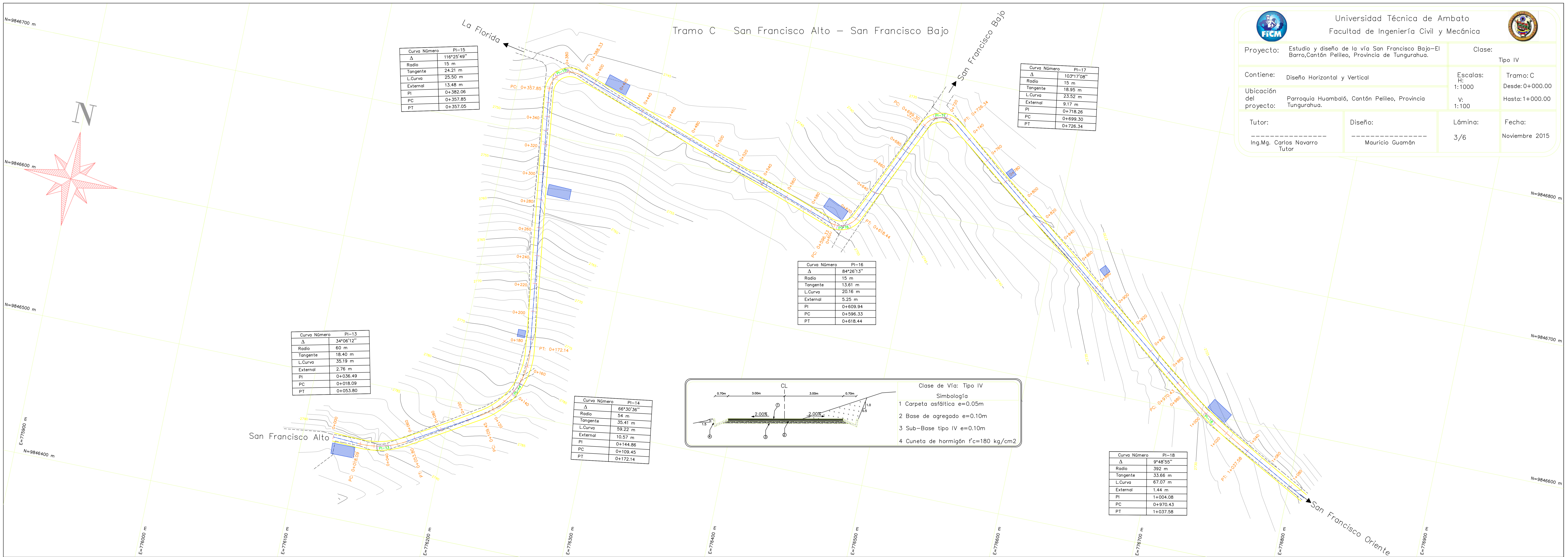
Proyecto: Estudio y diseño de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua. Clase: Tipo IV

Contiene: Diseño Horizontal y Vertical Escalas: H: 1:1000 Tramo B: Desde: 0+000.00 Hasta: 0+660.00

Ubicación del proyecto: Parroquia Huambalá, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua. V: 1:100

Tutor: Ing. Mg. Carlos Navarro Lámmina: 2/6 Fecha: Noviembre de 2015





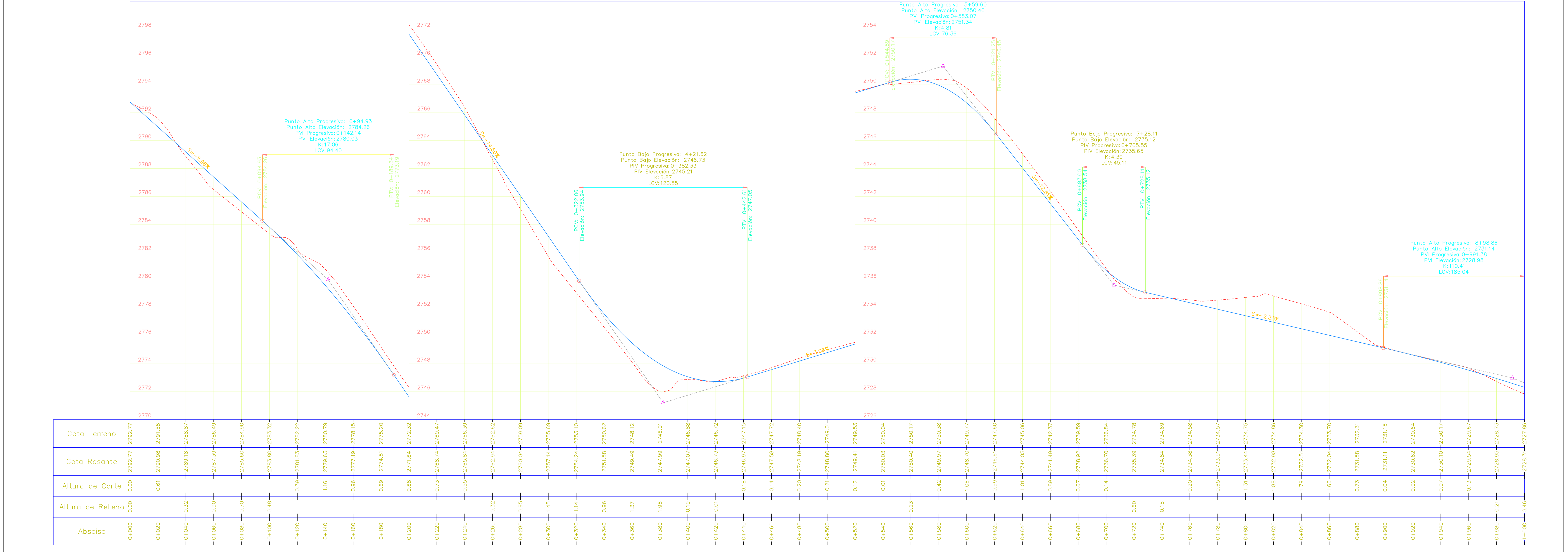
Universidad Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Proyecto: Estudio y diseño de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua. Clase: Tipo IV

Contiene: Diseño Horizontal y Vertical Escalas: H: 1:1000, V: 1:100 Tramo: C Desde: 0+000.00 Hasta: 1+000.00

Ubicación del proyecto: Parroquia Huambalá, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.

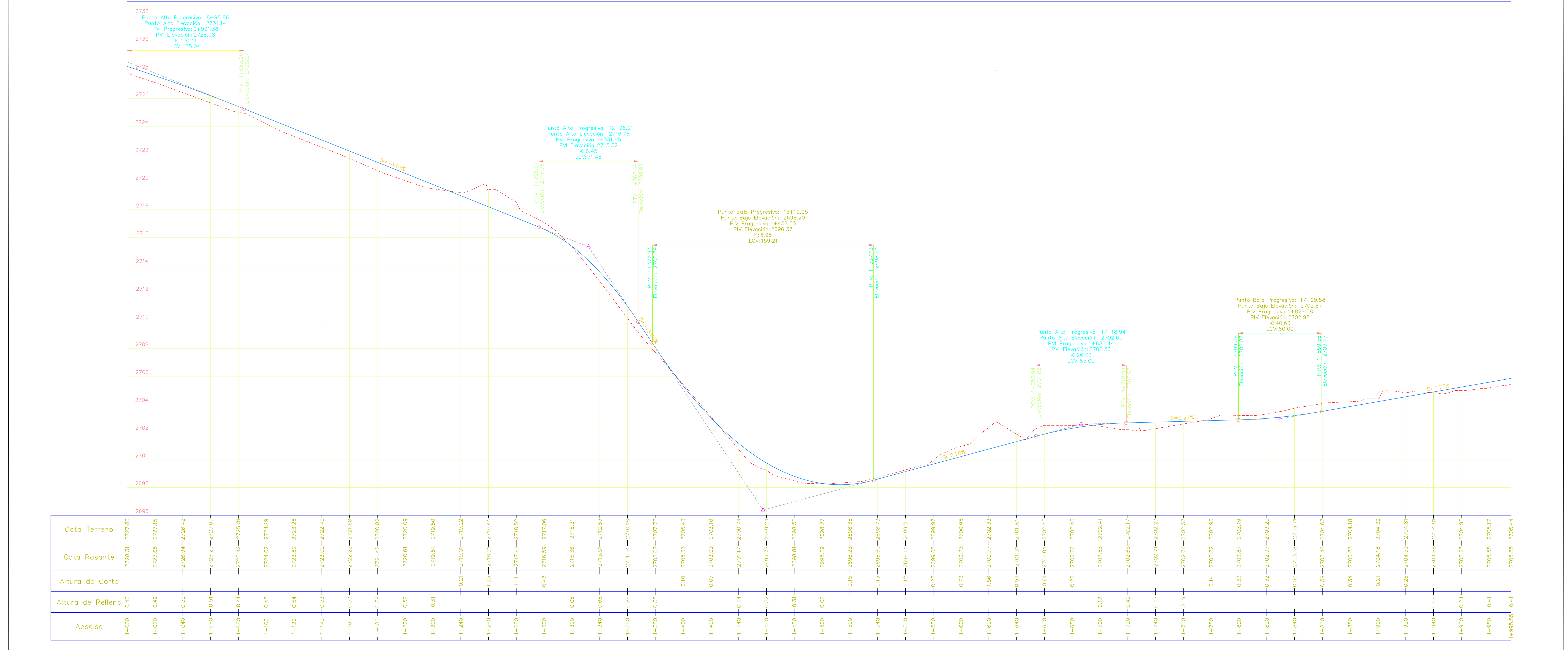
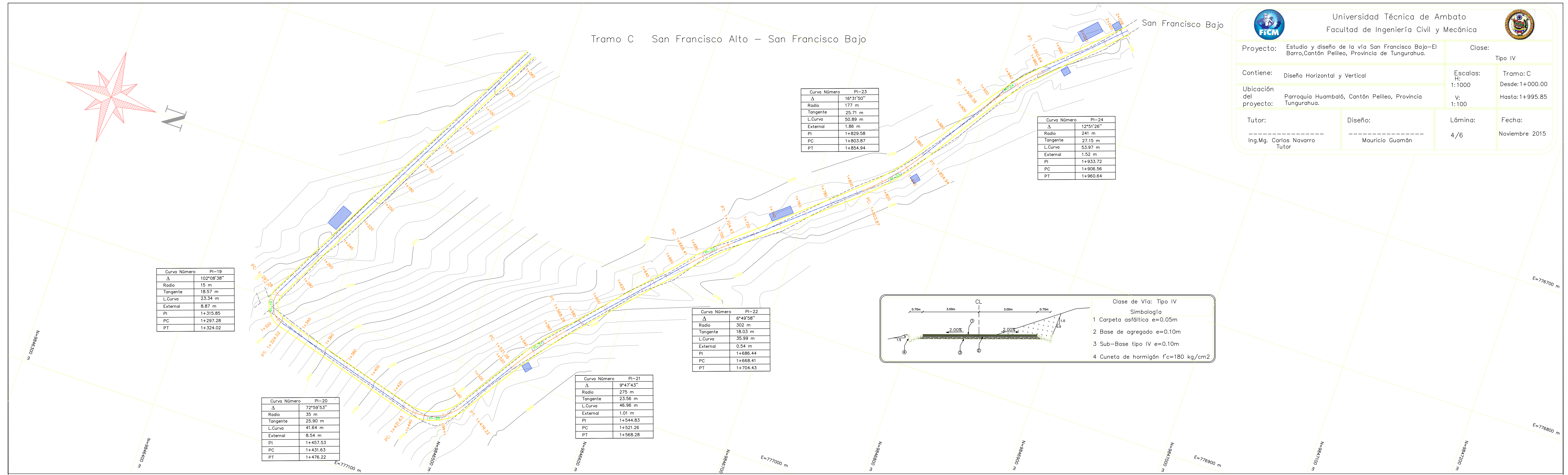
Tutor: Ing. Mg. Carlos Navarro Diseño: Mauricio Guamán Lámina: 3/6 Fecha: Noviembre 2015






Tramo C San Francisco Alto – San Francisco Bajo

	
Proyecto: Estudio y diseño de la vía San Francisco Bajo-EI Barro, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.	Clase: Tipo IV
Contiene: Diseño Horizontal y Vertical	Escalas: H: 1:1000 V: 1:100
Ubicación del proyecto: Parroquia Huambalá, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.	Tramo: C Desde: 1+000.00 Hasta: 1+995.85
Tutor: Ing. Mg. Carlos Navarro	Diseñador: Mauricio Guamán
Lámina: 4/6	Fecha: Noviembre 2015



	
<b>Proyecto:</b> Estudio y diseño de la vía San Francisco Bajo-El Barro, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.	<b>Clase:</b> Tipo IV
<b>Contiene:</b> Secciones Transversales	<b>Escala:</b> 1:200
<b>Ubicación del proyecto:</b> Parroquia Huambalá, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.	<b>Tramo:</b> Desde: 0+000.00 Hasta: 1+890.00
<b>Tutor:</b> Ing. Mg. Carlos Navarro	<b>Diseño:</b> Mauricio Guamán
<b>Lámina:</b> 5/6	<b>Fecha:</b> Noviembre de 2015

