



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

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

**TEMA:**

---

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE -  
PÍLLARO EN EL TRAMO KM 7+600 AL KM 11+400 DE LA PROVINCIA  
DE TUNGURAHUA.

---

**AUTOR:**

EDISON GEOVANNY TIXE GRANJA

**TUTOR:**

ING. MG. MARISOL BAYAS

Ambato-Ecuador

2019

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Mg. Marisol Bayas, certifico que el presente trabajo bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 7+600 AL KM 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** es de autoría de la Sr. Edison Geovanny Tixe Granja, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, febrero 2019

---

Ing. Mg. Marisol Bayas

TUTORA

## **AUTORÍA**

Yo, Edison Geovanny Tixe Granja con C.I: 1804038105, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el Trabajo Experimental con el tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 7+600 AL KM 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, es de mi completa autoría.

Ambato, febrero 2019

-----  
Edison Geovanny Tixe Granja

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

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

Ambato, febrero 2019

-----  
Edison Geovanny Tixe Granja

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DEL GRADO**

Los miembros del tribunal calificador después de haber revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 7+600 AL KM 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, de el egresado Edison Geovanny Tixe Granja, de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, el mismo que cumple con las disposiciones reglamentarias emitidas por el centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2019

Para constancia firman

.....

Ing. Mg. Milton Aldas

.....

Ing. Mg. Alex López

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo experimental va dedicado a Dios, mi esposa e hija, mis padres, mi familia.

A Dios por permitirme la oportunidad de vivir y guiarme en cada dificultad brindándome la oportunidad de cumplir mi meta y permitirme seguir junto a mi familia.

A mi hija Danielita que fue la inspiración, la fuerza para continuar y no desfallecer en el transcurso del camino.

A mi esposa, mis padres y mis suegros por apoyarme en el transcurso de mis estudios, por ser siempre el puntal principal.

Tixe Granja Edison Geovanny

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo experimental es gracias a la participación de las personas que participaron con su colaboración en las correcciones pertinentes, como fuente de datos y brindando apoyo incondicional durante los procesos de dificultad.

A la Ing. Msc Marisol Bayas por brindarme apoyo incondicional en cada uno de los procesos, consejos brindados formando parte de mi vida como un ejemplo de superación.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas y a los docentes que con cada enseñanza me han inculcado para ahora poder servir a la sociedad.

A mi familia y mi esposa por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, y la más importante mi hija la princesa que cambio mi vida, mis estudios se retrasaron, pero mi pequeña es el mejor regalo que Dios me dio en la vida y por ella el sacrificio es recompensado.

## ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	I
AUTORÍA.....	II
DERECHOS DE AUTOR .....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DEL GRADO.....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XVIII
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
CAPÍTULO I.....	5
1.1 TEMA DE TRABAJO EXPERIMENTAL. ....	5
1.2 ANTECEDENTES.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	6
1.4 OBJETIVOS .....	7
CAPÍTULO II .....	8
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1.1 Vías terrestres.....	8
2.1.2 Elementos que componen las vías .....	8
2.1.3 Topografía.....	9
2.1.3.1 Planimetría .....	9
2.1.3.2 Altimetría .....	9
2.1.3.3 Levantamiento topográfico .....	10
2.1.3.4 Georreferenciación.....	10
2.1.4 Estudio de tráfico .....	10



2.1.4.1	Capacidad de la vía .....	10
2.1.4.2	Volumen de tráfico.....	10
2.1.4.3	Densidad de tráfico .....	11
2.1.4.4	Conteo vehicular .....	11
2.1.4.5	Estaciones de conteo .....	11
2.1.4.6	Tráfico diario promedio anual (TPDA).....	11
2.1.5	Clasificación nacional de la red vial .....	11
2.1.5.1	Clasificación de la vía en base al TPDA.....	12
2.1.6	Estudio de la estructura del pavimento .....	12
2.1.6.1	Pavimento.....	12
2.1.6.2	Estructura típica del pavimento.....	13
2.1.6.3	Capa de rodadura .....	13
2.1.6.4	Base .....	13
2.1.6.5	Subbase .....	13
2.1.6.6	Subrasante .....	13
2.1.6.7	Tipos de pavimentos .....	14
2.1.6.8	Pavimentos rígidos .....	14
2.1.6.9	Pavimentos flexibles .....	14
2.1.6.10	Pavimentos semirrígidos .....	14
2.1.6.11	Comportamiento estructural de un pavimento rígido y un pavimento flexible.....	15
2.1.6.12	Vida útil de un pavimento flexible.....	16
2.1.6.13	Fallas en pavimentos flexibles .....	17
2.1.7	Evaluación de pavimento .....	18
2.1.7.1	Importancia de la evaluación de pavimento.....	19
2.1.8	Evaluación funcional de pavimento .....	19
2.1.8.1	Serviciabilidad en pavimentos .....	19

2.1.8.	Método de evaluación superficial de pavimentos asfálticos (Índice de Condición del Pavimento – PCI) .....	20
2.1.8.3	Objetivos del índice de condición de pavimento (PCI) .....	20
2.1.8.4	Niveles de severidad .....	21
2.1.8.5	Fallas consideradas en un pavimento flexible según el PCI .....	22
2.1.8.6	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento. ....	22
2.1.9	Evaluación estructural del pavimento .....	25
2.1.9.1	Evaluación estructural no destructiva .....	26
2.1.9.2	Evaluación de deflexión estática o de movimiento lento.....	26
2.1.9.3	Procedimiento de campo .....	27
2.1.9.4	Evaluación estructural destructiva .....	27
2.2	HIPÓTESIS .....	28
2.3	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS .....	28
2.3.1	Variable independiente.....	28
2.3.2	Variable dependiente.....	28
CAPÍTULO III .....		29
3.1	NIVEL O TIPO DE ANÁLISIS EXPERIMENTAL.....	29
3.1.1	Análisis exploratorio .....	29
3.1.2	Análisis analítico .....	29
3.1.3	Análisis descriptivo .....	29
3.1.4	Análisis de laboratorio .....	29
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	30
3.2.1	Población.....	30
3.2.2	Muestra.....	30
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	31
3.3.1	Variable independiente.....	31
3.3.2	Variable dependiente.....	32

3.4	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	33
3.5	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	33
	CAPÍTULO IV .....	35
4.1	RECOLECCIÓN DE DATOS .....	35
4.1.1	Recolección de datos de campo .....	35
4.1.2	Levantamiento georreferenciado de la vía .....	35
4.1.3	Ejecución de levantamiento georreferenciado de la vía.....	36
4.1.4	Conteo vehicular .....	38
4.1.5	Cálculos.....	40
4.1.5.1	Volumen horario de máxima demanda (VHMD) .....	40
4.1.5.2	Factor de hora de máxima demanda (FHMD) .....	40
4.1.5.3	Cálculo del Tráfico Promedio Anual (TPDA actual).....	40
4.1.5.4	Tránsito futuro.....	41
4.1.5.5	Incremento de tránsito.....	42
4.1.5.6	Cálculo del Tránsito Futuro (TF) .....	44
4.1.5.7	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento .....	45
4.1.5.8	Geometría.....	45
4.1.5.9	Estructura del pavimento.....	45
4.1.5.10	Medio ambiente y drenaje.....	46
4.1.5.11	Obras adicionales .....	46
4.1.5.12	Procedimiento de exploración visual del pavimento .....	46
4.1.5.13	Unidades de muestreo .....	46
4.1.5.14	Cálculo del intervalo de muestreo (i).....	49
4.1.5.15	Selección de unidades de muestreo adicionales.....	50
4.1.5.16	Pasos para la evaluación de la condición del pavimento .....	50
4.1.5.17	Cálculo del PCI para pavimentos con Superficie Asfáltica .....	51
4.1.6	Aplicación de la metodología PCI .....	53

4.1.7	Medición de las deflexiones del pavimento mediante Viga Benkelman	56
4.1.7.1	Procedimiento para la medición de las deflexiones del pavimento mediante Viga Benkelman .....	58
4.1.7.2	Secciones a evaluar .....	58
4.1.7.3	Sitios a evaluar el pavimento .....	59
4.1.7.4	Procedimiento de uso .....	59
4.1.8	Cálculo de las deflexiones obtenidas mediante Viga Benkelman.....	62
4.1.8.1	Descripción de la viga utilizada durante las pruebas de campo.....	63
4.1.8.2	Corrección por relación de brazos (Viga Benkelman).....	63
4.1.8.3	Corrección por temperatura.....	64
4.1.8.4	Corrección por estacionalidad.....	65
4.1.8.5	Cálculo del radio de curvatura .....	66
4.1.8.6	Cálculo de la deflexión característica .....	68
4.1.8.7	Cálculo de la deflexión admisible .....	68
4.1.8.8	Cálculo de la deflexión crítica.....	69
4.1.8.9	Análisis deflectométrico del tramo .....	70
4.1.9	Estudio de suelos.....	70
4.2	Análisis de resultados.....	71
4.2.1	Comportamiento del tránsito.....	71
4.2.2	Composición vehicular.....	72
4.2.2.1	Clasificación vial en función al TPDA .....	74
4.2.2.2	Análisis de los resultados del PCI del tramo de la Vía Patate-Píllaro. ..	75
4.2.2.3	Análisis de los resultados del ensayo de la viga Benkelman de la Vía Patate-Píllaro .....	75
4.2.2.4	Análisis comparativo en función a la tabla 40. ....	76
4.2.3	Análisis del estudio de suelos .....	77
4.2.3.1	Ensayo de granulometría en base.....	78

4.2.3.2	Ensayo de compactación Proctor modificado .....	84
4.2.3.3	Ensayo de CBR capa base .....	84
4.2.3.4	Ensayo de CBR subrasante .....	85
4.2.3.5	Ensayo límites de Atterberg .....	85
4.2.3.6	Resultados de la estructura del pavimento tramo 3.....	85
4.2.3.7	Resultados de los límites de Atterberg de la subrasante .....	86
4.2.4	Plan de mantenimiento vial.....	87
4.3	Verificación de la hipótesis .....	89
CAPÍTULO V .....		90
5.1	Conclusiones .....	90
5.2	Recomendaciones.....	91
5.3	Bibliografía .....	92
Anexos. ....		95
Anexo 1: Resultados del conteo vehicular .....		95
Anexo 2: Resultados del ensayo PCI. ....		102
Anexo 3: Granulometría para las capas de la estructura del pavimento .....		116
Anexo 4: Granulometría de la capa base.....		119
Anexo5 : Proctor modificado capa base.....		123
Anexo 6: Proctor modificado suelo natural .....		127
Anexo 7: CBR capa base.....		131
Anexo 8: CBR suelo natural .....		139
Anexo 9: Límite líquido y Plástico Capa Base .....		147
Anexo 10: Límite líquido y Plástico Suelo Natural .....		152
Anexo 11: Planos .....		157

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA. ....	12
TABLA 2: Índice de serviciabilidad .....	19
TABLA 3: Rango de Clasificación del PCI.....	21
TABLA 4: Medidas de solución a realizar de acuerdo al PCI.....	21
TABLA 5: Fallas consideradas en un Pavimento Flexible según el PCI.....	22
TABLA 6: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica .....	25
TABLA 7: Distancia del punto de ensayo .....	27
TABLA 8: Implementación del proceso de conservación vial .....	31
TABLA 9: Operacionalización de la variable dependiente .....	32
TABLA 10: Plan de recolección de Información .....	33
TABLA 11 Puntos de las estaciones .....	37
TABLA 12: Formato para el registro de vehículos.....	39
TABLA 13: Valores de k dependiendo de zonas.....	41
TABLA 14: Cálculo del TPDA actual para la vía Patate-Píllaro, tramo #3 .....	41
TABLA 15: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico día Domingo .....	42
TABLA 16: Tasa de crecimiento según la composición vehicular.....	42
TABLA 17: Cálculo del crecimiento normal de tránsito .....	43
TABLA 18: Cálculo del tránsito generado .....	43
TABLA 19: Cálculo del tránsito desarrollado .....	44
TABLA 20: Cálculo del tránsito futuro .....	44
TABLA 21: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica .....	45
TABLA 22: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas .....	46
TABLA 23: Número de muestras evaluadas .....	50
TABLA 24: Determinación del valor de PCI para la unidad de muestra 1 .....	54
TABLA 25: Número de ensayos con Viga Benkelman .....	59
TABLA 26: Distancia de aplicación del ensayo .....	60
TABLA 27: Lecturas del deflectómetro tomadas en campo.....	62
TABLA 28: Deflexiones tomadas en la abscisa 7+600 .....	63
TABLA 29: Cuadro de valores corregido por relación de brazo .....	64
TABLA 30: Deflexiones corregidas por temperatura.....	65

TABLA 31: Factores de corrección por estacionalidad.....	66
TABLA 32: Deflexiones corregidas por estacionalidad .....	66
TABLA 33: Radio de curvatura.....	67
TABLA 34: Ubicación de los pozos .....	70
TABLA 35: Composición vehicular total.....	72
TABLA 36: Composición vehicular de la hora pico del conteo vehicular .....	73
TABLA 37: Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.....	74
TABLA 38: Relación función, clase MOP y tráfico.....	74
TABLA 39: Valores del PCI de las unidades de muestreo y el PCI total del tramo .	75
TABLA 40: Características del Pavimento de acuerdo al Tipo de Deflexión y Radio de Curvatura.....	75
TABLA 41: Resultados finales del ensayo con Viga Benkelman .....	76
TABLA 42: Análisis de resultados del tramo 3 .....	76
TABLA 43: Tipo de capa base en función al TPDA .....	78
TABLA 44: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Base Clase 3 .....	78
TABLA 45: Análisis granulométrico de la calicata 8+600.....	79
TABLA 46: Análisis granulométrico de la calicata 9+600.....	80
TABLA 47: Análisis granulométrico de la calicata 10+600.....	81
TABLA 48: Análisis granulométrico de la calicata 11+400.....	82
TABLA 49: Análisis granulométrico de la subrasante .....	83
TABLA 50: Resultados de Proctor modificado en capa base.....	84
TABLA 51: Resultados de Proctor modificado en subrasante .....	84
TABLA 52: CBR de la estructura del pavimento .....	84
TABLA 53: CBR de la estructura del pavimento .....	85
TABLA 54: Límites de Atterberg de la capa base.....	85
TABLA 55: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 1 ...	85
TABLA 56: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 2 ...	86
TABLA 57: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 3 ...	86
TABLA 58: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 4 ...	86
TABLA 59: Límites de Atterberg de la subrasante .....	86
TABLA 60: Programa de conservación vial y explotación .....	88
TABLA 61: Fallas encontradas en la vía Patate-Píllaro tramo 3 .....	89

TABLA 63: Conteo vehicular día lunes.....	95
TABLA 64: Conteo vehicular día martes .....	96
TABLA 65: Conteo vehicular día miércoles .....	97
TABLA 66: Conteo vehicular día jueves.....	98
TABLA 67: Conteo vehicular día viernes .....	99
TABLA 68: Conteo vehicular día sábado.....	100
TABLA 69: Conteo vehicular día domingo.....	101
TABLA 70: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 1 .....	102
TABLA 71: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 2 .....	103
TABLA 72: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 3 .....	104
TABLA 73: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 4 .....	105
TABLA 74: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 5 .....	106
TABLA 75: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 6 .....	107
TABLA 76: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 7 .....	108
TABLA 77: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 8 .....	109
TABLA 78: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 9 .....	110
TABLA 79: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 10 .....	111
TABLA 80: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 11 .....	112
TABLA 81: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 12 .....	113
TABLA 82: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 13 .....	114
TABLA 83: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 14 .....	115
TABLA 84: Granulometría capa base km 8+600 .....	119
TABLA 85: Granulometría capa base km 9+600 .....	120
TABLA 86: Granulometría capa base km 10+600 .....	121
TABLA 87: Granulometría capa base km 11+400 .....	122
TABLA 88: Proctor modificad km 8+600.....	123
TABLA 89: Proctor modificad km 9+600.....	124
TABLA 90:Proctor modificad km 10+600.....	125
TABLA 91: Proctor modificad km 11+400.....	126
TABLA 92: Proctor modificado suelo natural km 8+600 .....	127
TABLA 93: Proctor modificado suelo natural km 9+600 .....	128
TABLA 94: Proctor modificado suelo natural km 10+600 .....	129
TABLA 95: Proctor modificado suelo natural km 11+400 .....	130



TABLA 96: CBR capa base km 8+600 .....	131
TABLA 97: carga vs penetración capa base Km8+600.....	132
TABLA 98: Densidad de campo del suelo compactado CBR capa base Km 9+600 .....	133
TABLA 99: carga vs penetración capa base Km9+600.....	134
TABLA 100: Densidad de campo del suelo compactado CBR capa base Km 10+600 .....	135
TABLA 101: carga vs penetración capa base Km 10 +600.....	136
TABLA 102: Densidad de campo del suelo compactado CBR capa base Km 11+400 .....	137
TABLA 103: carga vs penetración capa base Km11+400.....	138
TABLA 104: Densidad de campo del suelo compactado CBR suelo natural Km 8+600 .....	139
TABLA 105: carga vs penetración suelo natural Km8+600.....	140
TABLA 106: Densidad de campo del suelo compactado CBR suelo natural Km 9+600 .....	141
TABLA 107: carga vs penetración suelo natural Km9+600.....	142
TABLA 108: Densidad de campo del suelo compactado CBR suelo natural Km 10+600 .....	143
TABLA 109: carga vs penetración suelo natural Km10+600.....	144
TABLA 110: Densidad de campo del suelo compactado CBR suelo natural Km 11+400 .....	145
TABLA 111: carga vs penetración suelo natural Km11+400.....	146
TABLA 112: Límite Líquido capa base km 8+600 .....	147
TABLA 113: Límite plástico capa base km 8+600 .....	148
TABLA 114: Límite Líquido capa base km 9+600 .....	148
TABLA 115: Límite plástico capa base km 9+600 .....	149
TABLA 116: Límite Líquido capa base km 10+600 .....	149
TABLA 117: Límite plástico capa base km 10+600 .....	150
TABLA 118: Límite Líquido capa base km 11+400 .....	150
TABLA 119: : Límite plástico capa base km 11+400 .....	151
TABLA 120: Límite Líquido suelo natural km 8+600 .....	152
TABLA 121: Límite Plástico suelo natural km 8+600 .....	153

TABLA 122: Límite Líquido suelo natural km 9+600 .....	153
TABLA 123: Límite Plástico suelo natural km 9+600 .....	154
TABLA 124: Límite Líquido suelo natural km 10+600 .....	154
TABLA 125: Límite Plástico suelo natural km 10+600 .....	155
TABLA 126: Límite Líquido suelo natural km 11+400 .....	155
TABLA 127: Límite Plástico suelo natural km 11+600 .....	156

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Elementos que componen las vías .....	9
Gráfico 2: Deformaciones en pavimentos rígidos.....	15
Gráfico 3: Deformaciones en pavimentos flexibles .....	16
Gráfico 4: Evaluación estructural de un pavimento flexible mediante la Viga Benkelman.....	27
Gráfico 5: Elaboración de una calicata .....	28
Gráfico 6: Tramo en estudio .....	30
Gráfico 7: Levantamiento planimétrico de la vía.....	36
Gráfico 8: Esquema de la viga Benkelman .....	57
Gráfico 9: Ubicación del centro de gravedad del eje posterior.....	60
Gráfico 10: Ubicación de la viga Benkelman para el ensayo .....	61
Gráfico 11: Comportamiento de tráfico semanal sentido Norte-Sur .....	71
Gráfico 12: Comportamiento de tráfico semanal sentido Sur-Norte .....	71
Gráfico 13: Comportamiento de tráfico horario sentido Norte-Sur <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Gráfico 14: Comportamiento de tráfico horario sentido Sur-Norte <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Gráfico 15: Composición vehicular .....	72
Gráfico 16: Curva de corrección de los valores deducidos para la falla de parcheo .	55
Gráfico 17: Curvas de correcciones para valores deducidos finales.....	56
Gráfico 18: Viga Benkelman utilizada en los ensayos.....	63
Gráfico 19: Deflectograma del tramo #3 .....	70
Gráfico 20: Extracción de muestras de suelo.....	77
Gráfico 21: Granulometría para las superficies de rodadura .....	116
Gráfico 22: Granulometría para las Sub-Bases .....	116
Gráfico 23: Granulometría para las Bases: clase 1 .....	117
Gráfico 24: Granulometría para las Bases: clase 2 .....	117
Gráfico 25: Granulometría para las Bases: clase 3 .....	117

**TEMA:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 7+600 AL KM 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

### **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo experimental consiste en la implantación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate –Píllaro en el tramo km 7+600 al km 11+400 de la provincia de Tungurahua.

El objetivo de este trabajo experimental es proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía, disponer de un levantamiento georreferenciado, conocer la movilidad vehicular existente a la presente fecha.

Con el levantamiento planimétrico de la vía cuya longitud es de 3800 m, se realizó un estudio de tráfico por 7 días continuos en un horario de 7 am hasta las 19 pm, para lo cual se empleó la metodología del conteo manual determinando 1694 veh/ día del TPD actual clasificándolo en una vía colectora de acuerdo al Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (MTOB)

Para la evaluación visual de la condición funcional del pavimento se aplicó la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) que su aplicación consiste en un método sencillo y económico, la misma que evalúa el estado superficial de la vía clasificando de acuerdo al tipo de falla severidad y densidad.

Para la evaluación estructural no destructiva del pavimento se utilizó la viga Benkelman, este método consiste en la aplicación de una carga mediante una volqueta cuyo peso es de 8.2 ton con par de neumáticos infladas a una presión de 70 a 80 Psi, con este ensayo se llegó a concluir que la subrasante tiene un comportamiento estructural muy bueno, no así la base cuyo comportamiento es deficiente esto se debe a que la estructura del pavimento no es la adecuada ya que su carpeta asfáltica esta sobre un empedrado.

Se realizó calicatas para la evaluación de la capacidad de soporte de la estructura existente, estos ensayos se los realizó tomando muestras de suelo por cada km del tramo estudiado,

Luego fueron trasladados las muestras a los laboratorios de la facultad de ingeniería civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato para sus análisis respectivos como es, granulometría, Proctor modificado, Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) y límites de Atterberg,

Una vez realizado los estudios de suelos se pudo evidenciar que las propiedades que tiene la capa base, siendo la única capa existente en el tramo de análisis no cumple con las especificaciones propuestas por el MTOP, no así la subrasante que tiene un buen comportamiento estructural.

Finalizado el trabajo experimental con la realización del plano vial donde se puede observar la tipología de la vía, siendo una vía colectora, las muestras realizadas para la aplicación de la metodología PCI puntos de ensayo con la viga Benkelman y pozos se sugiere realizar leves reparaciones en la vía ya que superficialmente se encuentra funcionando de una forma adecuada.

## ABSTRACT

The present experimental work consists of the implantation of the process of conservation of the structure of the rolling layer of the Patate-Píllaro track in the section km 7 + 600 to the km 11 + 400 of the province of Tungurahua.

The objective of this experimental work is to propose a road conservation management system based on the physical characteristics of the road, to have a georeferenced survey, to know the vehicular mobility existing at the present date.

With the planimetric survey of the road whose length is 3800 m, a traffic study was conducted for 7 continuous days from 7 a.m. until 19 p.m., for which the manual counting methodology was used, determining 1694 vehicle / day of the current TPD classifying it in a collector route according to the Ministry of Transport and Public Works. (MTOP)

For the visual evaluation of the functional condition of the pavement, the methodology of the Pavement Condition Index (PCI) was applied. Its application consists of a simple and economical method, which evaluates the surface condition of the road classifying according to the type of road surface. failure severity and density.

For the non-destructive structural evaluation of the pavement, the Benkelman beam was used, this method consists in the application of a load by means of a dump truck whose weight is 8.2 tons with a pair of tires inflated at a pressure of 70 to 80 Psi, with this test it came to conclude that the subgrade has a very good structural behavior, but not the base whose behavior is deficient, this is because the pavement structure is not adequate since its asphalt is on a pavement.

Pits were made for the evaluation of the support capacity of the existing structure, these tests were carried out taking soil samples for each km of the section studied,

The samples were then transferred to the laboratories of the Faculty of Civil Engineering and Mechanics of the Technical University of Ambato for their respective analyzes such as granulometry, Modified Proctor, California Support Relationship Test (CBR) and Atterberg limits.

Once the soil studies were carried out, it was evident that the properties of the base layer, being the only existing layer in the analysis section, do not meet the

specifications proposed by the MTOP, but not the subgrade that has a good structural behavior.

Finalized the experimental work with the realization of the road plan where the typology of the road can be observed, being a collection way, the samples realized for the application of the methodology PCI points of test with the beam Benkelman and wells it is suggested to carry out slight repairs in the way since it is superficially functioning in an adequate way.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 TEMA DE TRABAJO EXPERIMENTAL**

“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO Km 7+600 al Km 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

### **1.2 ANTECEDENTES.**

El desarrollo económico de un país es la infraestructura, que le permitirá competir de manera global con otras naciones. Es así que las carreteras son una parte estratégica de este progreso, ya que por ellas se mueven grandes cantidades de carga comercial y de pasajeros; sin embargo, el simple hecho de construir nueva infraestructura no es suficiente, puesto que se debe fomentar la inversión en la conservación de los servicios existentes, mediante la aplicación de recursos en tiempo y forma, implementación de diseños acordes a las características del sitio, utilización de materiales que cumplan con especificaciones de construcción, procedimientos constructivos que cumplan con altas especificaciones, controles de calidad que aseguren el cumplimiento de proyectos y la aplicación de sistemas de administración mediante los cuales se pueda certificar la eficacia total en la conservación. [1]

El transporte es un elemento de gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y la serviciabilidad de las carreteras contribuye al desarrollo socio – económico de los sectores de la población, por ello es necesario de una adecuada planificación en los proyectos viales para que puedan garantizar y facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Dicha serviciabilidad es función directa del estado superficial y estructura del pavimento. Por ello es de gran



importancia para la región, que se cuente con una red vial eficiente, que permita la comunicación entre sus diferentes núcleos urbanos y rurales. [2]

Al planificar el mantenimiento y la rehabilitación en un programa plurianual los ingenieros de pavimentos se enfrentan con la decisión de determinar qué tramos de la carretera deben ser reparados, cuándo deben realizarse las reparaciones y qué tipos de reparaciones o tratamiento deben usarse. Se trata de un problema importante debido al amplio escenario de combinaciones entre las posibles elecciones entre el gran número de secciones homogéneas existentes en la carretera y los diferentes tratamientos de reparación posibles. [3]

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Las vías de comunicación constituyen un elemento indispensable y sustancial en el desarrollo social y económico de los pueblos, convirtiéndose en un medio para la integración de varios sectores que conforman una región; la construcción y el funcionamiento de nuevas carreteras brindan a sus usuarios comodidad, seguridad y ahorros en el tiempo de recorrido. [4]

Durante la vida útil de las carreteras, existen diversos elementos que afectan el desempeño del pavimento y paulatinamente van disminuyendo los niveles de servicio para los que fueron proyectadas. [5]

Existen factores como el tráfico, cuya incidencia producen fallas en el pavimento antes de cumplir su tiempo de vida útil. por lo cual se debe ejecutar un proceso continuo de mantenimiento y conservación del mismo.

Para ello se ha implementado una metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI) con el cual se permite calificar al pavimento en un rango de valores que van de 0 a 100, mediante una inspección visual del tipo de daños, identificándolos, cuantificándolos y evaluando su nivel de incidencia sobre el pavimento. [6]

En el Ecuador durante estos últimos seis años, ha tenido una importante evolución en su movilidad, tanto terrestre, aérea y fluvial, se ha intervenido 9706 km de red vial estatal, se ha ejecutado más aeropuertos a nivel nacional y se está repotenciando los puertos marítimos más importantes del país, por lo que se hace necesario un sistema de gestión de conservación de la red terrestre. [7]

Los costos de mantenimiento de la vía asfaltada son mínimos en relación a los costos de colocación de una nueva carpeta asfáltica; los costos por transporte serían economizados en vista que una vía asfaltada y conservada evitaría la destrucción progresiva de vehículos; además se ahorrarían recursos naturales provenientes de la explotación de minas y se contribuiría a la conservación de los mismos en base de un desarrollo sustentable. [8]

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Patate – Píllaro en el tramo Km 7+600 al km 11+400 de la provincia de Tungurahua.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Patate – Píllaro en el tramo km 7+600 al km 11+400.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate – Píllaro en el tramo Km 7+600 al km 11+400.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Patate – Píllaro en el tramo Km 7+600 al km 11+400.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

##### **2.1.1 Vías terrestres**

Una vía es el medio que sirve para el traslado de personas, mercancías, agua o fluidos, etc. de un lugar a otro. El transporte propiamente dicho se refiere a personas o mercancías y se puede efectuar por tierra (camino, ferrocarriles, tranvías). El transporte tiene una importancia vital en el desarrollo económico porque es la unión indispensable entre la producción y el consumo, unión sin la cual esos fenómenos no podrían existir con el carácter masivo que presentan en la actualidad.

Para que una circulación resulte segura y cómoda, es necesario disponer de una superficie preparada, que reúna las condiciones adecuadas para permitir el movimiento de los vehículos sin que la condición se convierta en fatigosa y arriesgada. Por estas razones, es necesario que el conjunto de caminos de un área determinada (ciudad, región, país) formen una red vial con suficientes conexiones entre las vías para permitir el movimiento de los vehículos entre dos puntos cualquiera de la misma. [9]

##### **2.1.2 Elementos que componen las vías**

La sección transversal está integrada por: la calzada que es la zona destinada a la circulación de los vehículos, se divide en franjas longitudinales que se llaman carriles y se distinguen mediante líneas pintadas en el pavimento, el espaldón, la berma y la cuneta como lo indica el Gráfico 1.

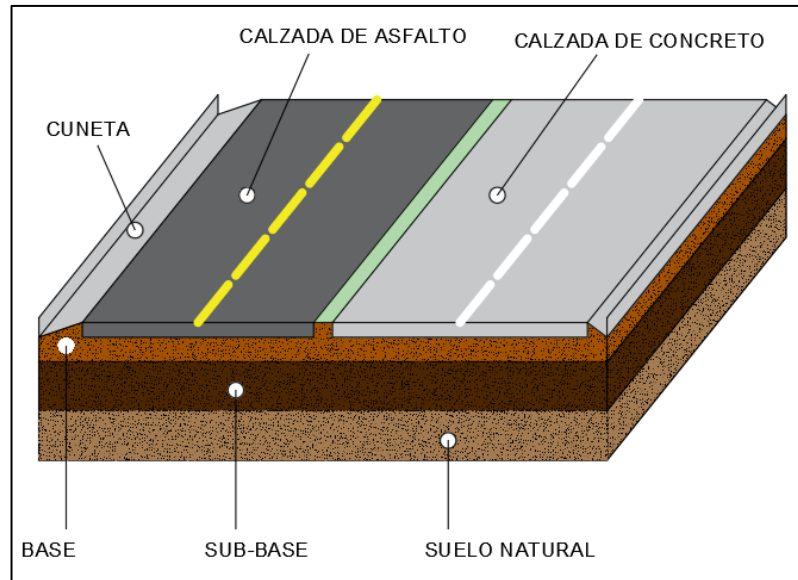


Gráfico 1: Elementos que componen las vías  
Elaborado por: Tixe Edison

### 2.1.3 Topografía

La topografía es la ciencia que estudia y realiza medidas sobre la superficie terrestre, cuyo objetivo es la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

Para eso se utiliza un sistema de coordenadas tridimensional, siendo la X y la Y competencia de la planimetría, y la Z de la altimetría.

#### 2.1.3.1 Planimetría

Planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve.

#### 2.1.3.2 Altimetría

Altimetría es la parte de la Topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura; también llamada "cota", de cada uno de los puntos, respecto de un plano de referencia. Con la Altimetría se consigue representar el relieve del terreno, (planos de curvas de nivel, perfiles, etc.).

### **2.1.3.3 Levantamiento topográfico**

Consiste en un conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno, mediante el levantamiento topográfico se puede detallar las características naturales del terreno, así como las que haya hecho el ser humano. [10]

### **2.1.3.4 Georreferenciación**

La georreferenciación es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto (representado mediante punto, línea, polígono) en un sistema de coordenadas y datum determinado. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica. [11]

### **2.1.4 Estudio de tráfico**

El estudio de tráfico vehicular tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la vía.

- a) El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte.
- b) El tránsito (también llamado tráfico vehicular) viene a ser el flujo de vehículos que circulan por la vía.

#### **2.1.4.1 Capacidad de la vía**

La capacidad de la vía se define como el número horario máximo de personas y vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar un tramo de carretera durante un período de tiempo, bajo condiciones prevalecientes del camino y del tránsito. Expresada en vehículos / hora refleja la habilidad del segmento de carretera para acomodar el flujo en movimiento de personas y vehículos. [12]

#### **2.1.4.2 Volumen de tráfico**

Se conoce como el número y tipo de vehículos que pasan por una vía o calzada en un período de tiempo determinado [13]

#### **2.1.4.3 Densidad de tráfico**

Se denomina como el número de vehículos que hay por la unidad de longitud, se puede obtener por medio de fotografías o el conteo vehicular. [14]

#### **2.1.4.4 Conteo vehicular**

Uno de los primeros pasos en cualquier estudio de tráfico es la evaluación de los movimientos que se producen, para lo que es preciso medir el número de vehículos que pasan por cada carril en un determinado período de tiempo.

Existen diferentes maneras de conteo, estos pueden ser manuales, mecánicos o automáticos. [12]

#### **2.1.4.5 Estaciones de conteo**

La ubicación de las estaciones de conteo deberá ser realizada tomando en cuenta las variaciones en el volumen de tráfico que se presentará a lo largo del camino que se estudia. [12]

#### **2.1.4.6 Tráfico diario promedio anual (TPDA)**

El T.P.D.A. es la cantidad total de vehículos que pasan por un punto de una carretera en un año, dividida para 365 días que tiene el año.

Para el cálculo del T.P.D.A. se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) En vías de un solo sentido de circulación el tráfico será contado en ese sentido.
- b) En vías de doble sentido de circulación, el tráfico será contado en ambos sentidos.
- c) En el caso de autopistas por lo general el tráfico será contado en los dos sentidos de circulación. [15]

#### **2.1.5 Clasificación nacional de la red vial**

Las carreteras en el País se las clasifican principalmente por:

- a) Clasificación por capacidad (TPDA).
- b) Clasificación por jerarquía en la red vial.
- c) Clasificación por condiciones orográficas.

- d) Clasificación por número de calzadas.
- e) Clasificación en función de la superficie de rodamiento. [16]

### 2.1.5.1 Clasificación de la vía en base al TPDA

TABLA 1: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de carreteras - MTOP 2003

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

TPDA<sub>d</sub>: TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño

En esta clasificación considera un TPDA<sub>d</sub> para el año horizonte se define como:

TPDA<sub>d</sub>: Año de inicio de estudios + Años de Licitación, Construcción + Años de Operación

C1= Equivale a carretera de mediana capacidad

C2= Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3= Camino agrícola/forestal

### 2.1.6 Estudio de la estructura del pavimento

#### 2.1.6.1 Pavimento

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

### **2.1.6.2 Estructura típica del pavimento**

Se refiere a las características relativas de cada una de las capas que constituyen la estructura de la vía tales como: capa de rodadura, base, subbase, subrasante. [17]

### **2.1.6.3 Capa de rodadura**

Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos. [18]

### **2.1.6.4 Base**

La base es la capa situada debajo de la carpeta (pavimento flexible). Su función es ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales bajo las sollicitaciones repetidas del tránsito, repartiendo uniformemente estos esfuerzos a la capa de sub base y al terreno de fundación. [19]

### **2.1.6.5 Subbase**

En los pavimentos flexibles, la subbase es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento.

Si es un pavimento rígido, esta capa se ubica inmediatamente abajo de las losas de hormigón, y no es necesaria cuando la capa subrasante es de elevada capacidad de soporte.

Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo para su colocación y compactación. [20]

### **2.1.6.6 Subrasante**

Esta capa debe ser capaz de resistir los esfuerzos que son transmitidos por el pavimento. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento, protege al pavimento conservando su integridad en



todo momento, aún en condiciones severas de humedad, proporcionando condiciones de apoyo uniformes y permanentes. [21]

#### **2.1.6.7 Tipos de pavimentos**

Los pavimentos están divididos de acuerdo a su capa de rodadura como son: pavimentos rígidos, pavimentos flexibles y pavimentos semirrígidos.

#### **2.1.6.8 Pavimentos rígidos**

El elemento estructural primordial en este tipo de pavimento consta de una losa de concreto que se apoya directamente en la subrasante o en una capa de material granular seleccionado denominada subbase.

La necesidad de utilizar la subbase surge sólo si la subrasante no tiene las condiciones necesarias como para resistir a la losa y las cargas sobre esta; es decir, que no actúe como un soporte adecuado.

Una de las diferencias más saltantes entre los pavimentos flexibles y rígidos es la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito sobre ellos. Debido a que el concreto es mucho más rígido que la mezcla de asfalto, éste distribuye los esfuerzos en una zona mucho más amplia. [22]

#### **2.1.6.9 Pavimentos flexibles**

Este tipo de pavimentos están compuestos por una capa de rodamiento bituminosa, apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase.

Los pavimentos flexibles distribuyen los esfuerzos aplicados en áreas pequeñas debido a su menor rigidez, por lo que tienden a deformarse y a recuperar su condición una vez que la carga es retirada. [23]

#### **2.1.6.10 Pavimentos semirrígidos**

Este tipo de pavimento se refiere principalmente a aquellos que poseen una superficie de rodamiento compuesta por adoquines o piedras.

- a) Los adoquines: Se caracterizan por poseer una alta resistencia y desarrollar una transmisión de cargas entre las distintas unidades, gracias a la trabazón entre los bloques. Este sistema por tanto posee una alta capacidad estructural aportada principalmente por los adoquines. [23]
- b) Empedrados: Utilizados tanto en poblaciones pequeñas como solución tradicional, o en zonas residenciales, turísticas, o históricas, etc. Son duraderos y guardan armonía con los contextos urbanos, aunque producen ruidos y deben circularse a bajas velocidades.  
Requieren una conservación mínima. [24]

### 2.1.6.11 Comportamiento estructural de un pavimento rígido y un pavimento flexible

El comportamiento estructural de un pavimento frente a cargas externas varía de acuerdo a las capas con la cuales están conformados.

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante (Gráfico 2). [25]

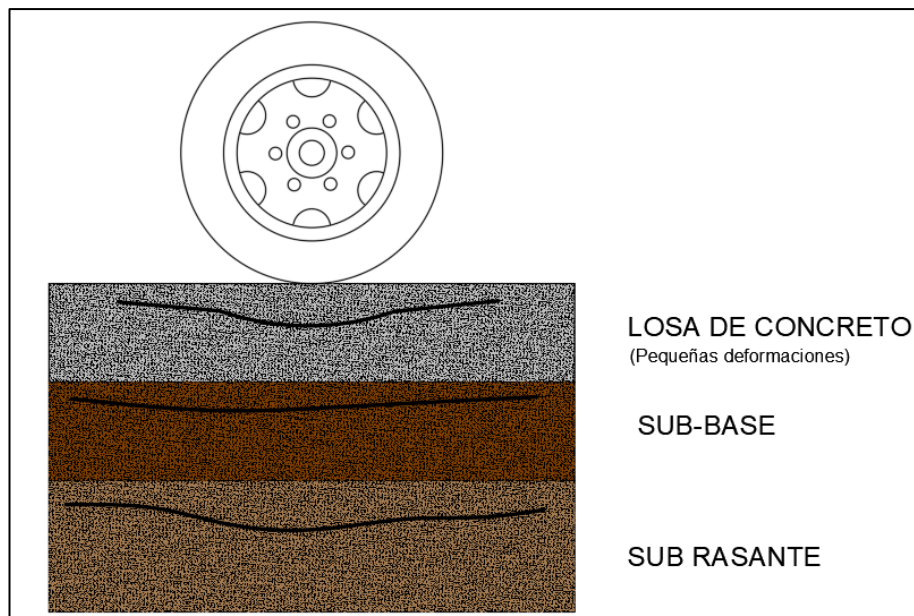


Gráfico 2: Deformaciones en pavimentos rígidos  
Elaborado por: Tixe Edison

Al contrario, en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante (Gráfico 3). [25]

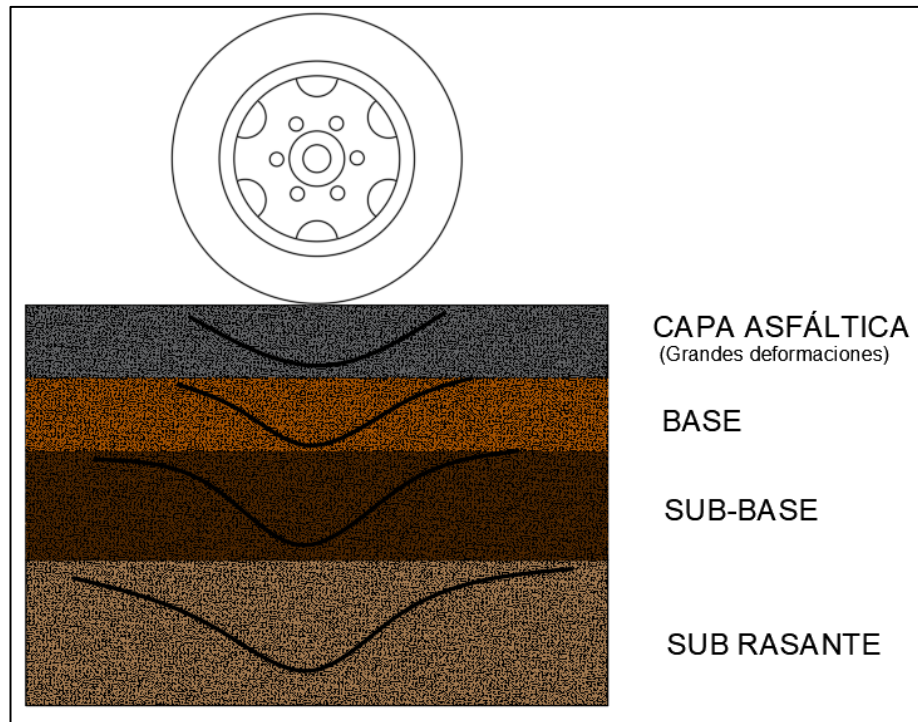


Gráfico 3: Deformaciones en pavimentos flexibles  
Elaborado por: Tixe Edison

#### 2.1.6.12 Vida útil de un pavimento flexible

La vida útil es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado.

La vida útil de la carretera puede verse afectada por el incremento del tráfico o por cambios en la normatividad vial, se puede dividir en tres fases. [26]

- a) Fase de Consolidación: Esta es la fase inicial en la vida de un pavimento flexible, donde sus capas sufren cierta consolidación, debido a las cargas transmitidas por las ruedas de los vehículos. Es una fase corta que tiende a estabilizarse rápidamente. Depende de la compactación que reciben las capas durante la construcción y no debe ocurrir si ésta ha sido suficiente.
- b) Fase Elástica: Inicia inmediatamente después de la fase anterior y corresponde a la vida útil del pavimento. Si ocurre la fase de consolidación, cada carga provoca una deformación de tipo permanente, que luego tiende a transformarse en deformación

transitoria de recuperación instantánea de tipo elástico, provocando cada rueda un movimiento vertical hacia abajo (deflexión), que se recupera después de pasar el vehículo (rebote).

Durante la fase elástica se presenta fallas locales por defectos de materiales, exceso de humedad, etc.

La vida de un pavimento depende de esta fase, de su duración, lo cual está ligado a las deflexiones que pueda sufrir el pavimento. Los estudios han demostrado que a menor deflexión se prolonga más tiempo su vida útil.

- c) Fase de Fatiga: Es la fase final en la vida de la estructura. Las deflexiones causadas por el constante paso de las ruedas de los vehículos provocan tensiones de tracción en los revestimientos asfálticos. La rotura por fatiga se inicia con la aparición de grietas longitudinales las cuales provocan la penetración de las aguas superficiales al interior del pavimento provocan el colapso de la estructura llegando al pavimento al final de su vida útil. [27]

#### **2.1.6.13 Fallas en pavimentos flexibles**

Las fallas de pavimentos se pueden originar cuando este pierde las características de servicio para las que fue diseñado esto se puede dar tanto en el exterior del paquete estructural como en el interior, Las causas de fallas pueden ser: [28]

##### **Falla estructural**

Es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de éste.

Las fallas las podemos clasificar tomando en cuenta el elemento estructural donde se originan:

- a) Fallas atribuibles a la carpeta.
- b) Fallas originadas en la interface, carpeta-base como consecuencia de una interacción inadecuada, esto es, un mal acoplamiento entre el material de base y la carpeta.
- c) Fallas originadas en la base, sub-base o terracerías, como consecuencia de la inestabilidad de una o varias de estas capas.
- d) Fallas originadas por la repetición de cargas.

- e) Fallas originadas por los agentes climatológicos.
- f) Fallas ocasionadas por madrigueras de algunos animales, etc. [29]

### **Falla funcional**

La falla funcional en sí, consiste en deficiencias superficiales del pavimento, que afectan en mayor o menor grado la capacidad del camino en proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro, las cuales suelen ser:

- a) Las ondulaciones longitudinales.
- b) Las deformaciones transversales.
- c) La textura de la superficie.
- d) El porcentaje de áreas y baches reparadas.

### **Causas comunes que la originan**

- a) Incremento del tránsito.
- b) Deficiencias en el proceso constructivo.
- c) Calidad de los materiales.
- d) Factores climáticos.
- e) Fin del periodo de diseño. [30]

### **2.1.7 Evaluación de pavimento**

La Evaluación de los pavimentos permite establecer los programas de conservación y rehabilitación de un camino o una red, los resultados obtenidos de dicha auscultación permiten conocer el estado físico de cada tramo y clasificarlos, determinando sus niveles de atención con base en esto, las entidades gubernamentales o privadas, determinan las acciones de conservación, previa la formulación de estudios y proyectos ejecutivos correspondientes de cada tramo o subtramo, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios.

Por ende, el objetivo fundamental de la evaluación de un pavimento en operación es medir sus condiciones de servicio:

- 1) Superficiales
- 2) Estructurales [1]

### 2.1.7.1 Importancia de la evaluación de pavimento

Realizar una evaluación de pavimentos es muy importante ya que nos permite conocer de manera oportuna los deterioros presentes en la superficie, y de tal modo realizar las correcciones necesarias, para brindar al usuario una serviciabilidad óptima, permitiendo una reducción en los costos de rehabilitación. [31]

### 2.1.8 Evaluación funcional de pavimento

Este tipo de evaluación tiene por objeto la inspección superficial dentro de una vía con el fin de determinar la calidad de la superficie del pavimento. [31]

#### 2.1.8.1 Serviciabilidad en pavimentos

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad.

Cuando el conductor circula por primera vez o en repetidas ocasiones sobre una vialidad, experimenta la sensación de seguridad o inseguridad dependiendo de lo que ve y del grado de dificultad para controlar el vehículo. El principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario es la calidad de rodamiento que depende de la regularidad o rugosidad superficial del pavimento. La valoración de este parámetro define el concepto de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, por sus siglas en ingles).

En la siguiente tabla se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHTO: [32]

TABLA 2: Índice de serviciabilidad

Índice de serviciabilidad (PSI)	Calificación
5-4	Muy buena
4-3	Buena
3-2	Regular
2-1	Mala
1-0	Muy mala

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

### **2.1.8.2 Método de evaluación superficial de pavimentos asfálticos (Índice de Condición del Pavimento – PCI)**

La metodología PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. [33]

Entre las características del método de evaluación del PCI, se puede citar las siguientes:

- a) Es fácil de emplear.
- b) No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- c) Ofrece buena repetitividad y confiabilidad estadística de los resultados.
- d) Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada. [34]

### **2.1.8.3 Objetivos del índice de condición de pavimento (PCI)**

- a) Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.
- b) Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- c) Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- d) Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos. El método determina el Índice de Condición del pavimento (PCI) en base a información obtenida de una inspección visual. Este índice ayuda al ingeniero en procesos de evaluación, determinación de labores y prioridades de mantenimiento y reparación.

El PCI provee una medida consistente de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional en una escala de 0 a 100, este índice está en función de la densidad de las fallas en el área estudiada y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y de cada nivel de severidad. [34]

TABLA 3: Rango de Clasificación del PCI

Rango	Calificación
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Fuente: ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI

En la tabla siguiente se expresa las medidas de solución a realizar de acuerdo al índice de condición de pavimento calculado para cada vía.

TABLA 4: Medidas de solución a realizar de acuerdo al PCI

PCI	ESTADO	INTERVENCIÓN
0-30	Malo	Reconstrucción
31-70	Regular	Rehabilitación
71-100	Bueno	Mantenimiento

Fuente: ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI

#### 2.1.8.4 Niveles de severidad

Leve, (L): se perciben vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad. Los abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero no provoca incomodidad.

Medio, (M): las vibraciones del vehículo son significativas y se requiere una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo creando incomodidad.



Alto, (H): las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo. [25]

### 2.1.8.5 Fallas consideradas en un pavimento flexible según el PCI

TABLA 5: Fallas consideradas en un Pavimento Flexible según el PCI

№	Descripción	Unidades
1	Grieta Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación de Asfalto	m <sup>2</sup>
3	Grietas de contracción (en bloque)	m <sup>2</sup>
4	Elevaciones y Hundimiento	m
5	Corrugaciones (encalaminado)	m <sup>2</sup>
6	Depresiones	m <sup>2</sup>
7	Grieta de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel calzada-Hombrillo	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Baches y zanjas reparadas	m <sup>2</sup>
12	Agregado Pulidos	m <sup>2</sup>
13	Huecos	№
14	Acceso y salidas a puentes, rejilla de drenaje, líneas férreas	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamientos	m <sup>2</sup>
16	Deformación por empuje	m <sup>2</sup>
17	Grietas de deslizamientos	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
19	Disgregación y desintegración	m <sup>2</sup>

Fuente: Pavement management for Airports, roads and parking lots M.Y. Shahin 1994

### 2.1.8.6 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.

Para poder realizar la clasificación se debe seguir una serie de pasos y realizar una implementación adecuada de formatos en los cuales se registra de una manera ordenada la información del inventario vial tal como tipo de daño, severidad y la cuantificación de las mismas de acuerdo a una unidad de muestreo.

Para lo cual se llevará a cabo los siguientes pasos:

- 1) Identificar tramos o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plano de distribución de la red, tales como caminos y estacionamientos.
  - 2) Dividir cada tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico y condición del mismo.
  - 3) Dividir las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra, que varía de acuerdo al tipo, pero en ningún caso debe exceder el rango de  $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$ .
- [35]

#### 2.1.8.6.1 Cálculo del número total de tramos

Para determinar el número de tramos de la vía, se dividirá entre la longitud total de la vía por el ancho de la misma con respecto al área a inspeccionar.

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía(m)} * \text{ancho de la vía(m)}}{\text{área adoptada ( } 230\text{m}^2 \pm 93\text{m}^2)}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

#### 2.1.8.6.2 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

Para la determinación del PCI de un proyecto se deben considerar todas las unidades de muestreo. Pero debido a que su trabajo en campo requiere de tiempo y recursos no siempre es posible, Con este proceso se quiere tomar un número aleatorio y representativo de unidades de muestreo con una confiabilidad del 95%, esto quiere decir que el PCI puede tener una variación de  $\pm 5$  al que se obtendría tomando todas las unidades de muestreo que es el más exacto.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^4}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e=5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Para la desviación estándar se asume de PCI de 10 tratándose de la primera inspección y en las siguientes se debe utilizar la desviación real tomada de la anterior inspección.

#### **2.1.8.6.3 Selección de las unidades de muestreo para inspección**

De una forma aleatoria y a intervalos definidos se deben escoger las unidades de muestreo que van a ser representativas para la auscultación mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número total de unidades para evaluar.

$i$  : Intervalo de muestreo, redondeado al número inferior en todo caso.

#### **2.1.8.6.4 Selección de unidades de muestreo adicionales**

Debido a que la metodología de muestreo es de una forma aleatoria puede existir la posibilidad que se omitan unidades en mal estado o con patologías especiales tal como cruce de línea férrea que ocurren de manera puntual, es por esto que se adopta la unidad adicional para que estas no influyan de manera inapropiada a la unidad que se tomó de forma aleatoria.

#### **2.1.8.6.5 Evaluación de la condición del pavimento**

Para el trabajo de campo se hace necesario los implementos adecuados y suficientes para medir, registrar de forma precisa la auscultación visual, que son:

a) Equipo:

- 1) Odómetro manual para la medición de longitudes y determinar áreas.
- 2) Flexo metro y Regla para medir profundidades
- 3) Manual de Daños de la PCI y formatos de campo.

TABLA 6: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI											
NOMBRE DE LA VÍA: <input type="text"/>					ESQUEMA: <input style="width:100%; height: 50px;" type="text"/>						
TRAMO: <input type="text"/>											
SECCIÓN DEL TRAMO: <input type="text"/>											
UNIDAD DE MUESTRA: <input type="text"/>					ABCISA INICIAL: <input type="text"/>						
ÁREA DE LA MUESTRA: <input type="text"/>					ABCISA FINAL: <input type="text"/>						
TIPOS DE DAÑOS											
1. Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )			6. Depresión (m <sup>2</sup> )			11. Parcheo (m <sup>2</sup> )			16. Desplazamiento (m <sup>2</sup> )		
2. Exudación (m <sup>2</sup> )			7. Fisura de borde (m)			12. Pulimento de agregados (m <sup>2</sup> )			17. Grietas parabólicas (m <sup>2</sup> )		
3. Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )			8. Fisura de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m <sup>2</sup> )		
4. Abultamientos y hundimientos (m)			9. Desnivel/ carril/ berma (m)			14. Cruce de vía férrea (m <sup>2</sup> )			19. Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )		
5. corrugación (m <sup>2</sup> )			10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			15. Ahuellamiento (m <sup>2</sup> )					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
Valor total de Deducción (VDT)											

Fuente: Ing. Mg. Fricson Moreira

**b) Procedimiento:**

A cada unidad de muestreo se le detecta el tipo, severidad y cantidad de daño, las cuales se deben registrar en el formato (TABLA 6), y se debe registrar de forma ordenada de acuerdo al tipo de daño, extensión y nivel de severidad.

**c) Seguridad:**

El personal a cargo deberá contar con las medidas de seguridad necesarias tales como: señalización vial, Dotación e identificación del personal, Vehículo para el desplazamiento. [36]

**2.1.9 Evaluación estructural del pavimento**

El principal objetivo de la evaluación estructural es determinar la capacidad estructural efectiva del pavimento existente, ya que de ella va depender la solución de mantenimiento o rehabilitación más adecuada para cada uno de los tramos. [37]

### **2.1.9.1 Evaluación estructural no destructiva**

Son aquellos métodos con los cuales se logra determinar la capacidad estructural del pavimento, sin tener que dañar la estructura, dichos métodos se basan en hipótesis y modelos matemáticos.

Dicha metodología se fundamenta en que la forma y dimensión de la curva de deflexiones encierra una valiosa información acerca de las características estructurales del pavimento y su subrasante.

Al definir el término deflexión, lo más acertado sería considerarlo como la medida de la deformación elástica que experimenta un pavimento, al paso de una carga.

El cuenco de deflexiones se define como el conjunto de deflexiones que se producen entre el punto de aplicación de la carga en un pavimento y sus alrededores.

### **2.1.9.2 Evaluación de deflexión estática o de movimiento lento.**

Dentro de este grupo se encuentran la viga Benkelman.

Este instrumento fue desarrollado en el Road Test de la AASHO en 1952.

La viga opera por medio de una palanca suspendida de un bastidor que trasmite la deflexión vertical del punto de medida a un comparador (Gráfico 4).

El uso del equipo se complementa al ser usado con un camión cargado, normalmente con 8,2 Tn en un eje, con par de neumáticos infladas a una presión de 70 a 80 Psi.

Los ensayos se realizan colocando la punta de la viga entre las dos ruedas y midiendo la deflexión cuando el vehículo se avanza y se retira. Los resultados de las deflexiones se leen en un dial indicador.

Adicionalmente, se mide la temperatura en la superficie del pavimento, para efectuar una corrección por temperatura en el valor obtenido. [38]



Gráfico 4: Evaluación estructural de un pavimento flexible mediante la Viga Benkelman  
Elaborado por: Tixe Edison

### 2.1.9.3 Procedimiento de campo

Para proceder a tomar las medidas de las deflexiones se tiene que definir los puntos donde se tomarán las medidas. Para este estudio se realizó cada 200 m de distancia, alternando cada carril; estos puntos deberán encontrarse hacia dentro del carril desde el borde de la berma del pavimento de acuerdo a las medidas de la siguiente tabla.

TABLA 7: Distancia del punto de ensayo

ANCHO DEL CARRIL	DISTANCIA DEL PUNTO DE ENSAYO DESDE EL BORDE DEL PAVIMENTO
2,70 m	0,45 m
3,00 m	0,60 m
3,30 m	0,75 m
3,60 m ó mas	0,90 m

Fuente: Manual de Carreteras: Ensayo de Materiales. (MTC, 2016)

### 2.1.9.4 Evaluación estructural destructiva

Para realizar estos ensayos, requiere alterar el pavimento existente en algún punto determinado. Entre los ensayos destructivos más utilizados para la evaluación de la capacidad de soporte de la estructura existente, se encuentran:

- a) Calicatas o pozos a cielo abierto.
- b) Extracción de núcleos.

El uso de estos métodos, presentan las siguientes desventajas como la obtención de datos requiere mayor cantidad de tiempo, Costos más elevados, Mayores molestias en el tráfico, etc. [31]

#### **2.1.9.4.1 Calicatas o pozos a cielo abierto**

Las calicatas son excavaciones de pequeñas profundidades, facilitan el reconocimiento geotécnico de un terreno. Con lo cual permite la inspección directa del suelo a estudiar. La sección mínima recomendada para una calicata es de 0,80 m por 1,00 m, a fin de permitir una adecuada inspección de las paredes.

Las calicatas suministran información adicional sobre:

- a) El estado real de la capa (agrietamiento y cimentación).
- b) Los contenidos de humedad

Los espesores de las capas. [13]



Gráfico 5: Elaboración de una calicata  
Elaborado por: Tixe Edison

## **2.2 HIPÓTESIS**

La implementación del proceso de conservación mejorará la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Píllaro en el tramo km 7+600 al km 11+400 de la provincia de Tungurahua.

## **2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.3.1 Variable independiente**

Implementación del proceso de conservación vial.

### **2.3.2 Variable dependiente**

Estructura de la capa de rodadura.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 NIVEL O TIPO DE ANÁLISIS EXPERIMENTAL**

Los tipos de investigación que serán manejados en el proyecto serán exploratorios, analítica, descriptiva y de laboratorio.

##### **3.1.1 Análisis exploratorio**

El objetivo de este estudio tiene como finalidad indagar, recopilar y organizar información sobre la evaluación superficial del pavimento mediante el método del PCI, evaluación estructural del pavimento mediante ensayos destructivos y no destructivos y demás datos que recolecten en el desarrollo del tema.

##### **3.1.2 Análisis analítico**

Una vez finalizada la auscultación visual de la superficie del pavimento y ensayos en su estructura, se realizará un análisis con los datos recopilados con el fin de presentar el estado real de la vía y proponer una correcta intervención a la vía en estudio.

##### **3.1.3 Análisis descriptivo**

El objeto de esta investigación es establecer una descripción lo más completa posible de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar ni causas ni consecuencias de éste. Con la inspección superficial a la capa de rodadura efectuamos una descripción de los tipos de fallas que se encontraran en la superficie de pavimento en base a la lista de fallas existentes según el método PCI.

##### **3.1.4 Análisis de laboratorio**

De Laboratorio ya que se realizarán ensayos que permitan establecerlas las propiedades geotécnicas del suelo, conjuntamente se ocupará el laboratorio de mecánica de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.



Las propiedades a conocer son:

- a) Relación de Soporte de California (CBR)
- b) Granulometría
- c) Límite líquido
- d) Límite plástico

### 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.2.1 Población

La población constituirá los habitantes que serán beneficiados por este estudio, es decir los usuarios que transitan por estas vías (conductores, vehículos de carga pesada y liviana, transporte público, etc.), en fin, todas aquellas personas que hacen uso de la vía ya sea por comercio o por movilidad pero que siempre están circulando por la vía.

#### 3.2.2 Muestra

La muestra de estudio es la capa de rodadura de la vía Patate-Píllaro en el tramo Km 7+600 al Km 11+400 de la provincia de Tungurahua.

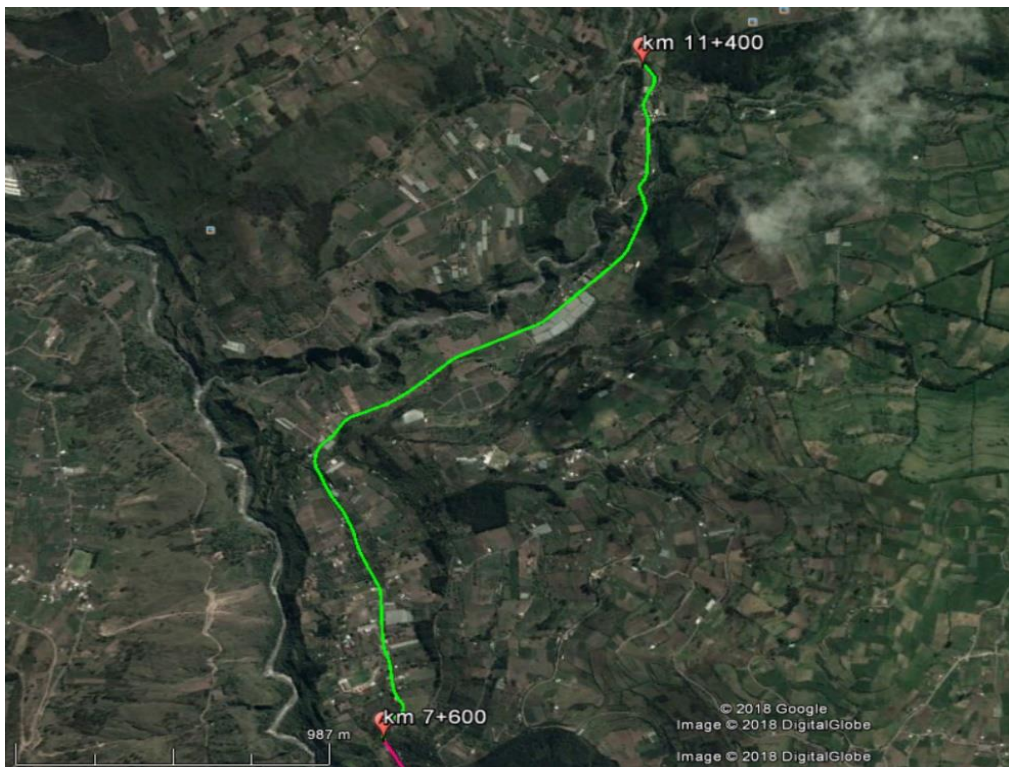


Gráfico 6: Tramo en estudio  
Fuente: Google Earth

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1 Variable independiente

Implementación del proceso de conservación vial.

TABLA 8: Implementación del proceso de conservación vial

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumento
Comprende el análisis técnico del comportamiento del pavimento; que se lo realiza mediante la recolección de datos	Condición funcional	Método PCI: Índice numérico que clasifica la superficie según las condiciones del pavimento	¿Cuál es la condición actual de la capa de rodadura?	Inspección visual
	Condición estructural	Deflexiones de la vía	¿Cuál es la capacidad de soporte del tramo?	Experimental Uso de la viga Benkelman
	Calidad de los materiales	Especificaciones de los materiales	¿Cuál es la estructura del pavimento existente?	Ensayos de laboratorios: -CBR Granulometría Límites de plasticidad y líquido

Elaborado por: Tixe Edison

### 3.3.2 Variable dependiente

Estructura de la capa de rodadura.

TABLA 9: Operacionalización de la variable dependiente

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnica e instrumento</b>
Está conformada por una capa de rodadura y capas granulares, las que a su vez se asientan sobre la subrasante que es el cimiento o soporte de una vía.	<p>Descripción de los componentes físicos de la vía</p> <p>Observación de las capas de la estructura del pavimento</p> <p>Verificación de la calidad de materiales con la conformación de la vía.</p>	<p>Granulometría</p> <p>Limites plásticos y líquidos</p> <p>CBR</p>	¿Cuál es la estructura del pavimento?	Análisis de los resultados

Elaborado por: Tixe Edison

### 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

TABLA 10: Plan de recolección de Información

<b>Preguntas</b>	<b>Explicación</b>
¿Para qué?	Para conocer el estado funcional de la vía
¿Que evaluar?	Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía
¿Sobre qué evaluar?	Las condiciones de la vía, capacidad de soporte y la calidad de los materiales.
¿Quién evalúa?	Edison Geovanny Tixe Granja
¿A qué se evalúa?	A la vía Patate – Píllaro
¿Dónde se evalúa?	En el tramo Km 7+600 al Km 11+400
¿Cómo se evalúa?	Usándolas siguientes normativas:  ASTM D6433-07: Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.  AASHTO T256 – 01: Standard Method of Test for Pavement Deflection Measurements  Verificación de los materiales usados en base al MTOP 2002
¿Con que se evalúa?	Con los equipos del laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Elaborado por: Tixe Edison

### 3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

El proceso se efectuará según los subsiguientes lineamientos:

1. Realizar una investigación bibliográfica sobre los métodos usados para la evaluación superficial del pavimento y la metodología implementada para determinar las deflexiones en la estructura del pavimento.
2. Realizar un conteo vehicular dentro del tramo a estudiar para obtener el TPDA.
3. Realizar el levantamiento georreferenciado de la vía.
4. Determinar el índice de serviciabilidad del pavimento en el tramo de estudio.
5. Determinación de la magnitud máxima de las fallas en el tramo utilizando la metodología pavement condition index – PCI.

6. Determinar las deflexiones en la estructura mediante ensayos destructivos (calicatas) y ensayos no destructivos (viga Benkelman).
7. Seleccionar y organizar la información obtenida, separándola en función a: TPDA, tipos de fallas, severidad de las fallas, resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras de suelos, deflexiones en el pavimento.
8. Tabulación y corrección de datos de campo.
9. Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Parte fundamental para el mantenimiento de las vías es conocer el estado actual en que se encuentra la estructura del pavimento para determinar una solución eficiente para su mejoramiento.

El tramo, objeto del estudio: Patate – Píllaro está ubicada en la Provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas iniciales son (9860717.45 – 776637.64) y sus coordenadas finales son (9863791.31 – 777596.39) con una longitud de 3.8 km

En el desarrollo de este capítulo se presentará los datos obtenidos en los estudios de campo, laboratorio y oficina, para que en base a estos resultados se pueda elaborar un plan de mantenimiento vial.

##### 4.1.1 Recolección de datos de campo

El presente trabajo experimental se realizó en el tramo de vía ubicada en las parroquias rurales Los Andes del cantón Patate y Emilio María Teran del cantón Píllaro.

##### 4.1.2 Levantamiento georreferenciado de la vía

Para realizar el levantamiento georreferenciado del tramo se utilizó equipo de precisión. Los equipos utilizados son:

Estación total SOKKIA CX – 65.

GPS.

Prismas y bastones.

Radios transmisores.

Combo o martillo.

Estacas: maderas, varillas, clavos.

Flexómetro.

Cuaderno de apuntes.

Equipo de seguridad industrial (casco, chalecos reflectivos, conos)

Spray o pintura.

#### 4.1.3 Ejecución de levantamiento georreferenciado de la vía

Para realizar la georreferenciación del tramo N° 3 de la vía Patate - Píllaro, la estación total se ubicó en la abscisa km 7+600 (Gráfico 7) de donde se dio inicio a recolectar los puntos de la vía, tomando en cuenta todos los detalles existentes, como es pozos de alcantarillas, cunetas y accesos principales a los diferentes sectores.

El tramo en estudio cuenta con un ancho aproximado de 7.20 m con una variación de  $\pm 50$  cm, el abscisado se lo realizó a cada 10 m en tramos rectos y en tramos curvos se los realizo cada 5 m.



Gráfico 7: Levantamiento georreferenciado de la vía

Fuente: Tixe Edison

TABLA 11 Puntos de las estaciones

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	9860717,45	776637,64	2302	E1
2	9860764,69	776617,26	2304	E2
3	9860812,28	776621,51	2306	E3
4	9860845,10	776637,63	2309	E4
5	9860874,97	776696,30	2314	E5
6	9860914,34	776700,50	2318	E6
7	9860972,92	776659,79	2319	E7
8	9861104,92	776647,97	2321	E8
9	9861169,90	776621,37	2321	E9
10	9861287,94	776619,11	2326	E10
11	9861372,00	776612,16	2328	E11
12	9861424,73	776615,91	2331	E12
13	9861486,56	776595,22	2335	E13
14	9861538,04	776565,76	2338	E14
15	9861588,84	776547,61	2343	E15
16	9861616,41	776529,73	2346	E16
17	9861685,45	776519,54	2351	E17
18	9861724,99	776507,54	2353	E18
19	9861748,87	776488,46	2355	E19
20	9861796,62	776478,4	2358	E20
21	9861858,08	776430,5	2363	E21
22	9861992,68	776377,87	2371	E22
23	9862031	776368,48	2373	E23
24	9862063,85	776382,9	2375	E24
25	9862092,82	776394,53	2377	E25
26	9862127,74	776442,7	2379	E26
27	9862193,68	776493,59	2385	E27
28	9862214	776502,18	2387	E28
29	9862269,18	776650,39	2398	E29
30	9862476,95	776905,15	2406	E30
31	9862499,09	776960,22	2409	E31
32	9862634,48	777240,51	2429	E32
33	9862666,54	777289,67	2430	E33
34	9862929,33	777564,88	2442	E34
35	9862957,39	777577,43	2444	E35
36	9863115,27	777650,37	2446	E36
37	9863144,92	777649,78	2444	E37
38	9863226,3	777631,29	2444	E38
39	9863248,73	777626,57	2446	E39
40	9863289,54	777659,19	2452	E40
41	9863490,33	777656,39	2473	E41
42	9863522,19	777666,6	2475	E42
43	9863589,69	777640,64	2480	E43
44	9863605,38	777649,62	2481	E44
45	9863641,16	777664,48	2486	E45
46	9863710	777693,92	2491	E46

Elaborado por: Tixe Edison



#### **4.1.4 Conteo vehicular**

Un factor importante para la conservación durante la vida útil de la vía es el tráfico, pues la capa de rodadura recibe directamente el impacto del tránsito de los vehículos provocando el desgaste constante de la misma.

Los estudios de tráfico vehicular se realizan con el propósito de obtener datos relacionados con el movimiento de vehículos, sobre puntos o secciones específicas dentro de una red vial.

El conteo manual es la metodología más efectiva que nos proporciona la información de manera confiable, ya que con un personal técnico capacitado este método es el más efectivo que otros métodos de conteo, estos conteos nos proporcionan información sobre la composición del tráfico en todos los sentidos y giros de circulación en las dos intersecciones de estudio, de forma clasificada según el tipo de vehículo.

Se estableció una sola estación de conteo vehicular (manual), en el sector del Crucero en la abscisa km 10+030 perteneciente a la parroquia Los Andes del Cantón Patate, los mismos que se realizaron 7 días (lunes a domingo), con un horario de 7: 00 am hasta las 7: 00 pm, para de esta manera priorizar y clasificar la vía en función al TPDA.

Los equipos empleados para el conteo fueron:

Tablero (apoya manos).

Lápiz-borrador.

Formato para el registro de vehículos (TABLA 11).

Una vez finalizado el conteo vehicular semanal tendremos los valores de cada cuarto de hora durante el día y de esa forma obtenemos las tablas del conteo vehicular durante 7 días individuales.

TABLA 12: Formato para el registro de vehículos.

HORA		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO											SUBTOTAL		TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	TRES EJES	> TRES EJES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
PROYECTO:	ESTACIÓN N°	UBICACIÓN:		SENTIDO:		HOJA N°		FECHA:		DÍA:		ESTADO DEL TIEMPO:		RESPONSABLE:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
07H00	07H15													0		07H15	07H30													0	0	07H30	07H45													0		07H45	08H00													0		08H00	08H15													0		08H15	08H30													0	0	08H30	08H45													0		08H45	09H00													0		09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>
07H15	07H30													0	0	07H30	07H45													0		07H45	08H00													0		08H00	08H15													0		08H15	08H30													0	0	08H30	08H45													0		08H45	09H00													0		09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																
07H30	07H45													0		07H45	08H00													0		08H00	08H15													0		08H15	08H30													0	0	08H30	08H45													0		08H45	09H00													0		09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																
07H45	08H00													0		08H00	08H15													0		08H15	08H30													0	0	08H30	08H45													0		08H45	09H00													0		09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																
08H00	08H15													0		08H15	08H30													0	0	08H30	08H45													0		08H45	09H00													0		09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																
08H15	08H30													0	0	08H30	08H45													0		08H45	09H00													0		09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																
08H30	08H45													0		08H45	09H00													0		09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																
08H45	09H00													0		09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																
09H00	09H15													0		09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																
09H15	09H30													0	0	09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																
09H30	09H45													0		09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																
09H45	10H00													0		10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																
10H00	10H15													0		10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																
10H15	10H30													0	0	10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																
10H30	10H45													0		10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																
10H45	11H00													0		11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																
11H00	11H15													0		11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																
11H15	11H30													0	0	11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																
11H30	11H45													0		11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11H45	12H00													0		12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12H00	12H15													0		12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12H15	12H30													0	0	12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12H30	12H45													0		12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
12H45	13H00													0		13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13H00	13H15													0		13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13H15	13H30													0	0	13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13H30	13H45													0		13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
13H45	14H00													0		14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
14H00	14H15													0		14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
14H15	14H30													0	0	14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
14H30	14H45													0		14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
14H45	15H00													0		15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
15H00	15H15													0	0	15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
15H15	15H30													0		15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
15H30	15H45													0		15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
15H45	16H00													0		16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
16H00	16H15													0		16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
16H15	16H30													0	0	16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
16H30	16H45													0		16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
16H45	17H00													0		17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17H00	17H15													0		17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17H15	17H30													0	0	17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17H30	17H45													0		17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17H45	18H00													0		18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
18H00	18H15													0		18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
18H15	18H30													0	0	18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
18H30	18H45													0		18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
18H45	19H00													0		<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<b>TOTAL</b>													<b>0</b>	<b>0</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.5 Cálculos

##### 4.1.5.1 Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto de la carretera durante 60 min.

Del conteo vehicular se tiene que el volumen horario de máxima demanda corresponde al periodo entre las 12h00 y las 13h00.

$$VHMD = 58 + 64 + 60 + 72$$

$$VHMD = 254$$

##### 4.1.5.2 Factor de hora de máxima demanda (FHMD)

Es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo ( $Q_{max}$ ) que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora.

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 * Q_{max}}$$

Donde

***FHMD***: Factor de hora de máxima demanda

***VHMD***: Volumen horario de máxima demanda

***Q<sub>max</sub>***: Flujo máxima

$$FHMD = \frac{254}{4 * 72} = 0,8819$$

Para efectos de cálculo se considerará  $FHMD = 1$

##### 4.1.5.3 Cálculo del Tráfico Promedio Anual (TPDA actual)

$$TPDA = \frac{VHP * FHMD}{k}$$

Donde:

**TPDA:** Tráfico promedio diario anual actual

**VHP:** Volumen horario del proyecto = VHMD

**k:** Valor esperado de la relación entre el volumen de la 30va hora y el TPDA

TABLA 13: Valores de k dependiendo de zonas

Descripción	Valor	Zona
k	0,1	Zona urbana
k	0,15	Zona rural

$$TPDA = \frac{254 * 1}{0.15} = 1694 \frac{veh}{dia}$$

TABLA 14: Cálculo del TPDA actual para la vía Patate-Píllaro, tramo #3

Tipo de vehículo	VHP	TPDA actual
Liviano	238	1587
Buses	11	73
Camiones	4	27
Otros	1	7
Total	254	1694

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.5.4 Tránsito futuro

$$TF = TA + IT$$

$$TF = (TE + Tatr.) + (TCNT + TG + TD)$$

##### 4.1.1.1 Cálculo del Tránsito Actual (TA)

$$TA = TE + Tatr$$

##### Datos:

- Tránsito Existente (TE) = TPDA = 1694veh/día
- Tránsito Atraído (Tat) = 10% \*TE

$$TA = TE + Tatr(10\%)$$

$$TA = 1694 \frac{veh}{día} + 0.1 * 1694 \frac{veh}{día}$$

$$TA = 1864 \text{ veh/día}$$

TABLA 15: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico día Domingo

Tipo de vehículo	Tránsito existente (TE)	Tránsito Atraído (Tatr)	Tránsito Actual (TA)
Livianos	1587	159	1745
Buses	74	8	82
Camiones	27	3	29
Otros	7	1	7
<b>TOTAL</b>	1694	170	1864

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.5.5 Incremento de tránsito

$$IT = TCNT + TG + TD$$

##### 4.1.5.5.1 Cálculo del Tránsito por Crecimiento normal del tránsito (TCNT)

**Datos:**

Tránsito Existente TE=1694 veh/día

Tasa de crecimiento (i)

Período de diseño (n)

TABLA 16: Tasa de crecimiento según la composición vehicular

Periodo	Años	Livianos	Buses	Camiones	Otros
0 a 5	2011 – 2016	1,82%	1,54%	4,08%	1,82%
5 a 10	2016 – 2021	1,82%	1,06%	4,08%	1,82%
10 a 15	2021 – 2026	1,82%	0,81%	4,08%	1,82%
15 a 20	2026 – 2031	1,82%	0,66%	4,08%	1,82%
20 a 25	2031 – 2036	1,82%	0,55%	4,08%	1,82%
25 a 30	2036 – 2041	1,82%	0,47%	4,08%	1,82%
30 a 35	2041 – 2046	1,82%	0,42%	4,08%	1,82%
35 a 40	2046 – 2051	1,82%	0,37%	4,08%	1,82%

Elaborado por: Tesis "Rediseño del trazado vial, diseño de la estructura de pavimento y manual de mantenimiento y operación para los sectores El Rosario – El Guasmo del cantón Quero, provincia de Tungurahua".

$$TCNT = TE * (1 + i)^n$$

$$TCNT = 1694 \text{ veh} * \left(1 + \frac{1.95}{100}\right)^5$$

$$T_{CNT} = 1866veh$$

TABLA 17: Cálculo del crecimiento normal de tránsito

Tipo de vehículo	Tránsito existente (TE)	T <sub>CNT</sub> 5 años	T <sub>CNT</sub> 10 años	T <sub>CNT</sub> 15 años	T <sub>CNT</sub> 20 años
Livianos	1587	1736	1900	2080	2276
Buses	74	80	82	84	84
Camiones	27	33	40	49	59
Otros	7	7	8	9	10
<b>TOTAL</b>	1694	1856	2030	2220	2429

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.5.5.2 Cálculo del Tránsito Generado (TG)

$$TG = 10\% * TE$$

$$TG = 0,10 * 1694 veh$$

$$TG = 169 veh$$

TABLA 18: Cálculo del tránsito generado

Tipo de vehículo	Tránsito existente (TE)	TG = 10 % TE
Livianos	1587	159
Buses	74	7
Camiones	27	3
Otros	7	1
<b>TOTAL</b>	1694	169

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.5.5.3 Cálculo del Tránsito Desarrollado (TD)

$$TD = 5\% * TE$$

$$TD = 0,05 * 1694 veh$$

$$TD = 85 veh$$

TABLA 19: Cálculo del tránsito desarrollado

Tipo de vehículo	Tránsito existente (TE)	TD = 5 % TE
Livianos	1587	80
Buses	74	4
Camiones	27	2
Otros	7	1
<b>TOTAL</b>	1694	87

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.5.6 Cálculo del Tránsito Futuro (TF)

**Datos:**

- Tránsito Existente TE = 1694 veh
- Tránsito Generado TG
- Tránsito Desarrollado TD
- Crecimiento Normal de Tránsito

$$TF = TE + T_{atr} + T_{CNT} + TG + TD +$$

$$TF = 1694 \text{ veh} + 170 \text{ veh} + 1856 \text{ veh} + 169 \text{ veh} + 87$$

$$TF = 3977 \text{ veh}$$

TABLA 20: Cálculo del tránsito futuro

Tipo de vehículo	Tránsito Futuro (TF) 5 años	Tránsito Futuro (TF) 10 años	Tránsito Futuro (TF) 15 años	Tránsito Futuro (TF) 20 años
Livianos	3720	3884	4064	4260
Buses	173	176	177	178
Camiones	67	74	83	93
Otros	16	17	18	19
<b>TOTALES</b>	3977	4151	4341	4550

Elaborado por: Tixe Edison





#### **4.1.5.10 Medio ambiente y drenaje.**

El tramo está ubicado en una zona montañosa cuenta con cunetas en ciertas partes del tramo.

#### **4.1.5.11 Obras adicionales**

Dentro de este tramo no cuentan con una adecuada señalización horizontal y vertical que debería ser conforme a la norma INEN 004, quien se encarga de hacer cumplir los dispositivos de control de tránsito y los principios para su uso, promover la seguridad y eficiencia en las vías a través del movimiento ordenado de todos los usuarios viales en todo el país.

#### **4.1.5.12 Procedimiento de exploración visual del pavimento**

El procedimiento de exploración de condición de un pavimento consiste en un trabajo de campo y de oficina.

En el trabajo de campo recopilaremos la información mediante una inspección visual los tipos de fallas que presenta según la clasificación de la tabla 20 de la página 45.

#### **4.1.5.13 Unidades de muestreo**

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a. Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En la tabla 21 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

TABLA 22: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: ASTM D 6433-07

El ancho del tramo en estudio es de 7.20 aproximadamente por lo que de acuerdo a la tabla la longitud de la muestra debería ser 31.50 pero para un mejor proceso de cálculos se tomara una longitud de 32m.

Con estos valores obtenemos el área de la unidad de muestras igual a:

$$A = a * L$$

Donde.

A: Área de la unidad de muestra

a: Ancho de la calzada

L: Longitud de la unidad de muestra

$$A = 7.20 \text{ m} * 32.00 \text{ m}$$

$$A = 230.4 \text{ m}^2$$

- b. Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas.

Calculamos el número total de muestras. El tramo a analizar va desde el Km 7+600 al Km 11+400 que comprende desde la parroquia Los Andes hasta el ingreso la parroquia Baquerizo Moreno,

$$N = \frac{LT}{L}$$

Donde:

N: Número de muestras

LT: Longitud total de la vía

L: Longitud de la unidad de muestra

$$N = \frac{3800 \text{ m}}{32.00 \text{ m}} = 118.75 \cong 119UM$$

#### 4.1.1.2 Cálculo de las unidades de muestreo para evaluación

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

e: Error admisible en el estimador del PCI de la sección (e=5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

Debido a que el tramo en estudio tiene una longitud a 3.8 Km y resulta extensa según el manual PCI debemos calcular el valor n.

$$n = \frac{119 * (10)^2}{\frac{5^2}{4} * (119 - 1) + 10^2} = 14.20 \cong 14$$

#### 4.1.5.14 Cálculo del intervalo de muestreo (i)

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

a) El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n}$$
$$i = \frac{119}{14} = 8.5 \cong 8$$

Donde

N: Número total de unidades de muestreo disponible

n: Número mínimo de unidades para evaluar

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

b) El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i.

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

El número calculado de muestras es 14 lo que se indica a continuación.

TABLA 23: Número de muestras evaluadas

N° MUESTRAS	UM	ABSCISA	
		INICIAL	FINAL
1	1	7+600	7+632
2	10	7+888	7+920
3	19	8+176	8+208
4	28	8+464	8+496
5	37	8+752	8+784
6	46	9+040	9+072
7	55	9+328	9+360
8	64	9+616	9+648
9	73	9+904	9+936
10	82	10+192	10+224
11	91	10+480	10+512
12	100	10+768	10+800
13	109	11+056	11+088
14	118	11+344	11+376

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.5.15 Selección de unidades de muestreo adicionales

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

#### 4.1.5.16 Pasos para la evaluación de la condición del pavimento

Para realizar la evaluación de la condición del pavimento mediante el método del PCI se debe disponer de lo siguiente.

- 1) Manual de daños del PCI.

- 2) Formato para recopilar la información de los daños existente en el pavimento tabla XIX de la página 46.
- 3) Cinta métrica para medir las áreas y longitudes de las fallas encontradas.
- 4) Regleta para medir las profundidades de las fallas en caso de ahuellamientos o depresiones.

Luego de disponer de todos estos equipos procedemos con la evaluación del pavimento.

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo al Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se debe conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimiento de medida de daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad de muestreo y en los formatos cada región se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

#### **4.1.5.17 Cálculo del PCI para pavimentos con Superficie Asfáltica**

Para el cálculo de PCI se debe seguir con los siguientes pasos.

- 1) Cálculo del valor deducido.
  - a) Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna de “Total” del formato. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo.
  - b) Calculamos la densidad dividiendo la cantidad total de cada daño, en cada nivel de severidad para el área de la muestra y exprese el resultado en porcentaje y de esta manera obtenemos la densidad de cada daño.
  - c) Determinamos el valor deducido para cada tipo de daño mediante las curvas o tablas denominadas valor deducido del daño, que se encuentra en los anexos.
- 2) Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m).

- a) Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos del numeral 3.
- b) Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.
- c) Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas:

$$m_i = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDV_i)$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de “valores deducidos, incluyendo la fracción para la unidad de muestreo  $i$ . ( $m_i \leq 10$ ).

$HDV_i$ : - El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

- d) El número de valores individuales deducidos se aproxima al entero superior.

### 3) Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV)

En este paso se lo realiza mediante un proceso iterativo.

- a) En los casilleros del formato valores deducidos ingrese los valores de mayor a menor en forma horizontal.
- b) En la segunda iteración copio los mismos valores de la primera fila con excepción del ultimo valor tomado de izquierda a derecha y se lo reemplaza con el valor de 2. Y de esta manera se procede con las iteraciones hasta obtener el máximo valor deducido seguido del valor de 2.
- c) Se suma las filas de cada valor deducido y se registra en la columna de “TOTAL”
- d) Una vez obtenido el total de cada valor deducido y el número máximo de valores deducido ( $m_i$ ) obtenemos el valor deducido corregido (VDC) mediante la tabla que se encuentra en el anexo.

### 4) Cálculo del PCI

Para el cálculo del PCI utilizaremos la siguiente ecuación.

$$PCI = 100 - MVDC$$

Donde:



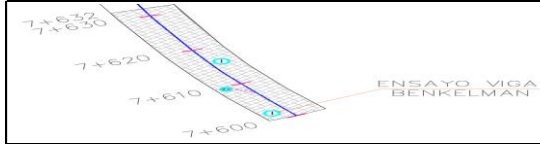
PCI: Índice de condición del pavimento.

MVDC: Máximo valor deducido corregido.

#### **4.1.6 Aplicación de la metodología PCI**



TABLA 24: Determinación del valor de PCI para la unidad de muestra 1

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja							
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>								
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO	ESQUEMA:						
TRAMO:	3							
SECCIÓN DEL TRAMO:	1							
UNIDAD DE MUESTRA:	1							
ÁREA DE LA MUESTRA:	199,19							
	ABCISA INICIAL:	7+600						
	ABCISA FINAL:	7+632						
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>								
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)					
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grietas parabólicas (m2)					
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)					
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril/ berma (m)	14. Cruce de vía ferrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)					
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m2)						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
11	B	36,8	36,8	18,47	22			
10	B	0,7	0,55	1,25	0,63			
			0					
			0					
Valor total de Deducción (VDT)					22,3			
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$			NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) HDVi= Mayor valor deducido individual. HDVi= 64 mi= 4,31					
$PCI = 100 - MVDC$								
Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	mi	VDC
1	22	0,3				22,3	2	16
2	22	2				24	1	24
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)								24
<b>PCI= 76 BUENO</b>								

Elaborado por: Tixe Edison

De los datos registrados tenemos que, dentro de la unidad de muestra, está presente la falla numero 11 (Parcheo) 36.8 m<sup>2</sup> de severidad alta que representa 18.47% de la sección por lo que nos dirigimos al monograma numero 11 perteneciente a este tipo de falla para hallar el valor deducido. Entramos con el valor de la densidad por los valores de las “x” y trazamos una línea recta hasta intersectar con la curva de nuestro tipo de severidad, en este caso severidad baja, luego trazamos una línea horizontal hacia los valores deducidos, en este caso nos arroja un valor deducido de 22.

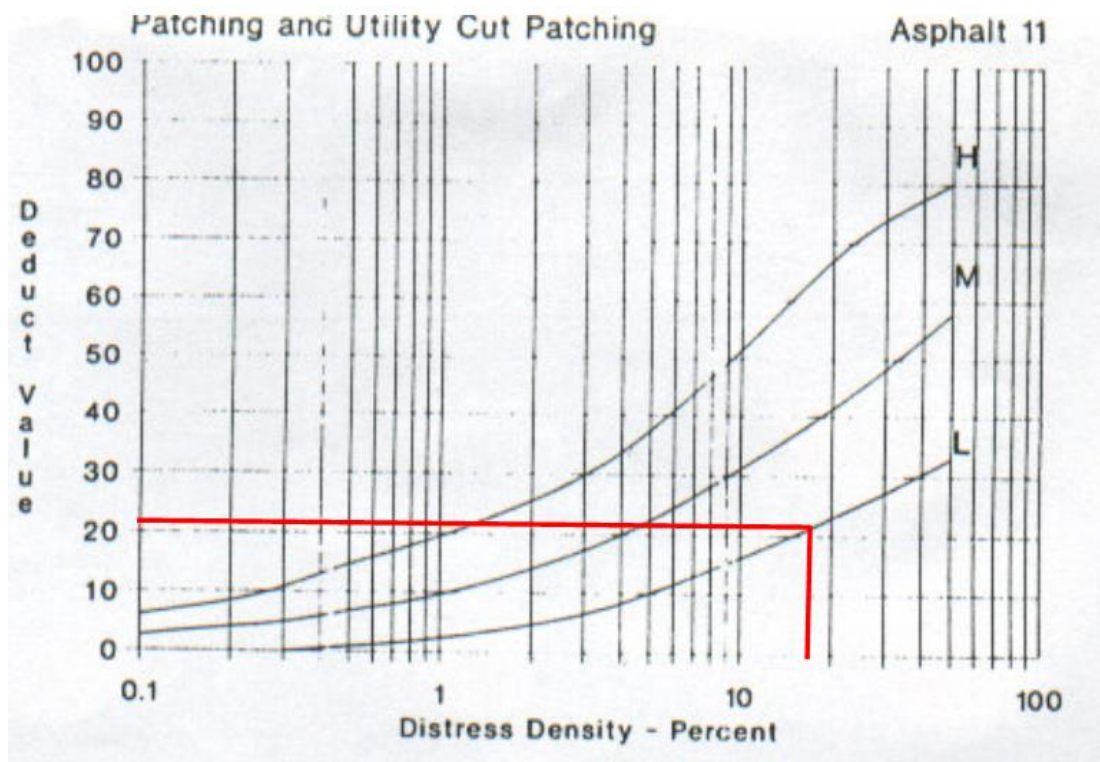


Gráfico 8: Curva de corrección de los valores deducidos para la falla de parcheo  
Fuente: Manual de evaluación superficial de pavimentos PCI

Una vez que hemos hallado todos los valores deducidos y realizado los respectivos cálculos ahora procedemos a hallar el valor deducido corregido con el uso del nomograma del manual PCI. Así para un valor deducido de 22 con un valor de  $q=2$  tenemos el valor deducido corregido 24:

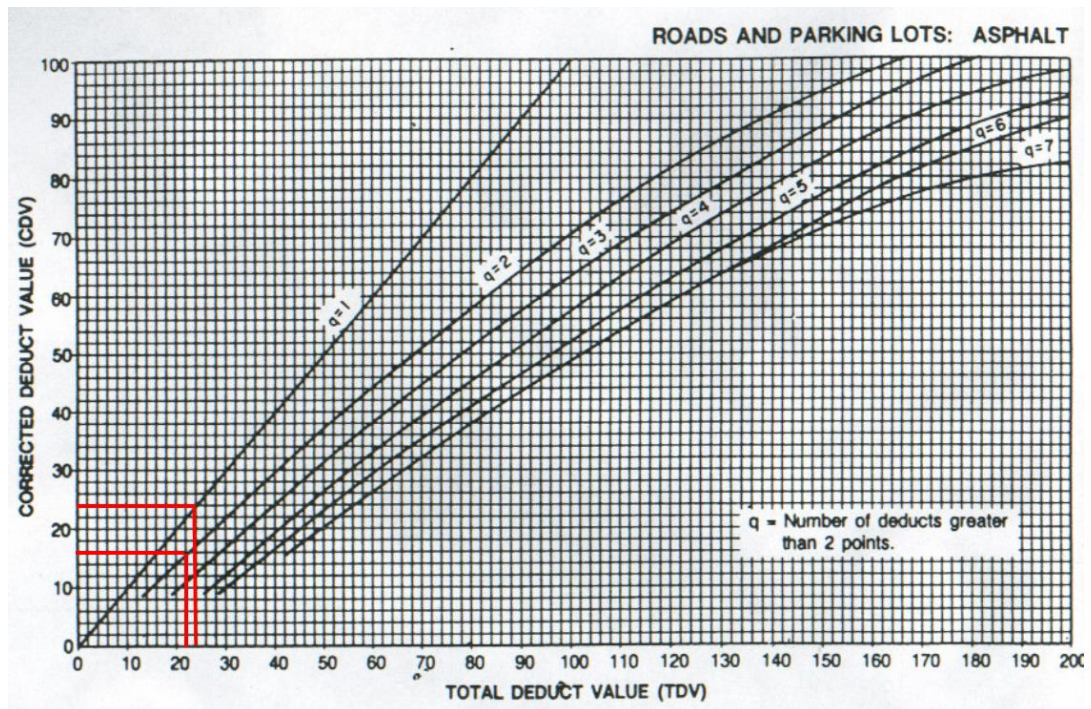


Gráfico 9: Curvas de correcciones para valores deducidos finales  
Fuente: Manual de evaluación superficial de pavimentos PCI

Una vez hallado este valor procedemos a calcular el PCI de la unidad de muestra tomando el máximo valor de todos, del cálculo tenemos que el PCI de la unidad de muestra es 76 con una clasificación de bueno.

#### 4.1.7 Medición de las deflexiones del pavimento mediante Viga Benkelman

El sistema más difundido de medición de deflexión es mediante el empleo de la viga Benkelman. Este dispositivo se utiliza para realizar mediciones en sectores en los que se observan fallas visibles y en los que no se observan fallas, de esta forma es posible acotar las propiedades actuales del pavimento “in situ”, e integrar sus resultados para una interpretación global. [39]

La viga Benkelman es una herramienta aliada en la evaluación estructural, por medio de ésta se puede medir deflexiones a nivel de superficie a cada distancia. Para lograr estas mediciones es necesario aplicar una carga de 18000 lb, proveniente de las llantas dobles del eje trasero simple de un camión. Estas deflexiones son medidas en un punto inicial de referencia y a cada distancia conforme avanza el camión, de esta manera se crea la curva de deflexiones. [40]

Se realiza la medición de las deflexiones del pavimento con la utilización de la viga Benkelman que consta esencialmente de dos partes: un cuerpo fijo que se ubica directamente sobre el terreno mediante tres apoyos, dos delanteros fijos (A) y un tercero posterior regulable (B). Así como de un cuerpo móvil el cual consta de dos brazos móviles acoplados al cuerpo fijo a través de una articulación o pivote (C), uno de cuyos extremos se apoya sobre el terreno (D) entre las dos llantas del eje trasero, y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago de un extensómetro de movimiento vertical (E). Adicionalmente el equipo posee un vibrador incorporado que, al ser accionado, durante la realización de los ensayos, evita que el indicador del dial se trabe o que cualquier interferencia exterior afecte las lecturas (Gráfico 10). [41]

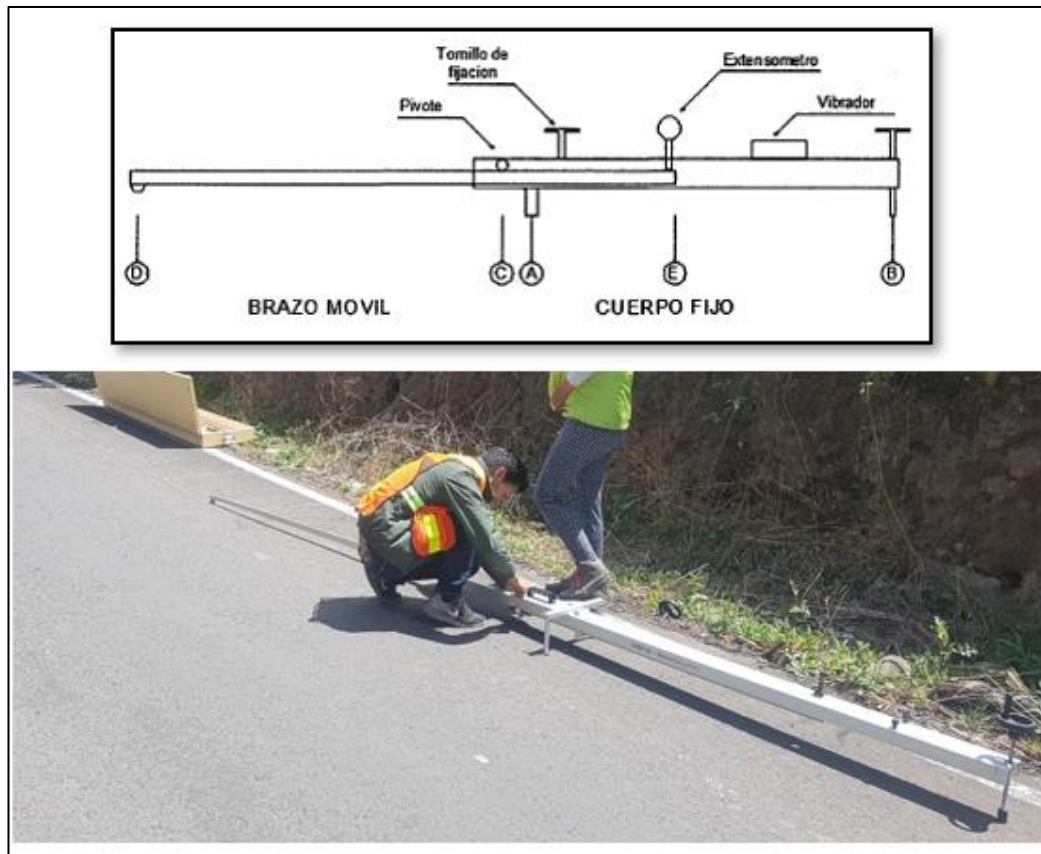


Gráfico 10: Esquema de la viga Benkelman  
Fuente: Tixe Edison

La Viga Benkelman opera mediante una palanca suspendida de un bastidor que trasmite la deflexión vertical del punto de medida a un comparador. Las mediciones se realizan colocando la punta de la viga entre las dos ruedas y midiendo la deflexión

cuando el vehículo se retira. Los resultados de las deflexiones se leen en un dial indicador. [34]

#### **4.1.7.1 Procedimiento para la medición de las deflexiones del pavimento mediante Viga Benkelman**

##### **Equipo requerido para la evaluación**

- 1) Viga Benkelman
  - 2) Extensómetro con dial indicador de divisiones cada 0.01 mm
  - 3) Camión cargado, cuyo eje trasero tenga un peso 18000 libras y un par de llantas dobles con una presión de inflado de 75 a 85 psi.
  - 4) Vehículo auxiliar para transportar al personal y al equipo, se recomienda que sea una camioneta.
  - 5) Una balanza con capacidad de 10 toneladas para el pesaje del camión; si no se consigue la balanza, puede pesarse en alguna balanza de carga pesada, introduciendo en la balanza solo 2/3 del camión.
  - 6) Termómetro o sistema de termopares con escala de -10 °C a 50 °C.
  - 7) Manómetro, que disponga de una boquilla adecuada para medir la presión de inflado.
  - 8) Accesorios de seguridad como: cascos, conos y señales de seguridad.
  - 9) Accesorios de medición como: cinta métrica de 3m, plumones de punta gruesa, tiralíneas, plomada, destornillador, alicates, hojas de campo, lápices, termómetro, cincel punta, martillo, varilla de metal o de madera de 2m y alambre de amarre.
- [33]

##### **4.1.7.2 Secciones a evaluar**

Para realizar el ensayo con la viga Benkelman no se ha dividido a la vía en secciones, debido a que el espesor y la estructura del pavimento es constante, carpeta asfáltica e= 5cm y como base tiene empedrado en todo el tramo,

### 4.1.7.3 Sitios a evaluar el pavimento

Para obtener las deflexiones del pavimento se los realizó a cada 200m tomando las deflexiones en D0, D25, D50, D100, D500, D800 a lo largo de todo el tramo de estudio lo cual se detalla a continuación.

Sitios de aplicación del ensayo con la viga Benkelman

TABLA 25: Número de ensayos con Viga Benkelman

N° DE PRUEBAS	ABSCISA	CARRIL	
		IZQUIERDO	DERECHO
1	7+600	X	
2	7+800		X
3	8+000	X	
4	8+200		X
5	8+400	X	
6	8+600		X
7	8+800	X	
8	9+000		X
9	9+200	X	
10	9+400		X
11	9+600	X	
12	9+800		X
13	10+000	X	
14	10+200		X
15	10+400	X	
16	10+600		X
17	10+800	X	
18	11+000		X
19	11+200	X	
20	11+400		X

Elaborado por: Tixe Edison

### 4.1.7.4 Procedimiento de uso

- 1) Una vez de disponer con todos los equipos mencionados y teniendo los datos de la volqueta cuyo peso debe ser 8.2 ton pesados desde los 2/3 del eje posterior hacia

adelante. Además, la presión del aire en las llantas debe ser de 75 85 PSI se puede proceder con el ensayo.

- 2) El punto del pavimento a ser ensayado, deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Sobre dicha línea será localizado el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde. Se recomienda utilizar las distancias indicadas en la siguiente tabla.

TABLA 26: Distancia de aplicación del ensayo

ANCHO DEL CARRIL	DISTANCIA DEL PUNTO DE ENSAYO DESDE EL BORDE DEL PAVIMENTO
2,70 m	0,45 m
3,00 m	0,60 m
3,30 m	0,75 m
3,60 m ó mas	0,90 m

Fuente: Manual de ensayo de materiales, PERÚ

- 3) La rueda dual externa deberá ser colocada sobre el punto seleccionado, quedando este ubicado entre ambas llantas (Gráfico 11). Para la correcta ubicación de la misma es conveniente colocar en la parte trasera externa del camión una guía vertical en correspondencia con el eje de carga; desplazando suavemente el camión, se hace coincidir la guía vertical con la línea transversal indicada en el paso número I, de modo que simultáneamente el punto que entre ambas llantas de la rueda dual y que coincida aproximadamente con el eje vertical del centro de gravedad del conjunto, para toda esta operación es aceptable una tolerancia en el rango de 3" alrededor del punto. [34]



Gráfico 11: Ubicación del centro de gravedad del eje posterior  
Fuente: Tixe Edison

- 4) Se coloca la viga sobre el pavimento, detrás del camión, perpendicularmente al eje de carga, de modo que la punta de prueba del brazo móvil coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las cubiertas de las llantas de la rueda dual.
- 5) Una vez instalada la viga en el punto de medición haciendo coincidir con la guía vertical y la marca inicial, se verificará que esta se encuentre alineada longitudinalmente con la dirección del movimiento del camión paralelo a la línea de borde del pavimento (Gráfico 12).



Gráfico 12: Ubicación de la viga Benkelman para el ensayo  
Fuente: Tixe Edison

- 6) Se retira o liberan los seguros del o brazos móviles y se ajusta la base de la viga por medio del tomillo trasero, de manera que el o los brazos móviles de medición quede en contacto con el vástago del o los diales.
- 7) Se gira la esfera del dial del extensómetro, hasta que la aguja quede en cero y se verificara la lectura golpeando suavemente con un lápiz y poniendo en marcha el vibrador de la viga. Girar la esfera si es necesario y repetir la operación hasta obtener la posición cero.
- 8) La temperatura de las capas asfálticas debe ser medida en el instante de efectuar las pruebas, con el fin de convertir a la temperatura de referencia (20 0C). Se hace un orificio de aproximadamente 3cm x 5cm y se lo llena con agua, colocamos el termómetro y después de 10 min registramos la temperatura.

Una vez finalizado los ensayos en todos los puntos trazados de la vía tendremos los resultados de la siguiente tabla.



TABLA 27: Lecturas del deflectómetro tomadas en campo

N°	ABSCISA	TEMP. °C	ESPEJOR CARP. (cm)	LECTURAS DEL DEFLECTÓMETRO (*10-2)mm					
				D0	D25	D50	D100	D500	DF
1	7+600	35	5	0	14	18	20	23	24
2	7+800	35	5	0	13	17	19	20	22
3	8+000	35	5	0	15	18	19	23	25
4	8+200	35	5	0	16	19	20	26	27
5	8+400	35	5	0	10	14	16	18	19
6	8+600	35	5	0	14	18	25	27	28
7	8+800	35	5	0	13	18	20	21	23
8	9+000	35	5	0	14	17	19	22	24
9	9+200	35	5	0	16	20	23	27	30
10	9+400	35	5	0	11	18	19	23	25
11	9+600	35	5	0	10	11	14	16	19
12	9+800	35	5	0	13	16	18	20	21
13	10+000	35	5	0	11	13	15	16	18
14	10+200	35	5	0	12	16	18	21	22
15	10+400	35	5	0	15	20	21	23	26
16	10+600	35	5	0	14	17	19	23	25
17	10+800	35	5	0	10	13	15	17	18
18	11+000	35	5	0	13	18	19	22	23
19	11+200	35	5	0	14	19	20	22	25
20	11+400	35	5	0	12	14	15	17	19

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.8 Cálculo de las deflexiones obtenidas mediante Viga Benkelman

Se debe calcular la diferencia entre la lectura final (DF) y la lectura inicial (D0). Para el caso de la deflexión a 25 cm, se debe encontrar la diferencia entre la lectura inicial calculada (D0) y la lectura obtenida de campo a 25 cm (D25) y multiplicarlo por 2, lo mismo se realiza para las deflexiones tomadas a cualquier distancia.

Además, se realiza las respectivas correcciones por la relación de brazos, temperatura del momento del ensayo y por estacionalidad.

$$D = (LF - LR) * RB$$

Donde:

D: Deflexión a la distancia R, expresada en 0.01 mm

LR: Lectura a la distancia R

LF: Lectura máxima

RB: Relación de brazos de la viga Benkelman (normalmente es 1:2 o 1:4)

#### 4.1.8.1 Descripción de la viga utilizada durante las pruebas de campo

La viga Benkelman utilizada para las pruebas de campo es propiedad de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica- Carrera de Ingeniería Civil.

La viga tiene una relación de brazos 2:1, el brazo largo mide 2,44 m y el corto mide 1,22 m



Gráfico 13: Viga Benkelman utilizada en los ensayos  
Fuente: Tixe Edison

#### 4.1.8.2 Corrección por relación de brazos (Viga Benkelman)

Es la corrección debida a la aplicación del factor de relación de brazos que tiene la Viga Benkelman, este factor se mide directamente del instrumento y dicho se multiplica a la deflexión recuperable para corregirla. [42]

Aplicación de la metodología de cálculo con los datos del ensayo 1 en la abscisa 7+600 del tramo 3

TABLA 28: Deflexiones tomadas en la abscisa 7+600

N°	ABSCISA	CARRIL	LECTURAS DEL DEFLECTOMETRO (*10-2)mm					
			D0	D25	D50	D100	D500	DF
1	7+600	D	0	14	18	20	23	24

Elaborado por: Tixe Edison

$$D0 = (24 - 0) * 2$$

$$D0 = 48 \times 10^{-2} mm$$

La misma metodología será aplicada para los demás puntos (D25, D50, D100, D500), de lo cual nos dará como resultado la siguiente tabla.

TABLA 29: Cuadro de valores corregido por relación de brazo

DEFLEXIONES (*10-2) mm					
D0	D25	D50	D100	D500	DF
48	20	12	8	2	0
44	18	10	6	4	0
50	20	14	12	4	0
54	22	16	14	2	0
38	18	10	6	2	0
56	28	20	6	2	0
46	20	10	6	4	0
48	20	14	10	4	0
60	28	20	14	6	0
50	28	14	12	4	0
38	18	16	10	6	0
42	16	10	6	2	0
36	14	10	6	4	0
44	20	12	8	2	0
52	22	12	10	6	0
50	22	16	12	4	0
36	16	10	6	2	0
46	20	10	8	2	0
50	22	12	10	6	0
38	14	10	8	4	0

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.8.3 Corrección por temperatura

La temperatura en un pavimento influye de forma considerable a las deflexiones recuperables de la misma, tal es que si medimos las deflexiones en un mismo punto pero con temperatura diferente nos indicaran resultados diferentes.

A medida que la temperatura sea mayor, mayor será la deflexión del pavimento y viceversa, esto se produce a que la rigidez de los pavimentos asfálticos disminuyen cuanto más alta sea la temperatura.

Es por lo cual que se debe hacer una corrección.

$$D_{20} = \frac{D_t}{K * (t - 20^{\circ}\text{C}) * e + 1}$$

Donde.

$D_{20}$ : Deflexión recuperable estándar 20°C (0.01mm)

$D_t$ : Deflexión recuperable a la temperatura t (0.01mm)

K:  $1 \times 10^{-3}$ ; constante para capas granulares ( $\frac{1}{\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}}$ )

t: Temperatura de la carpeta asfáltica del pavimento (°C)

e: Espesor de la carpeta asfáltica (cm)

$$D_{20} = \frac{48}{0,001 * (38 - 20^\circ\text{C}) * 5 + 1}$$

$$D_{20} = 44.04 \times 10^{-2} \text{mm}$$

La misma metodología de cálculo aplicamos para las demás correcciones y obtendremos la siguiente tabla.

TABLA 30: Deflexiones corregidas por temperatura

DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA (*10-2) mm					
D0	D25	D50	D100	D500	DF
44,04	18,35	11,01	7,34	1,83	0,00
40,93	16,74	9,30	5,58	3,72	0,00
46,51	18,60	13,02	11,16	3,72	0,00
50,70	20,66	15,02	13,15	1,88	0,00
35,51	16,82	9,35	5,61	1,87	0,00
51,61	25,81	18,43	5,53	1,84	0,00
42,79	18,60	9,30	5,58	3,72	0,00
45,07	18,78	13,15	9,39	3,76	0,00
55,81	26,05	18,60	13,02	5,58	0,00
47,17	26,42	13,21	11,32	3,77	0,00
35,51	16,82	14,95	9,35	5,61	0,00
38,89	14,81	9,26	5,56	1,85	0,00
33,80	13,15	9,39	5,63	3,76	0,00
40,74	18,52	11,11	7,41	1,85	0,00
48,37	20,47	11,16	9,30	5,58	0,00
46,73	20,56	14,95	11,21	3,74	0,00
33,80	15,02	9,39	5,63	1,88	0,00
42,79	18,60	9,30	7,44	1,86	0,00
47,17	20,75	11,32	9,43	5,66	0,00
36,36	13,40	9,57	7,66	3,83	0,00

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.8.4 Corrección por estacionalidad

Para una apropiada evaluación de las deflexiones se considera evaluar las deflexiones en el período más desfavorable del año, para tener en cuenta esta circunstancia existe

la alternativa de establecer el factor de corrección en forma subjetiva con conocimiento del clima de la región y del comportamiento de pavimentos flexibles en ella.

El estudio asume el criterio de que las condiciones más críticas deben limitarse al régimen de lluvias, distinguiendo básicamente entre estación seca y lluviosa y toma de referencia las experiencias de Brasil que recomiendan los siguientes coeficientes de corrección, según el período en el que se lleven a cabo las mediciones: [42]

TABLA 31: Factores de corrección por estacionalidad

TIPO DE SUELO DE SBRASANTE	ESTACIÓN LLUVIOSA	ESTACIÓN SECA	
Arenosa – permeable	1	1,1	1,3
Arcillosa - sensible al agua	1	1,2	1,4

Fuente: Tesis “Control de la deflexión vertical con viga Benkelman, monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km 110+000 al Km 112+000”

Las pruebas de campo para determinar las deflexiones se los realizó en estación seca, además la subrasante es un tipo de suelo arenoso-permeable por lo cual el factor de corrección será un promedio de los dos valores lo que nos da 1.2, y los resultados lo tenemos en la tabla siguiente.

TABLA 32: Deflexiones corregidas por estacionalidad

N°	ABSCISA	CARRIL	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (*10-2) mm					
			D0	D25	D50	D100	D500	DF
1	7+600	D	52,84	22,02	13,21	8,81	2,20	0,00
2	7+800	35	49,12	20,09	11,16	6,70	4,47	0,00
3	8+000	35	55,81	22,33	15,63	13,40	4,47	0,00
4	8+200	35	60,85	24,79	18,03	15,77	2,25	0,00
5	8+400	35	42,62	20,19	11,21	6,73	2,24	0,00
6	8+600	35	61,94	30,97	22,12	6,64	2,21	0,00
7	8+800	35	51,35	22,33	11,16	6,70	4,47	0,00
8	9+000	35	54,08	22,54	15,77	11,27	4,51	0,00
9	9+200	35	66,98	31,26	22,33	15,63	6,70	0,00
10	9+400	35	56,60	31,70	15,85	13,58	4,53	0,00
11	9+600	35	42,62	20,19	17,94	11,21	6,73	0,00
12	9+800	35	46,67	17,78	11,11	6,67	2,22	0,00
13	10+000	35	40,56	15,77	11,27	6,76	4,51	0,00
14	10+200	35	48,89	22,22	13,33	8,89	2,22	0,00
15	10+400	35	58,05	24,56	13,40	11,16	6,70	0,00
16	10+600	35	56,07	24,67	17,94	13,46	4,49	0,00
17	10+800	35	40,56	18,03	11,27	6,76	2,25	0,00
18	11+000	35	51,35	22,33	11,16	8,93	2,23	0,00
19	11+200	35	56,60	24,91	13,58	11,32	6,79	0,00
20	11+400	35	43,64	16,08	11,48	9,19	4,59	0,00

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.8.5 Cálculo del radio de curvatura

El radio de curvatura de la línea elástica de Deflexión es una característica de fundamental importancia, que determina la magnitud de la deformación lineal por

tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas, y en consecuencia, en el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo.

El radio de curvatura en el punto de ensayo se calcula con la expresión independientemente de la viga utilizada.

$$RC = \frac{10 * (25)^2}{2 * (D_0 - D_{25})}$$

Donde'

RC: Radio de curvatura

D0: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm.

D25: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm.

$$RC = \frac{10 * (25)^2}{2 * (52.84 - 22.02)}$$

$$RC = 101.38$$

TABLA 33: Radio de curvatura

N°	ABSCISA	CARRIL		RADIO DE CURVATURA	COMPORTAMIENTO DEL PAVIENTO (Norma INVE-795-07)
		IZQUIERDO	DERECHO		
1	7+600		X	101,38	>100 bueno
2	7+800	X		107,67	>100 bueno
3	8+000		X	93,32	<100 malo
4	8+200	X		86,67	<100 malo
5	8+400		X	139,32	>100 bueno
6	8+600	X		100,91	>100 bueno
7	8+800		X	107,67	>100 bueno
8	9+000	X		99,05	<100 malo
9	9+200		X	87,48	<100 malo
10	9+400	X		125,47	>100 bueno
11	9+600		X	139,32	>100 bueno
12	9+800	X		108,17	>100 bueno
13	10+000		X	126,07	>100 bueno
14	10+200	X		117,19	>100 bueno
15	10+400		X	93,32	<100 malo
16	10+600	X		99,52	<100 malo
17	10+800		X	138,67	>100 bueno
18	11+000	X		107,67	>100 bueno
19	11+200		X	98,59	<100 malo
20	11+400	X		113,39	>100 bueno
<b>PROMEDIO</b>				109,54	>100 bueno

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.1.8.6 Cálculo de la deflexión característica

$$D_c = D_p + t * D_e$$

Donde.

$D_c$ : Deflexión característica.

$D_p$ : Deflexión promedio de los valores individuales de  $D_0$  corregidos por temperatura y estacionalidad.

$D_e$ : Desviación estándar.

$t$ : coeficiente que representa el porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica  $D_c$ .

$$t = 1.645$$

$$D_p = 51.86$$

$$D_e = 7.51$$

$$D_c = 51.86 + 1.645 * 7.51$$

$$D_c = 64.21 * 10^{-2} \text{ mm}$$

#### 4.1.8.7 Cálculo de la deflexión admisible

La deflexión admisible está en función del número de ejes equivalentes ( $W_{18}$ ) expresada en millones, que establece un límite para la deflexión característica por encima del cual no se garantiza un comportamiento satisfactorio de la estructura durante el periodo considerado. La deflexión admisible se lo puede encontrar con la siguiente expresión.

$$D_a = \left( \frac{1.15}{W_{18}} \right)^{1/4}$$

Donde.

$D_a$ : Deflexión admisible inicial (mm).

W18: Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton, expresado en millones.

$$Da = \left(\frac{1.15}{0.019086}\right)^{1/4}$$

$$Da = 2.79\text{mm}$$

#### 4.1.8.8 Cálculo de la deflexión crítica.

La deflexión crítica se define como aquella que alcanza el pavimento al término del periodo de servicio, luego de soportar el tránsito proyectado, la metodología de cálculo se lo realiza mediante la siguiente expresión:

$$Dcr = \left(\frac{1.90}{W18}\right)^{1/5.3}$$

Donde.

Dc: Deflexión Crítica.

W18: Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton, expresado en millones.

$$Dcr = \left(\frac{1.90}{0.019086}\right)^{1/5.3}$$

$$Dcr = 2.38\text{mm}$$



#### 4.1.8.9 Análisis deflectométrico del tramo

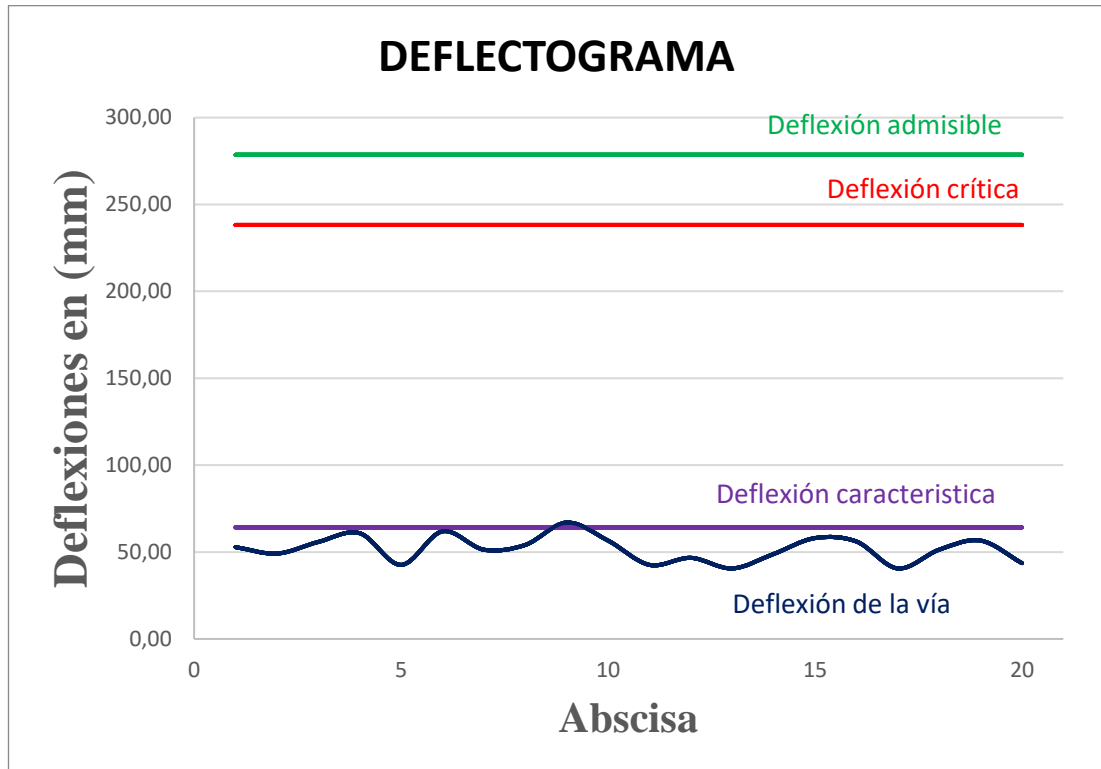


Gráfico 14: Deflectograma del tramo #3  
Fuente: Tixe Edison

#### 4.1.9 Estudio de suelos

Para conocer las características físicas de los materiales que conforman la estructura del pavimento se realizó calicatas de 1m x 1m x 1m en zonas de la vía que fue factible, aproximadamente a 1000 m de distancia de cada calicata. Se extrajo alrededor de 50 kg de material por cada capa que se halló de la estructura del pavimento, posteriormente se realizó los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, compactación y CBR por cada capa obteniendo los siguientes resultados cabe recordar que el tramo estudiado no tiene una buena estructura del pavimento ya que la capa de rodadura se colocó sobre el empedrado y el empedrado al suelo natural.

TABLA 34: Ubicación de los pozos

Pozo	Denominación	Abscisa	Coordenadas		
			Este	Norte	Elevación (m)
1	C1	8+600	776522,57	9861645,29	2321
2	C2	9+600	776805,10	9862388,28	2403
3	C3	10+600	777587,89	9862981,76	2444
4	C4	11+400	777666,59	9863738,96	2490

Elaborado por: Tixe Edison

## 4.2 Análisis de resultados.

Luego de haber realizado el conteo vehicular durante 12 h por una semana nos arroja los siguientes resultados.

### 4.2.1 Comportamiento del tránsito.

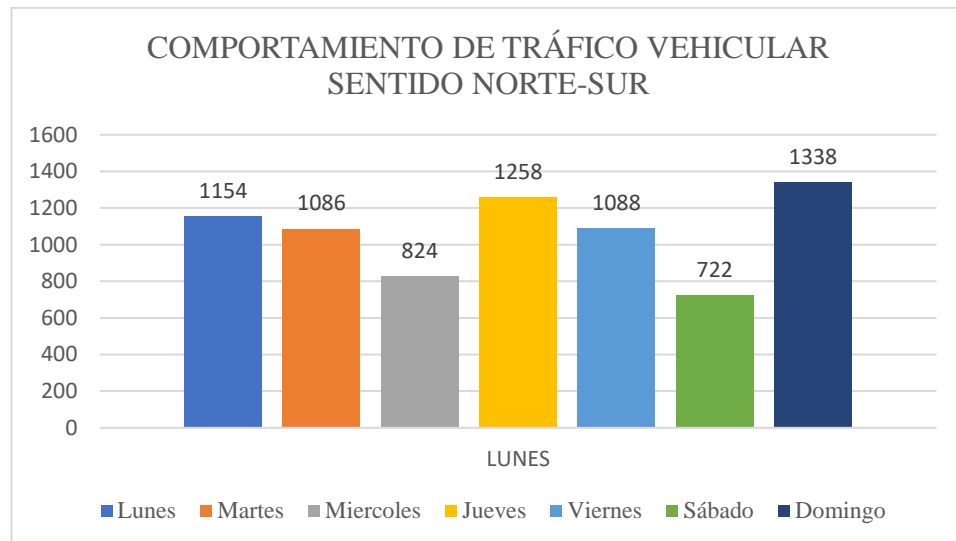


Gráfico 15: Comportamiento de tráfico semanal sentido Norte-Sur  
Fuente: Tixe Edison

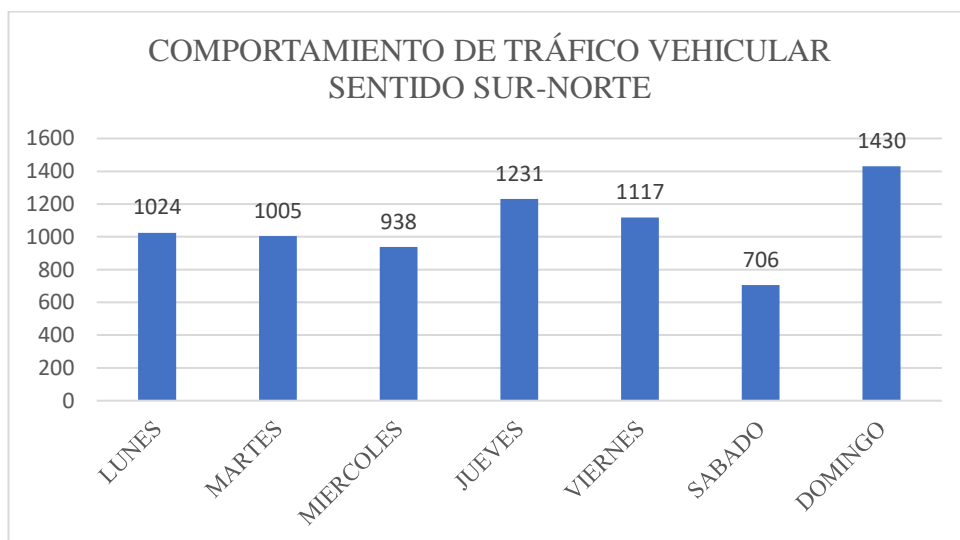


Gráfico 16: Comportamiento de tráfico semanal sentido Sur-Norte  
Fuente: Tixe Edison

De acuerdo a las gráficas se demuestra que el día más transitado es el día domingo esto se debe a que los días domingos se realizan ferias de comercialización de productos en ambos cantones lo que hace que presente mayor tráfico de vehículos.

## 4.2.2 Composición vehicular

TABLA 35: Composición vehicular total

COMPOSICIÓN VEHICULAR SEMANAL TOTAL		
TIPO DE VEHÍCULOS	# DE VEHÍCULOS	PORCENTAJE
LIVIANOS	13434	90,03%
BUSES	781	5,23%
CAMIONES	699	4,68%
OTROS	7	0,05%
TOTAL	14921	100,00%

Elaborado por: Tixe Edison

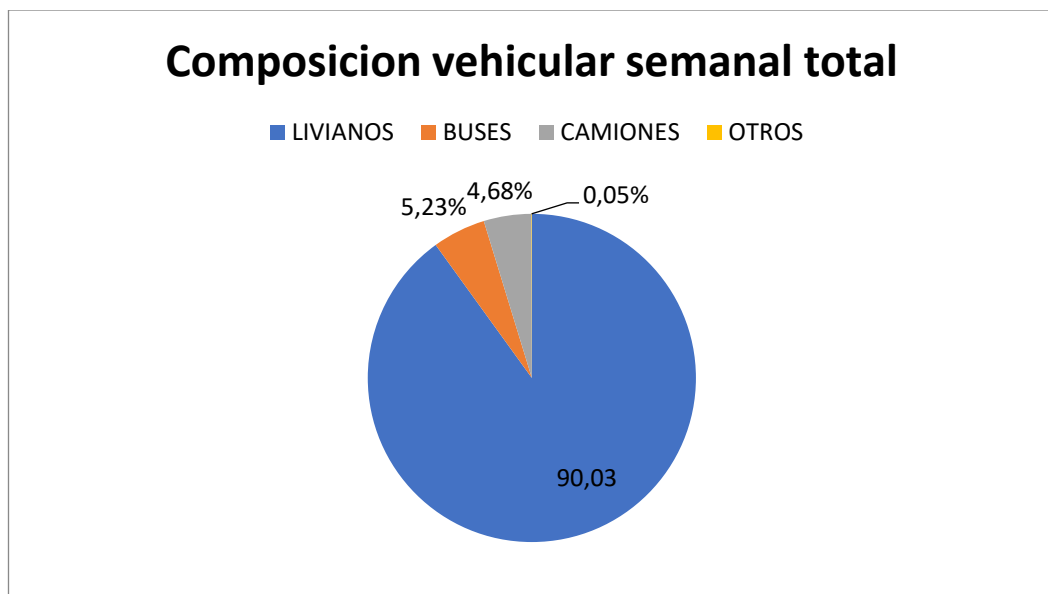


Gráfico 17: Composición vehicular  
Fuente: Tixe Edison

Del conteo vehicular se puede ver que los vehículos que más circulan por la vía Patate – Píllaro son vehículos livianos ya que el tramo en estudio se encuentra en una parroquia rural y por lo general los habitantes de los sectores de Los andes, Baquerizo Moreno y Emilio María Terán utilizan camionetas para trasladar sus productos a la ciudad, luego se puede evidenciar con un 5.23% a los buses esto debido a que desde el Cantón Píllaro la cooperativa de transportes José María Urbina dan servicio hasta el sector del Crucero en la abscisa km 10+030.

TABLA 36: Composición vehicular de la hora pico del conteo vehicular

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTRO S N° EJES	TOTAL
								DOS EJES C1		TRES EJES	> TRES EJES		
		AUTOMOVIL	CAMIONET A	MOTO S	LIVIANOS	MEDIANO S	PESADO S	LIVIANO S	PESADOS				
12H00	12H15	30	26	0	0	2	0	0	0	0	0	0	254
12H15	12H30	24	32	2	0	3	0	2	0	0	0	1	
12H30	12H45	27	29	0	1	2	0	1	0	0	0	0	
12H45	13H00	34	30	4	0	3	0	1	0	0	0	0	
TOTAL		115	117	6	1	10	0	4	0	0	0	1	254
composición vehicular		238			11			4				1	
Porcentaje		93,7%			4,3%			1,6%				0,39%	100%

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.2.2.1 Clasificación vial en función al TPDA

Luego de obtener el TPDA actual de la vía Patate – Píllaro, tramo # 3 se desea conocer el tipo de carretera que une estos dos cantones.

TABLA 37: Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de carretera	Tráfico 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

\*El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse el tráfico en vehículos equivalentes.

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras 2003,

TABLA 38: Relación función, clase MOP y tráfico

Relación función, clase MOP y tráfico		
Función	Clase de carretera (según MOP)	TPDA(1) (año final de diseño)
Corredor arterial	RI – RII (2)	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
Colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

**Notas:**  
 (1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil  
 (2) RI – RII son autopistas

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras 2003,

De acuerdo al cuadro de Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado y teniendo en consideración que el TPDA actual de 1694 veh/día se puede notar que la vía Patate-Píllaro en el tramo número 3 es una vía de clase II y según el cuadro de relación función, clase MOP y tráfico es una vía colectora ya que recibe el tráfico de las parroquias Emilio María Terán, Baquerizo Moreno y parroquia Los Andes.

Para un periodo de diseño de 20 años se puede estimar que se convertirá en una vía de clase I pues se espera un TPDA de 4550 veh/d.

De acuerdo a los resultados obtenidos al TPDA proyectado a 20 años el tramo equivale a una vía de mediana capacidad de 2 carriles

#### 4.2.2.2 Análisis de los resultados del PCI del tramo de la Vía Patate-Píllaro.

TABLA 39: Valores del PCI de las unidades de muestreo y el PCI total del tramo

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)</b> <b>Evaluado por: Edison Tixe Granja</b> <b>Febrero 2019</b> 									
N° MUESTRAS	UM	ABSCISA		AREA (M2)	SECCIÓN	PCI	CLASIFICACIÓN	RANGO ASTM 5340-98	MEDIDAS PREVENTIVAS
		INICIAL	FINAL						
1	1	7+600	7+632	199,19	1	76	BUENO	71<76<100	Mantenimiento
2	10	7+888	7+920	269,28	1	87,5	EXCELENTE	71<87,5<100	Mantenimiento
3	19	8+176	8+208	177,49	1	63,5	BUENO	31<63,5<70	Rehabilitación
4	28	8+464	8+496	172,77	1	84	MUY BUENO	71<84<100	Mantenimiento
5	37	8+752	8+784	213,78	1	81	MUY BUENO	71<81<100	Mantenimiento
6	46	9+040	9+072	213,05	1	78	MUY BUENO	71<78<100	Mantenimiento
7	55	9+328	9+360	214,83	1	80	MUY BUENO	71<80<100	Mantenimiento
8	64	9+616	9+648	229,06	1	90	EXCELENTE	71<90<100	Mantenimiento
9	73	9+904	9+936	232,96	1	88	EXCELENTE	71<88<100	Mantenimiento
10	82	10+192	10+224	194,95	1	87	EXCELENTE	71<87<100	Mantenimiento
11	91	10+480	10+512	197,37	1	86	EXCELENTE	71<86<100	Mantenimiento
12	100	10+768	10+800	230,06	1	85	MUY BUENO	71<85<100	Mantenimiento
13	109	11+056	11+088	177,83	1	81	MUY BUENO	71<81<100	Mantenimiento
14	118	11+344	11+376	269,12	1	66	BUENO	31<66<70	Rehabilitación

Elaborado por: Tixe Edison

Luego de analizar los resultados del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y basándonos en la TABLA 3 (rangos del PCI para pavimentos asfálticos), tenemos que el valor mínimo es 63.5 y el máximo 90 los cuales podemos decir que su clasificación esta de bueno y excelente respectivamente, indicando que el pavimento se encuentra con un comportamiento funcional, brindando seguridad y comodidad a los usuarios.

#### 4.2.2.3 Análisis de los resultados del ensayo de la viga Benkelman de la Vía Patate-Píllaro

TABLA 40: Características del Pavimento de acuerdo al Tipo de Deflexión y Radio de Curvatura

Tipo de Deflexión	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
Tipo I	Bueno $D < D_a$	Bueno $R_o > 100$
Tipo II	Malo $D > D_a$	Bueno $R_o > 100$
Tipo III	Bueno $D < D_a$	Malo $R_o < 100$
Tipo IV	Malo $D > D_a$	Malo $R_o < 100$

Fuente: Norma INVE-795-07

#### 4.2.2.4 Análisis comparativo en función a la tabla 40.

TABLA 41: Resultados finales del ensayo con Viga Benkelman

N°	ABSCISA	D0	RADIO DE CURVATURA
1	7+600	52,84	101,38
2	7+800	49,12	107,67
3	8+000	55,81	93,32
4	8+200	60,85	86,67
5	8+400	42,62	139,32
6	8+600	61,94	100,91
7	8+800	51,35	107,67
8	9+000	54,08	99,05
9	9+200	66,98	87,48
10	9+400	56,60	125,47
11	9+600	42,62	139,32
12	9+800	46,67	108,17
13	10+000	40,56	126,07
14	10+200	48,89	117,19
15	10+400	58,05	93,32
16	10+600	56,07	99,52
17	10+800	40,56	138,67
18	11+000	51,35	107,67
19	11+200	56,60	98,59
20	11+400	43,64	113,39
PROMEDIO (D0)			51,86
DESVIACIÓN ESTANDAR (D0)			7,51
DEFLEXION CARACTERÍSTICA (mm*10-2)			64,21
DEFLEXIÓN ADMISIBLE mm			278,61
DEFLEXIÓN CRÍTICA mm			238,23

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 42: Análisis de resultados del tramo 3

ANALISIS DE LA EVALUACION ESTRUCTURAL	
COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	TIPO DE DEFLEXIÓN
$D < D_a$ $64.21 < 278.61$ COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO $R_0 > 100$ $109 > 100$	TIPO I

Elaborado por: Tixe Edison

Una vez aplicado la metodología de evaluación estructural del pavimento, tenemos que el tramo 3 ( km 7+600-km 11+400) el tipo de deflexión que predomina de acuerdo a la TABLA 40 es el tipo I pues en todas las secciones la deflexión característica es menor a la deflexión admisible lo cual nos indica que la subrasante tiene un buen

comportamiento estructural, de la misma manera se puede decir que el comportamiento estructural del pavimento de acuerdo a los radios de curvatura que es mayor a 100 indicando que el pavimento está funcionando pese a que el tramo tiene como base el empedrado.

#### 4.2.3 Análisis del estudio de suelos

La metodología empleada para realizar el estudio de suelos fue calicatas a cielo abierto (Gráfico 20), los pozos se los realizo en las abscisas km 8+600, km 9+600, km 10+600 y km 11+400 del tramo, luego de realizar los pozos se logró observar que el pavimento carece de una estructura adecuada ya que la capa de rodadura se encuentra asentada sobre un empedrado.

Luego de extraer las muestras de suelo, estas muestras tuvieron un periodo de secado de 10 días para luego ser transportado a los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para sus estudios respectivos.



Gráfico 18: Extracción de muestras de suelo  
Fuente: Tixe Edison



#### 4.2.3.1 Ensayo de granulometría en base.

Del estudio de tráfico se concluye que la vía es de tipo colectora, por lo que la norma ecuatoriana MTOP nos indica que tipo de material que debe considerarse para esta capa es una base clase 3.

TABLA 43: Tipo de capa base en función al TPDA

Material especificado	Tipo de carretera	No. carriles	TPDA
Base clase 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico.	8 a 12	>50.000
Base clase 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. Se incluye franja central desde 2 a 4m.	2 a 6	8.000 – 50.000
Base clase 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico	2 a 4	1.000 – 8.000
Base clase 4	Caminos vecinales	2	<1.000

Fuente: MTOP 2003

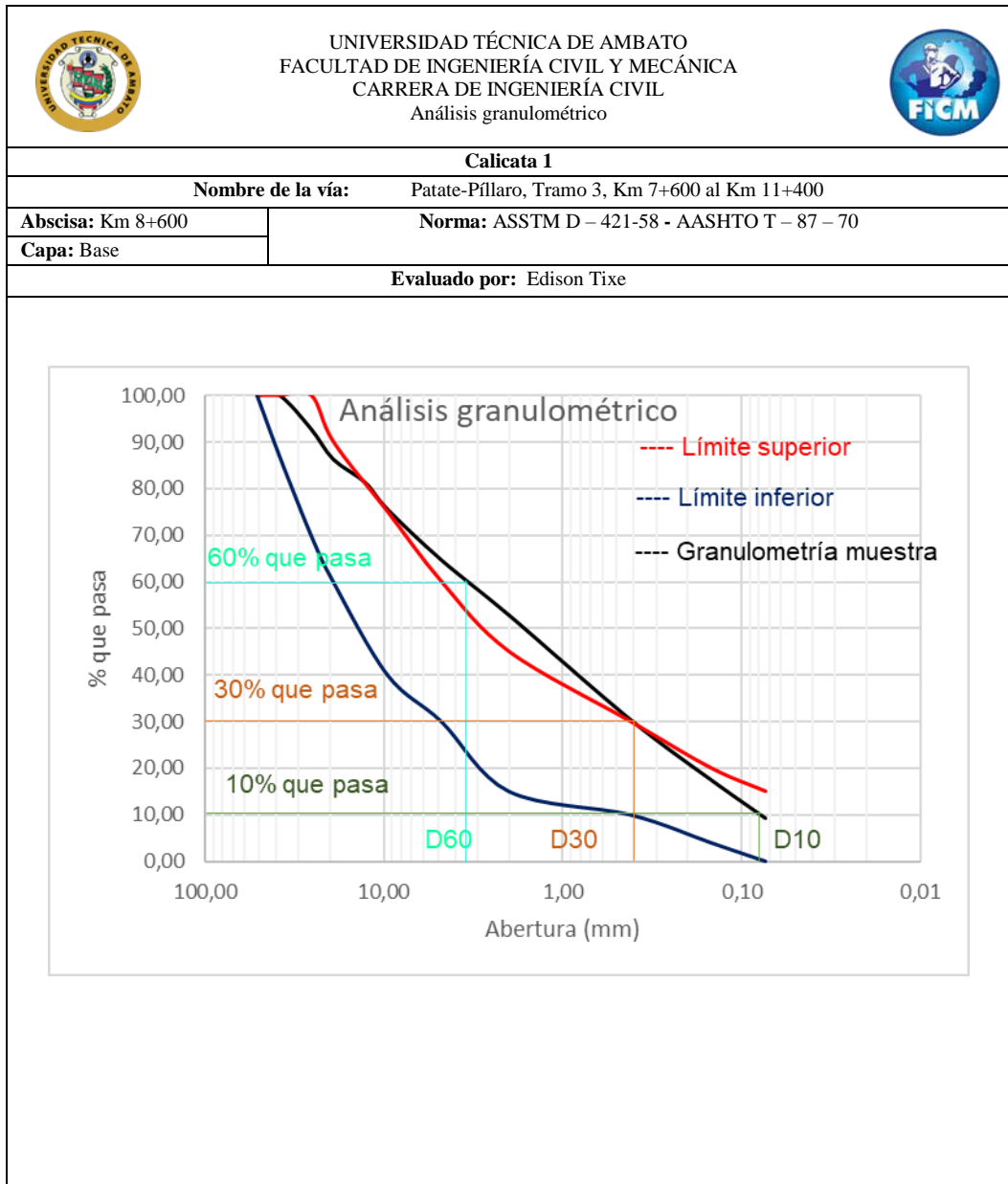
La granulometría para este tipo de base, se cuantifica en el porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada.

TABLA 44: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Base Clase 3

Tamiz		Base Clase 3	
	Abertura	Min.	Max.
2"	50 mm		100
1"	25 mm	70	100
¾"	19 mm	60	90
3/8"	9.5 mm	40	75
No.4	4.75 mm	30	60
No.10	2 mm	15	45
No.40	0.425 mm	10	30
No.200	0.075 mm	0	15

Fuente: MTOP 2003

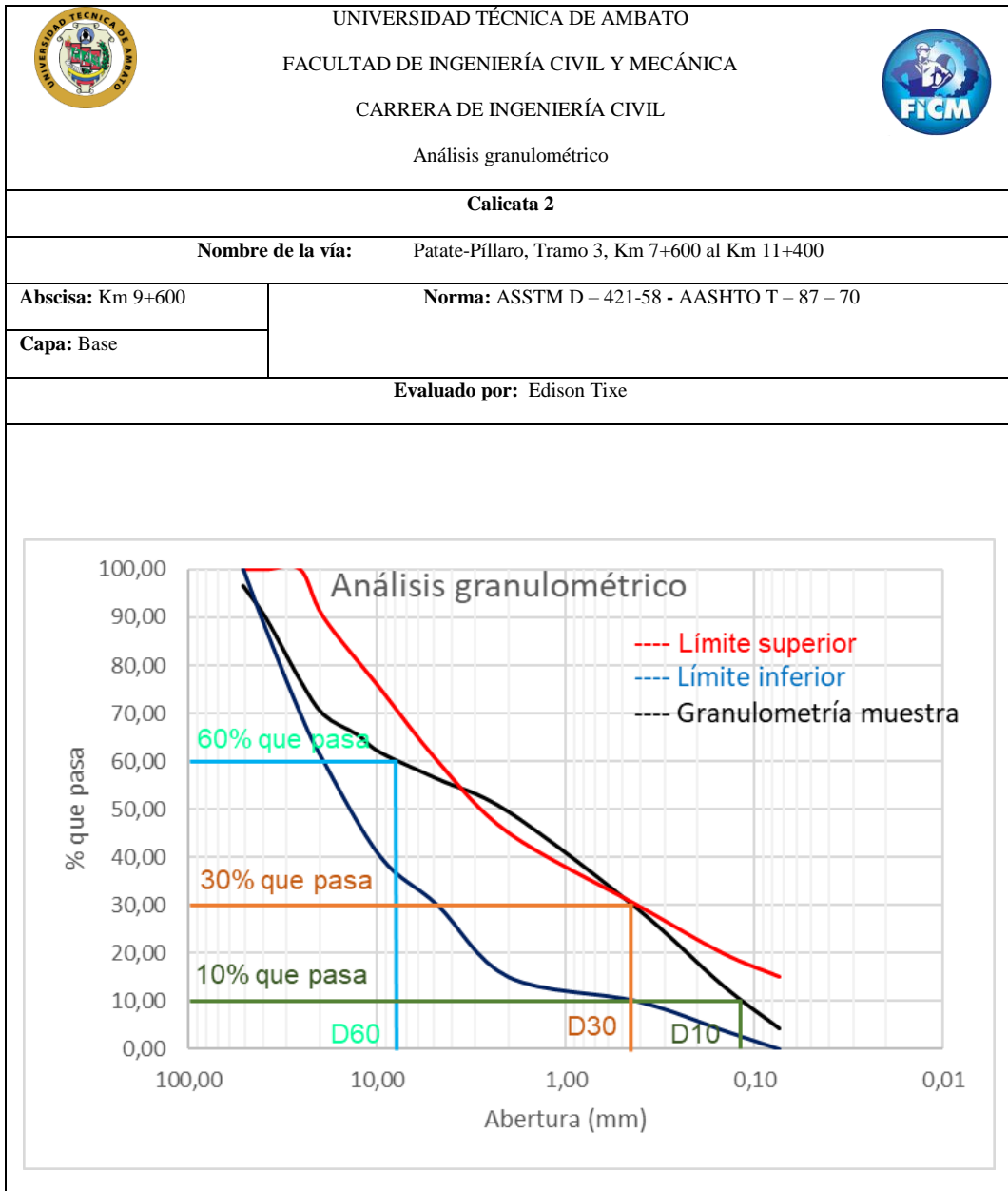
TABLA 45: Análisis granulométrico de la calicata 8+600



Elaborado por: Tixe Edison

La gráfica nos muestra que solo una parte del material está dentro de los límites propuestos por la norma, siendo la parte del material grueso, mientras que la parte que no cumple es el material fino; pues en el tamiz #200 tenemos 55.43% de acumulado retenido y para el tamiz #4 tenemos que un 64.64% ha pasado el tamiz #4, por lo que se considera a toda la muestra como una arena terrosa con finos mal graduada SM.

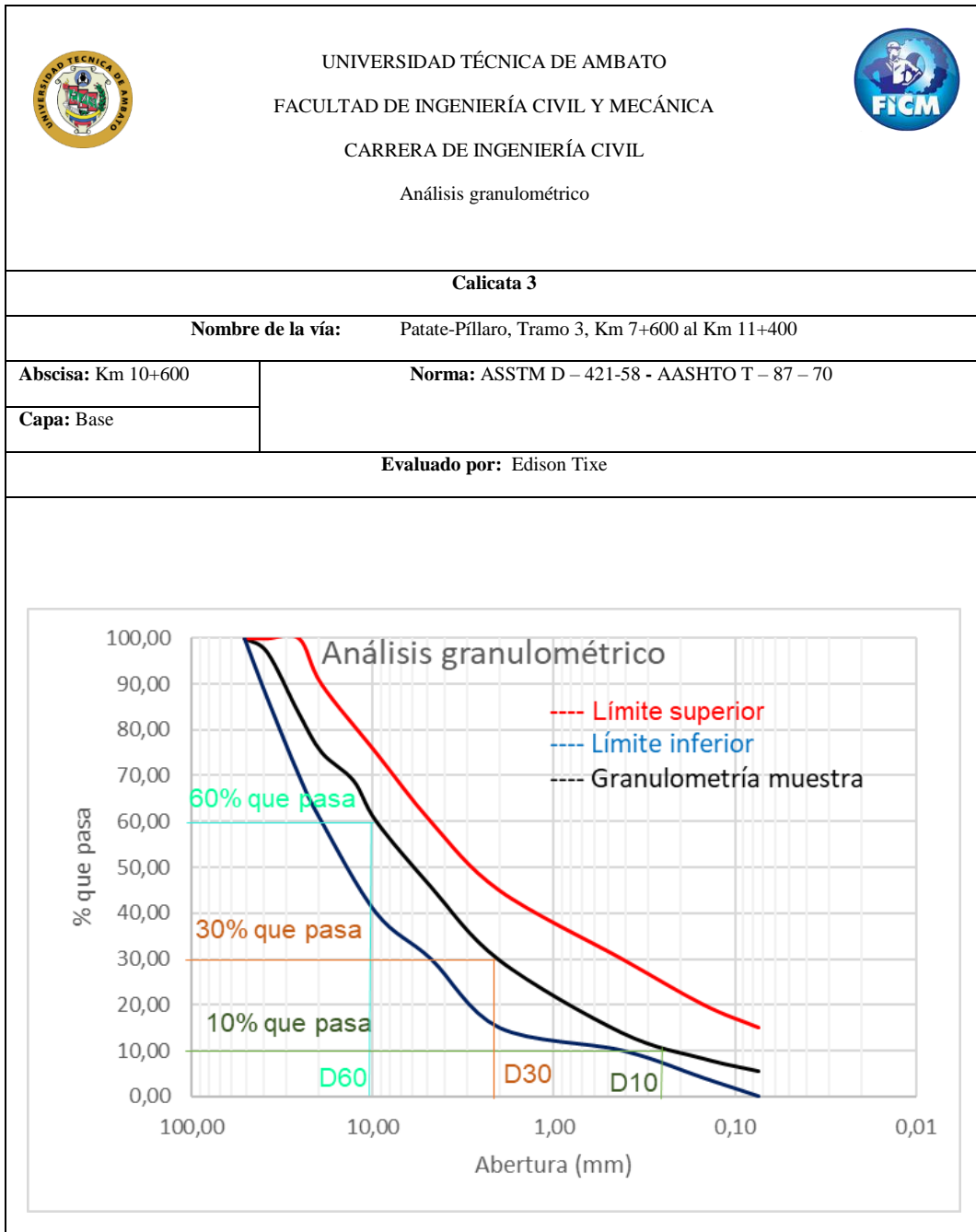
TABLA 46: Análisis granulométrico de la calicata 9+600



Elaborado por: Tixe Edison

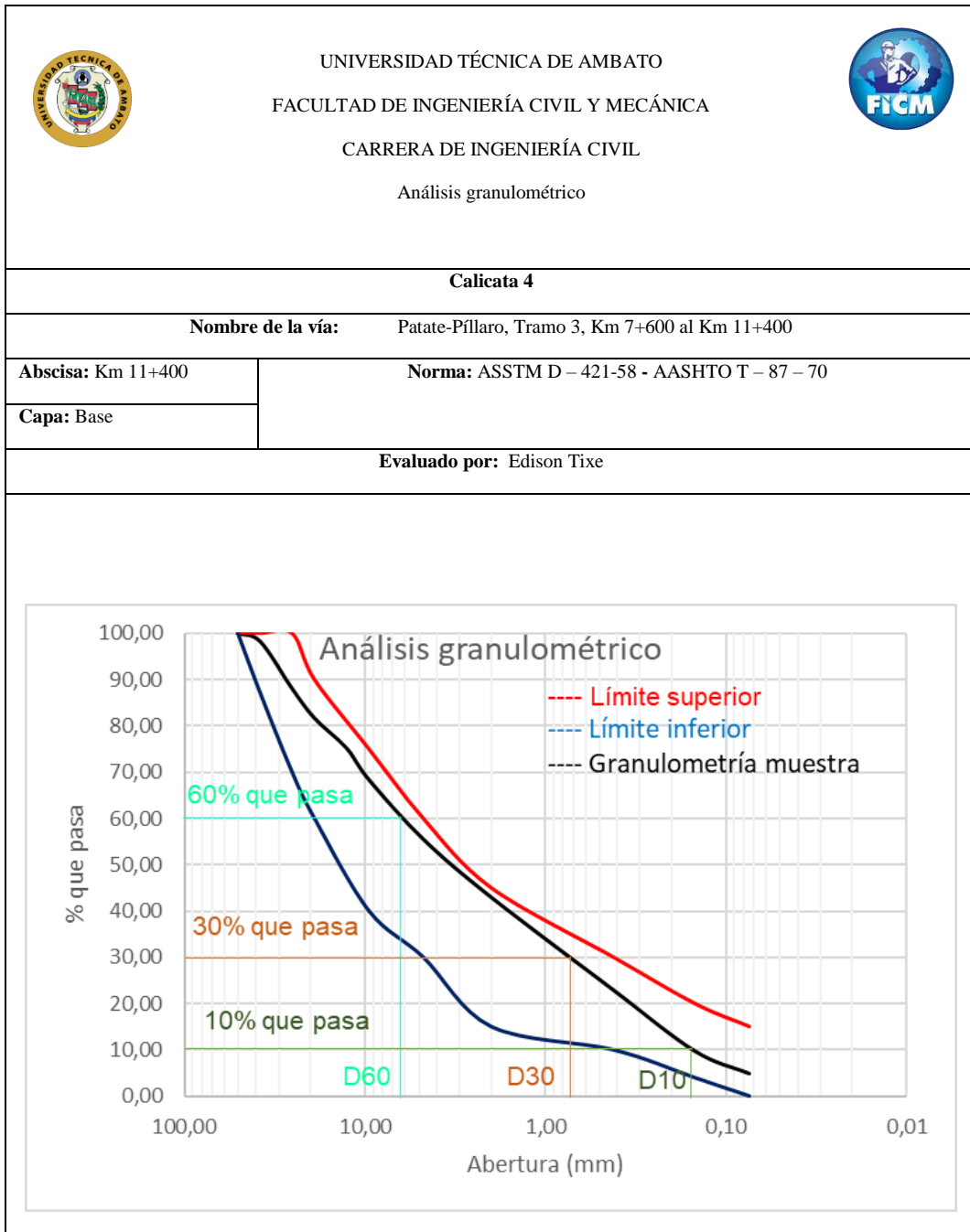
La gráfica nos muestra que solo una parte del material está dentro de los límites propuestos por la norma, siendo la parte del material grueso, mientras que la parte que no cumple es el material fino; pues en el tamiz #200 tenemos 52.03% de acumulado retenido y para el tamiz #4 tenemos que un 56.27% ha pasado el tamiz #4, por lo que se considera a toda la muestra como una arena terrosa con finos mal graduada SM.

TABLA 47: Análisis granulométrico de la calicata 10+600



La gráfica nos muestra que del material está dentro de los límites propuestos por la norma, pues en el tamiz #200 tenemos 40.31% de acumulado retenido y para el tamiz #4 tenemos que un 45.76% ha pasado el tamiz #4, por lo que se considera a toda la muestra como una grava terrosa con finos bien graduada GW.

TABLA 48: Análisis granulométrico de la calicata 11+400





Elaborado por: Tixe Edison

La gráfica nos muestra que del material está dentro de los límites propuestos por la norma, pues en el tamiz #200 tenemos 50.72% de acumulado retenido y para el tamiz #4 tenemos que un 55.49% ha pasado el tamiz #4, por lo que se considera a toda la muestra como una arena terrosa con finos bien graduada.

### 4.1.1.3 Ensayo de granulometría de la subrasante.

TABLA 49: Análisis granulométrico de la subrasante

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Análisis Granulométrico suelo natural			
Calicatas 1, 2, 3, 4					
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 3, Km 7+600 al Km 11+400					
Abscisa: Km 8+600		Norma: ASSTM D – 421-58 - AASHTO T – 87 – 70			
Evaluado por: Edison Tixe					
CALICATA	ABSCISA	#4	#200	ANÁLISIS	
1	8+600	71,50	64,09	Tenemos en el tamiz #200 un 64,09% de material acumulado retenido y en el tamiz #4 tenemos un 71,50% de material que si pasa por lo que su clasificación es SM (arena limosa). Es una arena terrosa con finos mal graduada.	
2	9+600	55,69	51,07	Tenemos en el tamiz #200 un 51,07% de material acumulado y el en tamiz #4 tenemos un 55,69% que si pasa, por lo que su clasificación es una arena terrosa con finos mal graduada	
3	10+600	62,07	56,08	Tenemos que en el tamiz #200 hay un 56,08% de material acumulado retenido y en el tamiz #4 tenemos un 62,07% de material que si pasa el tamiz, por lo que su clasificación es una arena terrosa con finos mal graduada	
4	11+400	67,51	58,79	Tenemos que en el tamiz #200 hay un 58,79% de material acumulado retenido y en el tamiz #4 un 67,51% del material si paso el tamiz, por lo que su clasificación es una arena terrosa con finos mal graduada.	

Elaborado por: Tixe Edison

### 4.2.3.2 Ensayo de compactación Proctor modificado

TABLA 50: Resultados de Proctor modificado en capa base

CAPA BASE			
ABSCISA	POZO	DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
km 8+600	1	2,08	7,5
km 9+600	2	1,73	7
km 10+600	3	2,139	6,4
km 11+400	4	2,028	7,6

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 51: Resultados de Proctor modificado en subrasante

SUBRASANTE			
ABSCISA	POZO	DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
km 8+600	1	1,816	7
km 9+600	2	1,881	11,8
km 10+600	3	2,053	9,5
km 11+400	4	1,854	9,5

Elaborado por: Tixe Edison

### 4.2.3.3 Ensayo de CBR capa base

TABLA 52: CBR de la estructura del pavimento

Abscisa	Pozo	Base	CBR
		CBR	según norma
Km 8+600	1	25,45	<80 no cumple
Km 9+600	2	19,21	<80 no cumple
Km 10+600	3	18,25	<80 no cumple
Km 11+600	4	29,77	<80 no cumple

Elaborado por: Tixe Edison

Finalizado el análisis se puede ver que los valores calculados del CBR no cumple como lo especifica el manual del MTOP 2003, donde que el valor mínimo para capa base debe ser 80, esto nos corrobora de que en el tramo analizado la carpeta asfáltica esta sobre un empedrado.

#### 4.2.3.4 Ensayo de CBR subrasante

TABLA 53: CBR de la estructura del pavimento

Abscisa	Pozo	Subrasante	CBR
		CBR	según norma
Km 8+600	1	38,55	>10 cumple
Km 9+600	2	37,01	>10 cumple
Km 10+600	3	40,79	>10 cumple
Km 11+600	4	21,25	>10 cumple

Elaborado por: Tixe Edison

Contrario a los resultados de la capa base, los valores arrojados de la subrasante son buenos, lo cual permite una estabilidad, razón por lo cual el pavimento a pesar de tener de capa base al empedrado se encuentra funcionando de forma correcta.

#### 4.2.3.5 Ensayo límites de Atterberg

TABLA 54: Límites de Atterberg de la capa base

CAPA BASE				
Ubicación	Muestra	Límite líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
Km 8+600	1	30,97%	24,83%	6,14%
Km 9+600	2	41,85%	24,58%	17,27%
Km 10+600	3	28,30%	25,40%	2,90%
Km 11+400	4	28,30%	27,30%	1,00%

Elaborado por: Tixe Edison

#### 4.2.3.6 Resultados de la estructura del pavimento tramo 3

TABLA 55: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 1

Especificaciones para una base calicata 1			
Ensayos		Especificaciones	
Granulometría	SM	MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 Anexo 10	No cumple
Límites de consistencia	LL=30.97% Ip=6.14%	Límite líquido $\leq 25$ Índice plástico $\leq 6$ INEN 691 Y 692	No cumple No cumple
CBR	25.45	CBR $\geq 80$	No cumple

Elaborado por: Tixe Edison



TABLA 56: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 2

<b>Especificaciones para una base calicata 2</b>			
<b>Ensayos</b>		<b>Especificaciones</b>	
Granulometría	SM	MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 Anexo 10	No cumple
Límites de consistencia	LL=41.85% Ip=17.27%	Límite líquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 INEN 691 Y 692	No cumple No cumple
CBR	19.21	CBR ≥ 80	No cumple

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 57: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 3

<b>Especificaciones para una base calicata 3</b>			
<b>Ensayos</b>		<b>Especificaciones</b>	
Granulometría	GW	MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 Anexo 10	No cumple
Límites de consistencia	LL=28.04% Ip=2.64%	Límite líquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 INEN 691 Y 692	No cumple sí cumple
CBR	18.25	CBR ≥ 80	No cumple

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 58: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 4

<b>Especificaciones para una base calicata 4</b>			
<b>Ensayos</b>		<b>Especificaciones</b>	
Granulometría	GW	MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 Anexo 10	No cumple
Límites de consistencia	LL=28.30% Ip=1%	Límite líquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 INEN 691 Y 692	No cumple si cumple
CBR	29.77	CBR ≥ 80	No cumple

Elaborado por: Tixe Edison

De los resultados obtenido de los ensayos de laboratorio en las calicatas km 8+600, km 9+600, km 10+600 y km 11+400 se puede evidenciar que la capa base de la vía Patate - Píllaro no cumple las especificaciones del MTOP.

#### 4.2.3.7 Resultados de los límites de Atterberg de la subrasante

TABLA 59: Límites de Atterberg de la subrasante

<b>Capa de Subrasante</b>				
<b>Ubicación</b>	<b>Muestra</b>	<b>Límite líquido</b>	<b>Límite Plástico</b>	<b>Índice Plástico</b>
Km 8+600	1	32,51%	30,06%	2,45%
Km 9+600	2	32,70%	30,48%	2,22%
Km 10+600	3	30,10%	25,00%	5,10%
Km 11+400	4	30,50%	28,97%	1,53%

Elaborado por: Tixe Edison

De los resultados de los límites de Atterberg en la subrasante, en base a los valores de límite líquido e índice de plasticidad y de acuerdo a la carta de plasticidad del SUCS tenemos que son suelos limosos (ML) de baja plasticidad.

#### **4.2.4 Plan de mantenimiento vial**

En base a los resultados obtenidos en el ensayo de PCI que nos da un índice de condición del pavimento de muy buena se recomienda realizar un mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

La presente propuesta constituye una herramienta de conservación vial, se plantea para ser aplicada en la vía Patate - Píllaro, y podrá ser aplicada en vías que tengan características similares.

- 1) Mantenimiento Rutinario:
  - a) Limpieza de cunetas y cunetas de coronación: Las cunetas deben permanecer limpias y sin obstrucciones con la finalidad de evitar estancamiento de agua que afecten al pavimento.
  - b) Limpieza de alcantarillas: Mantener todos los elementos de las alcantarillas como son, cauces de entrada y salida, tubería de conducción limpios y trabajando eficientemente para que el agua fluya libremente y no afecte a la estructura del pavimento.
  - c) Desmonte, poda, corte y retiro de árboles y arbustos: No se permitirán árboles que obstaculicen el tránsito o afecten a la visibilidad de los conductores.
  - d) Arborización: Siembra de árboles propios del sitio con fines ornamentales y paisajísticos y también para evitar la erosión del suelo que posteriormente puede afectar la seguridad vial.
  - e) Conservación de señales verticales: Todas las señales verticales deben permanecer siempre limpias y en buen estado.
  - f) Limpieza de la demarcación o señalización horizontal: La demarcación o señalización horizontal debe permanecer siempre limpia con el fin de dar un claro entendimiento de lo que se puede hacer en una vía.

- g) Conservación y reposición de guardavías: Las guardavías permanecerán en perfecto estado de limpieza y visibilidad. En caso de daño deben arreglarse o reponerse.
- h) Limpieza de la carpeta asfáltica: Se deberá hacer la remoción de materiales extraños del pavimento con el fin de mantener libre de objetos que afecten a la seguridad.
- 2) Mantenimiento Periódico:
- a) Bacheo asfáltico: se debe reparar con asfalto en frío, equipo liviano o manual pequeñas áreas de carpeta deterioradas, recuperando el espesor del pavimento.
- b) Lechada asfáltica (slurry seal): se debe reparar con emulsión asfáltica con el fin de resanar las fisuras transversales y longitudinales, de esta forma impedir el ingreso de agua a la estructura del pavimento y posterior deterioro.
- c) Recapeo: se colocará mezcla asfáltica en caliente o en frío, sobre la carpeta de rodadura existente con el objetivo de recuperar los espesores parciales y reforzar estructuralmente el pavimento.
- d) Reconstrucción: esto se orienta a una reconstrucción total, esto se lo realizara cuando demande un cambio significativo de la vía.

TABLA 60: Programa de conservación vial y explotación

Programas	Objetivos	Actuaciones
Mantenimiento	Asegurar el servicio en las condiciones de diseño	Operaciones de conservación ordinaria: bacheos, limpieza de cunetas y obras de fábrica.
Rehabilitación y reposición	Mantener las condiciones de elementos funcionales de la carretera.	Refuerzos de firme. Reposición, señalización y balizamiento. Obras de fábrica.
Mejoras	Mejorar las condiciones de obras de fábrica y estructurales.	Iluminación. Enlace en intersecciones. Accesos y vías de servicio. Acondicionamiento de travesías
Vialidad	Asegurar las condiciones de circulación	Actuación inmediata en incidencia. Red de comunicaciones
Gestión zona uso defensa	Control y gestión de esta zona	Áreas de servicio. Policía zona y defensa. Utilización de la zona
Seguridad vial	Mejora de las condiciones de seguridad	Incluye actuaciones de los subprogramas

Fuente: MTOP 2013 vol. 6

TABLA 61: Fallas encontradas en la vía Patate-Píllaro tramo 3 de acuerdo a PCI

Nombre	Severidad	área a intervenir	solución
1. Piel de cocodrilo (m2)	B	32,13	sello superficial. Sobre carpeta
9. Desnivel/ carril / berma (m)	B	96	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
9. Desnivel/ carril / berma (m)	M	32	
9. Desnivel/ carril / berma (m)	A	96	
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	B	14,55	Sellado de grietas
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	M	32,93	
11. Parcheo (m2)	B	39,16	No se hace nada
19. Desprendimiento de agregados (m2)	B	50,1	Sello superficial
19. Desprendimiento de agregados (m2)	M	42,08	Tratamiento superficial

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 62 Fallas encontradas en la vía Patate-Píllaro tramo 3 de acuerdo a la Viga Benkelman

Nº	ABSCISA	D0	RADIO DE CURVATURA	DATOS DEFLECTOMÉTRICOS OBTENIDOS	MEDIDAS CORRECTIVAS
3	8+000	55,81	93,32	64,21 < 278,61 ; 93,32<100	Refuerzo o reconstrucción
4	8+200	60,85	86,67	64,21 < 278,61 ; 86,67<100	Refuerzo o reconstrucción
9	9+200	66,98	87,48	64,21 < 278,61 ; 87,48<100	Refuerzo o reconstrucción
15	10+400	58,05	93,32	64,21 < 278,61 ; 93,32<100	Refuerzo o reconstrucción
19	11+200	56,6	98,59	64,21 < 278,61 ; 98,59<100	Refuerzo o reconstrucción
DEFLEXION CARACTERÍSTICA (mm*10-2)					64,21
DEFLEXIÓN ADMISIBLE mm					278,61
Deflexión característica < Deflexión admisible ----- radio de curvatura < 100					

Elaborado por: Tixe Edison

De acuerdo a la TABLA 62 se deberá mejorar la calidad del pavimento mediante la implementación de las capas de base y subbase o mejorando el espesor de la carpeta asfáltica ya que la subrasante que posee cumple con la calidad solicitada.

### 4.3 Verificación de la hipótesis

La hipótesis planteada en este proyecto es: “La implementación del proceso de conservación vial ayudará a determinar el estado vial en la evaluación superficial del pavimento flexible de la vía Patate-Píllaro en el tramo Km 7+600 al Km 11+400 de la provincia de Tungurahua.

En base a la metodología aplicada, y a los resultados obtenidos de los diferentes análisis realizados se pudo confirmar la hipótesis anteriormente planteada pues al aplicar este proceso de conservación se pudo conocer el estado real de la vía, en el tramo 3 que corresponde al km 7+600 hasta el km 11+400, pues se han realizado evaluaciones superficiales y estructurales además de la verificación del cumplimiento de la calidad de materiales que posea la estructura de la vía.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- a) Se dispuso de un levantamiento topográfico de la vía Patate - Píllaro en el tramo 3 km 7+600 al km 11+400 de la provincia de Tungurahua con la finalidad de realizar el reconocimiento de la vía, se determinó las dimensiones de la vía y se determinó con coordenadas exactas las abscisas y los puntos de ubicación de las fallas presentadas en el tramo analizado.
- b) Del análisis de tráfico tenemos un TPDA actual de 1694 veh/día, lo cual de acuerdo a la tabla 37 de la pg. 74 propuesta por el MTOP la vía estudiada se encuentra como colectora en el tipo II, no así para 20 años con un TPDA futuro de 4550 veh/día la vía pasaría a ser de tipo I convirtiéndose en una vía arterial.
- c) De la evaluación del índice de Condición del pavimento (PCI) promedio nos da un valor de 80.9 con una calificación de muy buena lo cual nos indica que el estado superficial de la vía se encuentra en óptimas condiciones para el tránsito vehicular.
- d) De los resultados obtenidos con la viga Benkelman se obtuvo que la deflexión característica es menor que la deflexión admisible los radios de curvatura predominante es mayor a 100 como lo indica en la tabla 42 de la pg. 76 de lo cual se concluye, que el tipo de deflexión predominante en el tramo es el de Tipo I de acuerdo a la tabla, resultado del cual podemos decir que el comportamiento del pavimento es bueno.
- e) En cuanto al análisis de CBR en capa base tenemos los resultados de la tabla 52 de la pg. 84, cuyos valores de CBR van desde el 18.25 al 29.77 lo cual no cumple con las especificaciones para una base que es CBR base >80, en cuanto a las muestras de la subrasante el resultado de acuerdo a la tabla 53 de la pg. 85 es, CBR que va desde 21.25 al 40.79 lo cual nos indica que la subrasante es buena.
- f) De los resultados de los límites de Atterberg en la subrasante, en base a los valores de límite líquido e índice de plasticidad y de acuerdo a la carta de plasticidad del SUCS, se concluye que son suelos limosos (ML) de baja plasticidad.

- g) Finalmente, de los resultados analizados se puede decir que la estructura del pavimento funciona pese a tener como base al empedrado, esto debido a que la subrasante cumple con los valores mínimos de CBR solicitada.

## **5.2 Recomendaciones**

- a) Socializar el proyecto con los pobladores de la zona.
- b) Implementar en la vía señalización vertical y mejorar la señalización horizontal existente, de esta forma evitaríamos los accidentes.
- c) Realizar un adecuado mantenimiento de la vía de acuerdo a la tabla 61 de la pg. 89, para garantizar la circulación del tránsito dando seguridad, funcionalidad y eficiencia,
- d) Con el fin de evitar que aparezcan grietas de borde es recomendable construir las cunetas en los tramos faltantes como se detalla en los planos.
- e) Se recomienda contar con todo el equipo de seguridad al momento de recopilar información de campo, esto con la finalidad de evitar accidentes.
- f) Antes de iniciar con la evaluación utilizando la metodología PCI se recomienda estudiar y analizar los tipos de fallas del manual PCI, para no cometer errores al momento del ensayo.
- g) Se recomienda para el ensayo con la viga Benkelman trabajar en equipo por lo menos tres personas.
- h) Se recomienda verificar que el equipo necesario para realizar los ensayos de campo, se encuentre completo y en buenas condiciones.
- i) Al realizar los ensayos de laboratorio se recomienda utilizar gorra, guantes y mascarilla con el fin de evitar problemas de salud, debido a la cantidad de polvo que se puede aspirar producto de los ensayos.

### 5.3 Bibliografía

- [1] J. González, *Evaluación de Pavimentos en la conservación de carreteras en México*, Mexico, D.F., 2016.
- [2] R. T. E. Mba, *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 del café – via la badea*, Manizales, 2005.
- [3] J. Montoya, *Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la Red Vial Nro. 5 Tramo Ancón – Huacho – Pativilca.*, Lima, 2007.
- [4] C. E. Suarez y A. M. Vera, *Estudio y Diseño de la Vía El Salado-Manantial el Guangala del Canton Santa Elena*, Santa Elena, 2015.
- [5] R. M. C. P. G. Ruiz, *Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en Mexico*, Mexico DF, 2014.
- [6] R. Robles, *Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco- Surco - Lima*, Lima, 2015.
- [7] D. R. Brazales, *Estimación del costo de construcción por kilómetro de vía, considerando las variables propias de cada Región*, Quito, 2016.
- [8] L. A. Guevara, *Modelo de mantenimiento vial que permita desarrollar planes de conservación en la capa de rodadura para vías interparroquiales de la provincia de Tungurahua*, Ambato, 2009.
- [9] R. Paredes, *La capa de rodadura y su influencia en la circulación vehicular de la Av. Tamiahurco en la zona norte del cantón Tena provincia de Napo*, Ambato, 2011.
- [10] A. Alomoto, *Levantamiento Topográfico y Catastral del Barrio San Francisco de Baños, de la Parroquia La Merced del Cantón Quito, Provincia de Pichincha*, Quito, 2013.
- [11] a. y. e. d. d. s. s. d. d. m. *Guía de georreferenciación estudio*, Secretaria Distrital de Movilidad Dirección de Control y Vigilancia, Bogotá.
- [12] P. Ayala, *Evaluación no destructiva de pavimentos mediante el georadar (espesores de estructura) con aplicación en las vías urbanas de Quito*, Quito, 2013.
- [13] P. G. E. Naranjo, *Análisis de los estudios de impacto de tráfico vigentes en la ciudad de Quito bajo el enfoque del modelo de Manheim*, Quito, 2013.
- [14] M. Guillín, *Estudio de tráfico, giros y de accesibilidad en la intersección: Av. Río Amazonas y Av. Eloy Alfaro*, Quito, 2013.
- [15] A. Villacreces, *Diseño preliminar de la vía de acceso al sector “El Carmen”*, Quito, 2011.

- [16] Norma para estudios y diseños viales, *Ministerio de Transporte y Obras Puplicas del Ecuador*, Quito, 2013.
- [17] J. S. P. Cayambe, *Evaluación de pavimentos flexibles por el método Paver y propuesta de mantenimiento vial integral de la carretera Colta-Alausi de la provincia de Chimborazo*, Riobamba, 2015.
- [18] K. Humpiri, *Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno*, Juliaca, 2015.
- [19] W. Cárdenas, *LAS CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE LA ESTRUCTURA DE LA VÍA DE INGRESO A LA COLONIA EL VERGEL, EN EL CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA DE PASTAZA, INCIDEN EN LA MOVILIDAD VEHICULAR*, Ambato, 2013.
- [20] E. g. p. l. c. d. C. y. P. MTOP, *Ministerio de Transportes y Obras Publicas*, Quito, 2003.
- [21] R. Miranda, *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*, Valdivia, 2010.
- [22] H. Rengifo, *Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)*, Lima, 2014.
- [23] O. C. L. L. P. Morales, *Efectos de la alta compactación de la capa de base en pavimentos flexibles*, Managua, 2009.
- [24] R. Osuna, *Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán, Sin., Mexico*, 2008.
- [25] C. Ruiz, *Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos*, Sangolquí, 2011.
- [26] E. Escobar, 2015, junio 8,, online: <https://es.scribd.com/document/267992828/Pavimentos-Vida-Util?fbclid=IwAR2sGv9KoWNzGB4SB2vGMQo9keEWSaJGBQFXtL-Wlxxw5tg-KMlleNmLy2A>, Pavimentos Vida Útil.
- [27] J. R. C. Rodriguez, *Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje*, Ciudad Universitaria, 2004.
- [28] D. Gonzáles, *Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito*, Santiago de Chile, 2018.
- [29] D. M. A. Becerril, *Procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: barranca larga en el estado de Oaxaca*, México, 2016.
- [30] K. P. V. Huilcapi, *Análisis comparativo de los métodos de evaluación funcional de pavimentos flexibles en las vías García Moreno y Panamericana sur del cantón Colta – Provincia de Chimborazo*, Riobamba, 2015.



- [31] L. C. Cantuarias Cepeda, J. R. Watanabe Ibañez y R. Ochoa Zeballos, *Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Camino Real de la urbanización La Rinconada del distrito de Trujillo*, Trujillo, 2017.
- [32] M. Hiliquín, *Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016*, Tacna, 2016.
- [33] I. E. L. R. Vásquez Varela, *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras, Manizales: Universidad Nacional de Colombia*, 2002.
- [34] J. Rabanal, *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca - 2014*, Cajamarca, 2014.
- [35] E. Rodríguez, *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla, Piura*, 2009.
- [36] J. Díaz, *Evaluación de la metodología pci como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles*, Bogotá DC, 2014.
- [37] J. Morales, *Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo*, Piura, 2005.
- [38] A. G. C. G. K. Escobar, *Análisis comparativo de la evaluación de pavimentos por medio de la viga benkelman y el deflectómetro de impacto (Falling Weight Deflectometer, FWD)*, Ciudad Universitaria, 2007.
- [39] E. Ávila Redrovan, F. Albarracín Llivisaca y J. Bojorque, *Evaluación de pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso caso de estudio: Vía Chicti - Sevilla de Oro*, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2104.
- [40] I. Balarezo, *Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicado a un pavimento*, Piura, 2017.
- [41] E. Carahuatay, *Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel - Pablo, tramo San Miguel-Sunuden; mediante análisis deflectométrico*, Cajamarca, 2015.
- [42] G. Carrera, «Control de la deflexión vertical con viga Benkelman - monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km 110+000 al Km 112+00 (Informe de suficiencia),» Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2010.
- [43] G. J. Carrera Huamanchumo, «Control de la deflexión vertical con viga Benkelman - monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km 110+000 al Km 112+00 (Informe de suficiencia),» Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2010.

Anexos.

Anexo 1: Resultados del conteo vehicular

TABLA 63: Conteo vehicular día lunes

PROYECTO:		ESTACIÓN N°		UBICACIÓN:				SENTIDO:		RESPONSABLE:		HOJA N°		
VIA PATATE - PILLARO		1		El Crucero				Ambos sentidos		Edison Tixe		1		
FECHA:		DÍA:		ESTADO DEL TIEMPO:										
12 de Noviembre del 2018		Lunes		Soleado										
HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL	
	AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	TRES EJES	> TRES EJES				
07H00	07H15	17	18	1	1	2	0	1	0	0	0	0	40	188
07H15	07H30	21	24	0	1	2	0	1	3	0	0	0	52	
07H30	07H45	26	18	1	0	2	0	1	0	0	0	0	48	
07H45	08H00	16	25	0	1	2	0	1	3	0	0	0	48	166
08H00	08H15	20	24	0	0	2	0	1	3	0	0	0	50	
08H15	08H30	12	20	2	0	2	0	3	1	0	0	0	40	
08H30	08H45	12	20	0	0	2	0	1	1	0	0	0	36	169
08H45	09H00	20	16	0	0	2	0	1	1	0	0	0	40	
09H00	09H15	12	19	1	1	2	0	2	1	0	0	0	38	
09H15	09H30	17	23	0	0	1	0	1	1	1	0	0	44	166
09H30	09H45	17	22	0	0	2	0	1	1	0	0	0	43	
09H45	10H00	18	21	1	0	1	0	2	1	0	0	0	44	
10H00	10H15	22	23	0	2	2	0	1	2	0	0	0	50	166
10H15	10H30	16	17	1	1	2	0	1	0	0	0	0	38	
10H30	10H45	11	22	1	1	2	0	4	2	0	0	0	43	
10H45	11H00	13	19	0	1	0	0	1	1	0	0	0	35	163
11H00	11H15	18	21	1	1	2	0	1	1	0	0	0	45	
11H15	11H30	20	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	41	
11H30	11H45	15	17	0	1	1	0	1	2	0	0	0	37	203
11H45	12H00	15	19	2	0	2	0	1	1	0	0	0	40	
12H00	12H15	15	27	0	1	2	0	1	1	0	0	0	47	
12H15	12H30	16	25	1	1	1	0	2	0	0	0	0	46	212
12H30	12H45	23	23	3	0	1	0	0	2	0	0	0	52	
12H45	13H00	21	29	1	0	3	0	1	2	1	0	0	58	
13H00	13H15	25	23	0	0	1	0	2	0	1	0	0	52	188
13H15	13H30	25	26	0	0	1	0	1	2	0	0	0	55	
13H30	13H45	18	26	0	1	3	0	1	3	0	0	0	52	
13H45	14H00	21	25	1	1	2	0	2	1	0	0	0	53	191
14H00	14H15	25	24	1	0	1	0	0	3	0	0	0	54	
14H15	14H30	21	28	0	1	2	0	2	3	0	0	0	57	
14H30	14H45	17	21	0	0	2	0	1	0	0	0	0	41	191
14H45	15H00	13	19	0	0	2	0	0	2	0	0	0	36	
15H00	15H15	20	27	0	0	2	0	1	1	0	0	0	51	
15H15	15H30	14	27	1	1	1	0	1	2	0	0	0	47	193
15H30	15H45	18	20	1	1	1	0	2	2	0	0	0	45	
15H45	16H00	19	21	1	2	1	0	1	3	0	0	0	48	
16H00	16H15	21	20	0	0	1	0	1	1	0	0	0	44	162
16H15	16H30	22	21	1	0	2	0	2	0	0	0	0	48	
16H30	16H45	20	24	1	2	1	0	2	2	0	0	0	52	
16H45	17H00	15	24	1	1	3	0	3	2	0	0	0	49	177
17H00	17H15	14	22	1	0	1	0	3	0	0	0	0	41	
17H15	17H30	15	17	0	0	1	0	0	1	0	0	0	34	
17H30	17H45	18	15	1	1	2	0	1	1	0	0	0	39	177
17H45	18H00	22	22	1	0	1	0	0	2	0	0	0	48	
18H00	18H15	21	25	0	0	1	0	1	0	0	0	0	48	
18H15	18H30	16	22	0	0	2	0	2	0	0	0	0	42	177
18H30	18H45	21	23	0	0	2	0	2	1	0	0	0	49	
18H45	19H00	16	19	0	0	1	0	0	2	0	0	0	38	
<b>TOTAL</b>												<b>38</b>	<b>2178</b>	











Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 64: Cuento vehicular día martes

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS	TRES EJES	> TRES EJES			
07H00	07H15	14	20	1	1	2	0	2	0	0	0	0	40	183
07H15	07H30	20	22	0	2	2	0	1	1	0	0	0	48	
07H30	07H45	19	21	1	0	1	0	2	2	0	0	0	46	
07H45	08H00	22	22	1	0	2	0	1	1	0	0	0	49	
08H00	08H15	18	21	2	1	2	0	2	2	0	0	0	48	
08H15	08H30	14	20	0	0	2	0	1	0	0	0	1	38	
08H30	08H45	20	23	0	1	3	0	2	2	0	0	0	51	
08H45	09H00	16	21	1	2	1	0	1	2	0	0	0	44	
09H00	09H15	17	23	0	0	2	0	1	2	0	0	0	45	
09H15	09H30	17	21	1	1	2	0	2	1	0	0	1	46	
09H30	09H45	19	18	0	1	1	0	1	0	0	0	0	40	
09H45	10H00	23	21	1	1	1	0	1	1	0	0	0	49	
10H00	10H15	19	26	1	0	3	0	1	0	0	0	0	50	
10H15	10H30	15	21	0	0	2	0	2	2	0	0	0	42	
10H30	10H45	21	22	0	0	1	0	2	1	0	0	0	47	
10H45	11H00	14	22	1	1	2	0	2	1	0	0	0	43	
11H00	11H15	15	25	2	0	1	0	2	0	0	0	0	45	
11H15	11H30	19	19	0	0	1	0	3	2	0	0	0	44	
11H30	11H45	22	18	1	1	2	0	1	2	0	0	0	47	
11H45	12H00	20	14	1	1	0	0	2	0	0	0	0	38	
12H00	12H15	17	14	2	1	3	0	1	1	0	0	1	40	
12H15	12H30	22	22	0	0	1	0	4	4	0	0	0	53	
12H30	12H45	17	16	1	1	2	0	1	3	0	0	0	41	
12H45	13H00	20	22	1	0	1	0	3	0	0	0	1	48	
13H00	13H15	22	24	1	0	0	0	1	2	0	0	0	50	
13H15	13H30	22	21	2	0	2	0	3	1	0	0	0	51	
13H30	13H45	15	22	0	1	2	0	1	0	0	0	0	41	
13H45	14H00	19	20	0	1	2	0	0	1	0	0	0	43	
14H00	14H15	20	23	1	1	0	0	1	2	0	0	0	48	
14H15	14H30	18	22	0	0	0	0	3	0	0	0	0	43	
14H30	14H45	14	21	1	0	2	0	2	1	0	0	0	41	
14H45	15H00	20	22	1	1	1	0	0	0	0	0	0	45	
15H00	15H15	16	24	1	1	2	0	2	2	0	0	0	48	
15H15	15H30	18	16	0	0	2	0	2	0	0	0	0	38	
15H30	15H45	14	14	0	1	2	0	0	1	0	0	1	33	
15H45	16H00	17	15	1	0	2	0	1	0	0	0	0	37	
16H00	16H15	17	17	0	1	2	0	2	2	0	0	0	41	
16H15	16H30	16	20	0	1	1	0	2	1	0	0	0	41	
16H30	16H45	20	17	2	2	2	0	1	1	0	0	0	45	
16H45	17H00	14	13	1	1	2	0	1	1	0	0	0	33	
17H00	17H15	20	18	1	1	1	0	2	1	0	0	0	44	
17H15	17H30	15	15	0	2	2	0	1	0	0	0	0	35	
17H30	17H45	20	19	1	0	2	0	1	1	0	0	0	44	
17H45	18H00	20	20	0	1	2	0	0	3	0	0	0	46	
18H00	18H15	22	18	1	2	1	0	0	0	0	0	0	44	
18H15	18H30	25	17	2	0	1	0	2	2	0	0	0	47	
18H30	18H45	15	15	1	1	2	0	2	0	0	0	0	36	
18H45	19H00	14	17	0	1	1	0	0	2	0	0	0	35	
<b>TOTAL</b>													<b>2091</b>	












Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 65: Conteo vehicular día miércoles

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
														
07H00	07H15	12	18	0	0	2	0	2	0	0	0	0	34	173
07H15	07H30	23	18	3	0	2	0	3	0	0	0	0	49	
07H30	07H45	19	24	0	0	2	0	0	2	0	0	0	47	
07H45	08H00	19	21	0	0	1	0	0	2	0	0	0	43	
08H00	08H15	15	19	1	0	2	0	0	2	0	0	0	39	149
08H15	08H30	10	19	1	0	2	0	1	0	0	0	0	33	
08H30	08H45	18	18	0	0	1	0	1	1	0	0	0	39	
08H45	09H00	14	20	0	1	1	0	1	1	0	0	0	38	
09H00	09H15	12	17	1	0	2	0	3	1	0	0	0	36	140
09H15	09H30	13	13	2	0	2	0	1	1	0	0	0	32	
09H30	09H45	13	18	0	0	1	0	1	0	0	0	0	33	
09H45	10H00	17	16	2	0	1	0	3	0	0	0	0	39	
10H00	10H15	12	13	0	0	2	0	1	0	0	0	0	28	122
10H15	10H30	11	17	0	0	2	0	1	2	0	0	0	33	
10H30	10H45	11	14	0	1	1	0	3	0	0	0	0	30	
10H45	11H00	13	14	1	0	1	0	0	2	0	0	0	31	
11H00	11H15	12	15	1	2	3	0	1	1	0	0	0	35	144
11H15	11H30	12	19	2	1	1	0	2	0	0	0	0	37	
11H30	11H45	18	16	0	0	2	0	0	0	0	0	0	36	
11H45	12H00	19	13	2	0	0	0	2	0	0	0	0	36	
12H00	12H15	12	14	1	0	2	0	2	0	0	0	0	31	130
12H15	12H30	14	11	0	1	2	0	2	0	0	0	0	30	
12H30	12H45	14	16	1	1	1	0	0	1	0	0	0	34	
12H45	13H00	15	17	1	0	1	0	1	0	0	0	0	35	
13H00	13H15	13	16	0	2	2	0	0	1	0	0	0	34	143
13H15	13H30	12	21	2	1	2	0	0	0	0	0	0	38	
13H30	13H45	14	18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	33	
13H45	14H00	18	17	1	0	1	0	0	1	0	0	0	38	
14H00	14H15	15	18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	36	142
14H15	14H30	15	17	1	1	4	0	1	0	0	0	0	39	
14H30	14H45	11	16	0	0	1	0	2	0	0	0	0	30	
14H45	15H00	17	15	1	2	2	0	0	0	0	0	0	37	
15H00	15H15	13	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	28	132
15H15	15H30	13	16	1	1	2	0	2	2	0	0	0	37	
15H30	15H45	12	17	0	1	2	0	2	2	0	0	0	36	
15H45	16H00	11	16	1	1	1	0	1	0	0	0	0	31	
16H00	16H15	16	14	1	0	2	0	0	1	0	0	0	34	143
16H15	16H30	19	14	0	3	1	0	1	1	0	0	0	39	
16H30	16H45	10	18	0	0	3	0	1	2	0	0	0	34	
16H45	17H00	17	13	0	1	2	0	2	1	0	0	0	36	
17H00	17H15	16	18	0	1	1	0	0	2	0	0	0	38	153
17H15	17H30	19	19	0	0	2	0	1	1	0	0	0	42	
17H30	17H45	16	15	0	0	2	0	1	0	0	0	0	34	
17H45	18H00	16	22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	39	
18H00	18H15	22	25	1	0	3	0	1	1	0	0	0	53	191
18H15	18H30	25	22	1	4	1	0	1	1	0	0	0	55	
18H30	18H45	20	23	1	0	1	0	2	0	0	0	0	47	
18H45	19H00	13	16	0	0	3	0	3	1	0	0	0	36	
<b>TOTAL</b>												<b>36</b>	<b>1762</b>	















Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 66: Conteo vehicular día jueves

HORA		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO										OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES						
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
														
07H00	07H15	22	26	2	1	2	0	2	1	0	0	0	56	228
07H15	07H30	21	26	0	0	3	0	2	1	0	0	0	53	
07H30	07H45	26	28	0	0	2	0	2	1	0	0	0	59	
07H45	08H00	28	26	0	2	2	0	2	0	0	0	0	60	
08H00	08H15	24	21	0	0	2	0	2	0	0	0	0	49	197
08H15	08H30	20	22	0	0	2	0	1	1	0	0	0	46	
08H30	08H45	21	23	0	1	1	0	1	0	0	0	0	47	
08H45	09H00	29	20	1	0	2	0	1	2	0	0	0	55	
09H00	09H15	18	19	0	2	2	0	2	1	0	0	0	44	198
09H15	09H30	24	25	0	1	1	0	2	0	0	0	0	53	
09H30	09H45	25	24	0	1	3	0	2	1	0	0	0	56	
09H45	10H00	22	18	1	0	2	0	1	1	0	0	0	45	
10H00	10H15	21	15	0	0	1	0	2	0	0	0	0	39	215
10H15	10H30	18	24	1	2	1	0	1	0	0	0	0	47	
10H30	10H45	27	26	1	0	1	0	2	2	0	0	0	59	
10H45	11H00	35	28	1	0	2	0	3	1	0	0	0	70	
11H00	11H15	23	22	0	0	2	0	1	0	0	0	0	48	208
11H15	11H30	23	22	0	0	2	0	1	2	0	0	0	50	
11H30	11H45	27	25	0	1	2	0	1	1	0	0	0	57	
11H45	12H00	22	25	0	1	3	0	2	0	0	0	0	53	
12H00	12H15	20	27	0	1	1	0	1	1	0	0	0	51	186
12H15	12H30	24	20	0	3	0	0	1	1	0	0	0	49	
12H30	12H45	18	22	0	0	2	0	0	0	0	0	0	42	
12H45	13H00	21	20	0	0	2	0	1	0	0	0	0	44	
13H00	13H15	22	24	0	0	1	0	2	1	0	0	0	50	226
13H15	13H30	25	29	1	0	1	0	2	2	1	0	0	61	
13H30	13H45	25	30	1	0	3	0	1	0	0	0	0	60	
13H45	14H00	24	27	0	1	1	0	1	1	0	0	0	55	
14H00	14H15	17	21	0	1	3	0	2	0	0	0	0	44	178
14H15	14H30	18	21	1	0	2	0	1	0	0	0	0	43	
14H30	14H45	18	23	0	0	1	0	1	2	0	0	0	45	
14H45	15H00	18	20	0	0	3	0	3	2	0	0	0	46	
15H00	15H15	19	23	0	0	2	0	0	0	0	0	0	44	189
15H15	15H30	24	20	0	0	2	0	1	0	0	0	0	47	
15H30	15H45	19	18	0	0	2	0	2	1	0	0	0	42	
15H45	16H00	33	18	0	0	3	0	2	0	0	0	0	56	
16H00	16H15	24	21	0	0	0	0	2	1	0	0	0	48	212
16H15	16H30	25	25	0	0	2	0	0	1	0	0	0	53	
16H30	16H45	23	23	1	0	2	0	1	1	0	0	0	51	
16H45	17H00	28	26	0	0	2	0	3	1	0	0	0	60	
17H00	17H15	24	32	0	0	1	0	3	0	0	0	0	60	232
17H15	17H30	24	23	1	2	3	0	2	1	0	0	0	56	
17H30	17H45	22	24	3	1	1	0	3	2	0	0	0	56	
17H45	18H00	26	28	0	0	2	0	1	2	1	0	0	60	
18H00	18H15	25	30	0	1	3	0	2	0	0	0	0	61	220
18H15	18H30	26	24	0	0	2	0	3	1	0	0	0	56	
18H30	18H45	28	27	0	0	2	0	2	1	0	0	0	60	
18H45	19H00	21	12	2	3	2	0	1	2	0	0	0	43	
<b>TOTAL</b>													<b>2489</b>	











Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 67: Conteo vehicular día viernes

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO														 HOJA N° 5	
PROYECTO: VIA PATATE - PILLARO FECHA: 16 de Noviembre del 2018		ESTACIÓN N° 1 DÍA: Viernes			UBICACIÓN: El Crucero ESTADO DEL TIEMPO: Soleado			SENTIDO: Ambos RESPONSABLE Edison Tixe							
HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL		
	AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES					
															
07H00	07H15	20	22	2	2	2	0	2	2	0	0	0	0	52	184
07H15	07H30	13	19	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	36	
07H30	07H45	22	26	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	54	
07H45	08H00	19	19	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	42	
08H00	08H15	14	25	0	0	2	0	3	2	0	0	0	0	46	164
08H15	08H30	14	21	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	37	
08H30	08H45	18	18	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	41	
08H45	09H00	18	18	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	40	
09H00	09H15	15	17	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	38	159
09H15	09H30	19	15	1	0	2	0	1	2	0	0	0	0	40	
09H30	09H45	17	18	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	41	
09H45	10H00	13	19	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	40	
10H00	10H15	14	19	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	37	153
10H15	10H30	17	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	
10H30	10H45	17	21	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	40	
10H45	11H00	15	16	0	0	2	0	2	3	0	0	0	0	38	
11H00	11H15	20	16	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	40	157
11H15	11H30	21	22	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	46	
11H30	11H45	15	18	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	35	
11H45	12H00	16	18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	36	
12H00	12H15	17	23	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	42	173
12H15	12H30	19	26	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	49	
12H30	12H45	19	18	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	41	
12H45	13H00	15	20	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	41	
13H00	13H15	26	20	2	3	2	0	1	2	0	0	0	0	56	192
13H15	13H30	16	22	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	43	
13H30	13H45	22	21	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	47	
13H45	14H00	16	22	2	1	2	0	3	0	0	0	0	0	46	
14H00	14H15	15	24	2	1	1	0	2	2	0	0	0	0	47	222
14H15	14H30	23	31	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	62	
14H30	14H45	22	19	0	2	2	0	2	6	0	0	0	0	53	
14H45	15H00	28	30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	60	
15H00	15H15	20	18	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	44	201
15H15	15H30	19	27	0	1	2	0	2	2	0	0	0	0	53	
15H30	15H45	21	29	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	56	
15H45	16H00	21	20	0	2	2	0	2	1	0	0	0	0	48	
16H00	16H15	18	22	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	48	209
16H15	16H30	21	32	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	58	
16H30	16H45	16	20	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	40	
16H45	17H00	26	35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	63	
17H00	17H15	26	20	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	50	211
17H15	17H30	20	34	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	58	
17H30	17H45	25	23	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	54	
17H45	18H00	20	23	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	49	
18H00	18H15	22	24	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	50	180
18H15	18H30	20	20	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	42	
18H30	18H45	20	20	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	44	
18H45	19H00	20	18	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	44	
<b>TOTAL</b>													<b>2205</b>		











Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 68: Conteo vehicular día sábado

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
														
07H00	07H15	11	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19	103
07H15	07H30	14	10	1	1	2	0	2	0	0	0	0	30	
07H30	07H45	10	12	1	0	2	0	0	2	0	0	0	27	
07H45	08H00	13	10	0	0	2	0	0	2	0	0	0	27	
08H00	08H15	13	13	0	1	1	0	2	0	0	0	0	30	
08H15	08H30	13	9	1	0	2	0	0	0	0	0	0	25	
08H30	08H45	8	10	0	1	2	0	1	0	0	0	0	22	
08H45	09H00	17	15	0	0	1	0	0	17	0	0	0	33	
09H00	09H15	13	11	0	1	2	0	0	2	0	0	0	29	
09H15	09H30	13	16	0	0	0	0	0	2	0	0	0	31	
09H30	09H45	14	13	0	1	2	0	0	0	0	0	0	30	
09H45	10H00	7	15	2	0	2	0	3	0	0	0	0	29	
10H00	10H15	13	19	0	0	2	0	1	0	1	0	0	36	
10H15	10H30	18	16	1	1	1	0	1	1	0	0	0	38	
10H30	10H45	16	16	1	0	2	0	2	1	0	0	0	37	
10H45	11H00	15	13	0	1	2	0	2	2	0	0	0	35	
11H00	11H15	15	13	1	1	1	0	2	0	0	0	0	33	
11H15	11H30	15	14	0	0	2	0	0	0	0	0	0	31	
11H30	11H45	12	15	0	0	2	0	0	2	0	0	0	31	
11H45	12H00	17	15	0	0	2	0	2	0	0	0	0	36	
12H00	12H15	10	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	23	
12H15	12H30	9	12	1	2	2	0	2	1	0	0	0	29	
12H30	12H45	16	12	1	1	2	0	1	0	0	0	1	34	
12H45	13H00	12	12	1	0	2	0	0	1	1	0	0	29	
13H00	13H15	14	13	0	1	1	0	0	0	0	0	0	29	
13H15	13H30	10	13	0	1	3	0	0	2	0	0	0	29	
13H30	13H45	15	15	1	0	2	0	1	0	0	0	0	34	
13H45	14H00	17	11	0	1	1	0	1	1	0	0	0	32	
14H00	14H15	12	10	0	1	1	0	0	2	0	0	0	26	
14H15	14H30	13	18	1	0	1	0	1	0	0	0	0	34	
14H30	14H45	15	15	0	1	2	0	0	3	0	0	0	36	
14H45	15H00	16	12	2	0	2	0	0	0	0	0	0	32	
15H00	15H15	16	17	0	1	3	0	1	0	0	0	0	38	
15H15	15H30	11	15	2	2	1	0	1	1	0	0	0	33	
15H30	15H45	8	13	0	1	1	0	3	1	0	0	0	27	
15H45	16H00	11	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	23	
16H00	16H15	8	11	1	1	1	0	1	0	0	0	0	23	
16H15	16H30	13	12	0	1	2	0	0	1	0	0	0	29	
16H30	16H45	8	10	3	0	2	0	3	0	0	0	0	26	
16H45	17H00	15	15	0	3	2	0	0	0	0	0	0	35	
17H00	17H15	17	14	0	0	3	0	1	0	0	0	0	35	
17H15	17H30	12	13	0	1	1	0	0	1	0	0	0	28	
17H30	17H45	12	8	1	0	1	0	2	0	0	0	0	24	
17H45	18H00	10	8	0	0	2	0	0	2	0	0	0	22	
18H00	18H15	13	9	1	1	2	0	1	0	0	0	0	27	
18H15	18H30	14	12	0	1	1	0	0	0	0	0	0	28	
18H30	18H45	12	14	2	0	3	0	0	0	0	0	0	31	
18H45	19H00	11	8	0	0	2	0	2	0	0	0	0	23	
<b>TOTAL</b>													<b>1428</b>	

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 69: Conteo vehicular día domingo



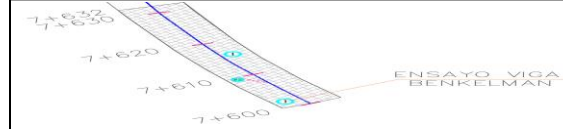
HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMOVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
														
07H00	07H15	26	25	1	2	2	0	2	0	0	0	0	58	227
07H15	07H30	19	26	1	1	2	0	0	0	0	0	0	49	
07H30	07H45	28	30	1	1	2	0	0	0	0	0	0	62	
07H45	08H00	24	30	0	1	2	0	1	0	0	0	0	58	212
08H00	08H15	19	26	1	1	2	0	3	0	0	0	0	52	
08H15	08H30	20	30	0	0	2	0	2	0	0	0	0	54	
08H30	08H45	17	29	0	2	4	0	1	0	0	0	0	53	222
08H45	09H00	21	26	1	0	2	0	3	0	0	0	0	53	
09H00	09H15	20	27	0	1	2	0	2	0	0	0	0	52	
09H15	09H30	15	27	0	0	3	0	0	0	0	0	0	45	227
09H30	09H45	18	32	2	1	2	0	2	2	0	0	0	59	
09H45	10H00	34	27	1	1	3	0	0	0	0	0	0	66	
10H00	10H15	26	28	1	1	2	0	2	0	0	0	0	60	242
10H15	10H30	26	26	0	0	2	0	2	0	0	0	0	56	
10H30	10H45	26	25	0	2	2	0	0	0	0	0	0	55	
10H45	11H00	25	26	1	1	2	0	1	0	0	0	0	56	253
11H00	11H15	28	28	1	0	2	0	0	0	0	0	0	59	
11H15	11H30	25	26	1	1	1	0	0	1	0	0	0	55	
11H30	11H45	33	35	1	0	2	0	3	1	0	0	0	75	230
11H45	12H00	25	24	0	0	3	0	1	0	0	0	0	53	
12H00	12H15	30	26	0	0	2	0	0	0	0	0	0	58	
12H15	12H30	24	32	2	0	3	0	2	0	0	0	0	63	232
12H30	12H45	27	29	0	1	2	0	1	0	0	0	0	60	
12H45	13H00	34	30	4	0	3	0	1	0	0	0	0	72	
13H00	13H15	24	20	2	1	2	0	3	1	0	0	0	53	236
13H15	13H30	22	27	3	0	2	0	0	0	0	0	0	54	
13H30	13H45	26	25	3	0	3	0	1	0	0	0	0	58	
13H45	14H00	36	24	1	0	2	0	2	0	0	0	0	65	235
14H00	14H15	20	30	0	1	3	0	2	0	0	0	0	56	
14H15	14H30	28	25	2	0	2	0	2	0	0	0	0	59	
14H30	14H45	26	26	0	0	3	0	1	0	0	0	0	56	233
14H45	15H00	33	25	1	0	2	0	0	0	0	0	0	61	
15H00	15H15	27	27	0	0	1	0	1	2	0	0	0	58	
15H15	15H30	28	27	0	0	2	0	0	1	0	0	0	58	235
15H30	15H45	30	27	1	2	2	0	2	0	0	0	0	64	
15H45	16H00	25	28	1	0	2	0	0	0	0	0	0	56	
16H00	16H15	27	31	1	0	2	0	1	1	0	0	0	63	233
16H15	16H30	27	31	1	0	2	0	1	0	0	0	0	62	
16H30	16H45	28	26	0	1	2	0	1	0	0	0	0	58	
16H45	17H00	24	25	1	0	2	0	0	0	0	0	0	52	218
17H00	17H15	28	27	0	0	2	0	0	0	0	0	0	57	
17H15	17H30	26	26	1	0	3	0	2	0	0	0	0	58	
17H30	17H45	29	27	1	1	3	0	0	0	0	0	0	61	218
17H45	18H00	27	27	1	0	2	0	0	0	0	0	0	57	
18H00	18H15	29	26	0	0	1	0	2	0	0	0	0	58	
18H15	18H30	26	29	2	0	1	0	0	0	0	0	0	58	218
18H30	18H45	25	22	0	0	2	0	1	0	0	0	0	50	
18H45	19H00	28	19	1	0	1	0	3	0	0	0	0	52	
<b>TOTAL</b>												<b>52</b>	<b>2767</b>	

Elaborado por: Tixe Edison





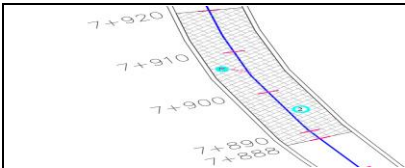
## Anexo 2: Resultados del ensayo PCI.

TABLA 70: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 1

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja							
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>								
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO	ESQUEMA:						
TRAMO:	3							
SECCIÓN DEL TRAMO:	1							
UNIDAD DE MUESTRA:	1							
ÁREA DE LA MUESTRA:	199,19							
	ABSCISA INICIAL:	7+600						
	ABSCISA FINAL:	7+632						
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>								
1. Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )	6. Depresión (m <sup>2</sup> )	11. Parcheo (m <sup>2</sup> )	16. Desplazamiento (m <sup>2</sup> )					
2. Exudación (m <sup>2</sup> )	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m <sup>2</sup> )	17. Grietas parabólicas (m <sup>2</sup> )					
3. Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m <sup>2</sup> )					
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril/ berma (m)	14. Cruce de vía ferrea (m <sup>2</sup> )	19. Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )					
5. corrugación (m <sup>2</sup> )	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m <sup>2</sup> )						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
11 B		36,8	36,8	18,47	22			
10 B		0,7	1,25	0,63	0,3			
			0					
			0					
Valor total de Deducción (VDT)					22,3			
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$								
$PCI = 100 - MVDC$			NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual. HDVi= 64 mi= 4,31					
N°	SEVERIDAD	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	22	0,3			22,3	2	16	
2	22	2			24	1	24	
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)							24	
<b>PCI= 76 BUENO</b>								



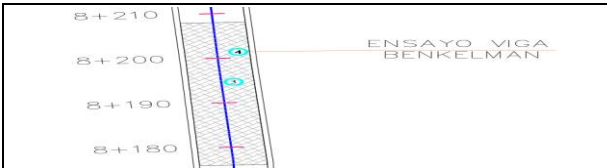
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 71: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 2

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja								
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>									
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO	ESQUEMA:							
TRAMO:	3								
SECCIÓN DEL TRAMO:	1								
UNIDAD DE MUESTRA:	2								
ÁREA DE LA MUESTRA:	269,28								
FECHA:	nov-18								
ABSCISA INICIAL:	7+888								
ABSCISA FINAL:	7+920								
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>									
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)						
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grietas parabólicas (m2)						
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril / berma (m)	14. Cruce de vía ferrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)						
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m2)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
9	B	64				64	23,8	9	
19	M	2,8	0,48			3,28	1,2	9	
						0			
						0			
Valor total de Deducción (VDT)								18	
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$		HDVi= HDVi= mi=		NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual. 9 9,36					
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC
1	9	9					18	2	12,5
2	9	2					11	1	11
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)								12,5	
<b>PCI= 87,5 EXCELENTE</b>									



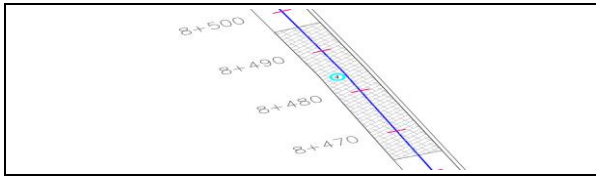
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 72: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 3

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja							
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>								
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO	ESQUEMA:						
TRAMO:	3							
SECCIÓN DEL TRAMO:	1							
UNIDAD DE MUESTRA:	3							
ÁREA DE LA MUESTRA:	177,49							
	ABSCISA INICIAL: 8+176							
	ABSCISA FINAL: 8+208							
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>								
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)					
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grietas parabólicas (m2)					
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)					
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril / berma (m)	14. Cruce de vía ferrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)					
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m2)						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
9	A	32	32			64	36,06	35
19	M	2,25				2,25	1,27	9
Valor total de Deducción (VDT)								44
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$		HDVi= HDVi= mi=		NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual. 44 6,14				
N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	mi	VDC
1	35	9				44	2	32
2	35	2				37	1	36,5
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)								36,5
<b>PCI= 63,5 BUENO</b>								



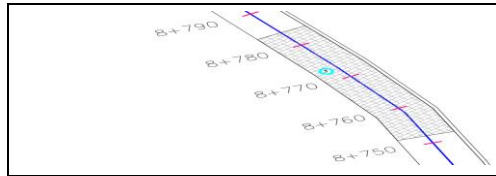
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 73: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 4

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja</p> 											
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>											
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO						ESQUEMA:				
TRAMO:	3										
SECCIÓN DEL TRAMO:	1										
UNIDAD DE MUESTRA:	4										
ÁREA DE LA MUESTRA:	172,77										
	ABSCISA INICIAL: 8+464							ABSCISA FINAL: 8+496			
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>											
1. Piel de cocodrilo (m2)			6. Depresión (m2)			11. Parcheo (m2)			16. Desplazamiento (m2)		
2. Exudación (m2)			7. Fisura de borde (m)			12. Pulimento de agregados (m2)			17. Grietas parabólicas (m2)		
3. Fisuras en bloque (m2)			8. Fisura de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m2)		
4. Abultamientos y hundimientos (m)			9. Desnivel/ carril / berma (m)			14. Cruce de vía ferrea (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)		
5. corrugación (m2)			10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			15. Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
9	M	32					32	18,52	12		
19	M	5					5	2,89	10		
									Valor total de Deducción (VDT)		
									22		
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$											
NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) HDVi= valor deducido individual. HDVi= 12 mi= 9,1											
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC		
1	12	10					22	2	16		
2	12	2					14	1	14		
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)									16		
<b>PCI= 84 MUY BUENO</b>											



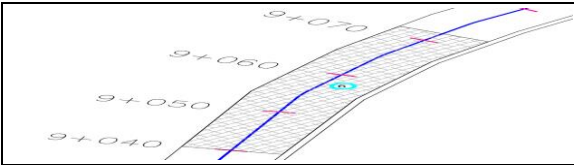
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 74: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 5

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja							
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>								
NOMBRE DE LA VÍA:	<input type="text" value="PATATE - PILLARO"/>	ESQUEMA:						
TRAMO:	<input type="text" value="3"/>							
SECCIÓN DEL TRAMO:	<input type="text" value="1"/>							
UNIDAD DE MUESTRA:	<input type="text" value="5"/>							
ÁREA DE LA MUESTRA:	<input type="text" value="213,78"/>							
		ABCISA INICIAL: <input type="text" value="8+752"/>						
		ABCISA FINAL: <input type="text" value="8+784"/>						
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>								
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)					
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grietas parabólicas (m2)					
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)					
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril / berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)					
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m2)						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
9	B	32	32	14,97	10			
19	B	16	16	7,48	16			
<b>Valor total de Dedución (VDT)</b>					<b>26</b>			
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$								
NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) HDVi= valor deducido individual. HDVi= 16 mi= 8,71								
N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	mi	VDC
1	16	10			26	2	19	
2	16	2			18	1	18	
<b>Máximo valor de Dedución Corregido (MVDC)</b>							<b>19</b>	
<b>PCI= 81 MUY BUENO</b>								



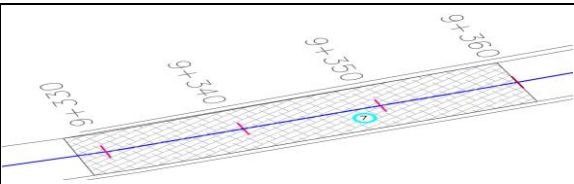
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 75: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 6

 <p style="margin: 0;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p> <p style="margin: 0;">Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja</p> 											
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>											
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO						ESQUEMA:				
TRAMO:	3										
SECCIÓN DEL TRAMO:	1										
UNIDAD DE MUESTRA:	6										
ÁREA DE LA MUESTRA:	213,05										
				ABSCISA INICIAL:	9+040						
				ABSCISA FINAL:	9+072						
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>											
1. Piel de cocodrilo (m2)			6. Depresión (m2)			11. Parcheo (m2)			16. Desplazamiento (m2)		
2. Exudación (m2)			7. Fisura de borde (m)			12. Pulimento de agregados (m2)			17. Grietas parabólicas (m2)		
3. Fisuras en bloque (m2)			8. Fisura de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m2)		
4. Abultamientos y hundimientos (m)			9. Desnivel/ carril / berma (m)			14. Cruce de vía ferrea (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)		
5. Corrugación (m2)			10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			15. Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
9	A	32					32	15,02	19		
19	M	2,5					2,5	1,17	9		
10	M	1	0,7	0,85	0,45		3	1,41	3		
								Valor total de Deducción (VDT)		31	
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$						NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) HDVi= valor deducido individual. HDVi= 19 mi= 8,44					
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC		
1	19	9	3				31	3	18		
2	19	9	2				30	2	22		
3	19	2					21	1	20		
								Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)		22	
<b>PCI= 78</b>						<b>MUY BUENO</b>					



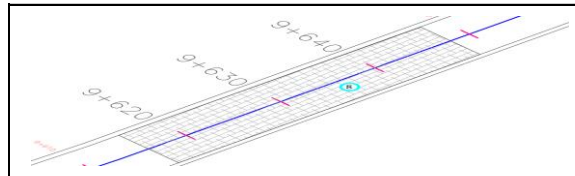
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 76: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 7

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja</p> 											
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>											
NOMBRE DE LA VÍA:		PATATE - PILLARO					ESQUEMA:				
TRAMO:		3									
SECCIÓN DEL TRAMO:		1									
UNIDAD DE MUESTRA:		7					ABCISIA INICIAL: 9+328				
ÁREA DE LA MUESTRA:		214,83					ABCISIA FINAL: 9+360				
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>											
1. Piel de cocodrilo (m2)			6. Depresión (m2)			11. Parcheo (m2)			16. Desplazamiento (m2)		
2. Exudación (m2)			7. Fisura de borde (m)			12. Pulimento de agregados (m2)			17. Grietas parabólicas (m2)		
3. Fisuras en bloque (m2)			8. Fisura de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m2)		
4. Abultamientos y hundimientos (m)			9. Desnivel/ camil/ berna (m)			14. Cruce de vía ferrea (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)		
5. corrugación (m2)			10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			15. Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
19	M	17,5					17,5	8,15	18		
10	B	0,75	0,9	0,5	0,6	1,2	3,95	1,84	4		
Valor total de Deducción (VDT)									22		
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$		HDVi= HDVi= mi=		NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual. 18 8,5							
Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC		
1	18	4				22	2	16			
2	18	2				20	1	20			
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)									20		
<b>PCI=</b>		<b>80</b>		<b>MUY BUENO</b>							

Elaborado por: Tixe Edison



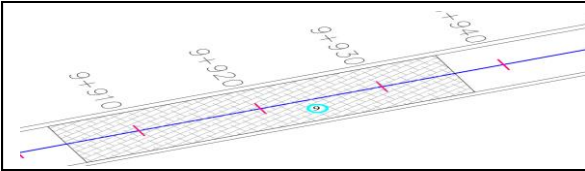
TABLA 77: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 8

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja								
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>									
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO								
TRAMO:	3	ESQUEMA:							
SECCIÓN DEL TRAMO:	1								
UNIDAD DE MUESTRA:	8								
ÁREA DE LA MUESTRA:	229,06								
ABSCISA INICIAL:	9+616	ABSCISA FINAL:							
	9+648								
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>									
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)						
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grietas parabólicas (m2)						
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril/ berma (m)	14. Cruce de vía ferrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)						
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m2)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
19	B	32				32	13,97	6	
10	M	2	1,3	1,5	0,6	0,35	5,75	2,51	8
Valor total de Deducción (VDT)								14	
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$			HDVi= HDVi= mi=		NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual. 8 9,45				
N°	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC		
1	8	6			14	2	10		
2	8	2			10	1	10		
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)							10		
<b>PCI= 90 EXCELENTE</b>									

Elaborado por: Tixe Edison



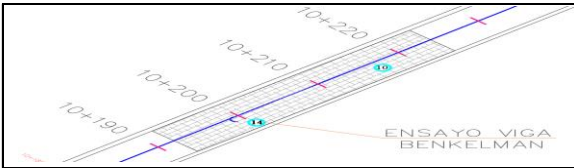


TABLA 78: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 9

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja								
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>									
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO	ESQUEMA:							
TRAMO:	3								
SECCIÓN DEL TRAMO:									
UNIDAD DE MUESTRA:	9								
ÁREA DE LA MUESTRA:	232,96								
	ABCISA INICIAL:	9+904							
	ABCISA FINAL:	9+936							
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>									
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)						
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grietas parabólicas (m2)						
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril / berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)						
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m2)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
19	M	4	1,5	0,25		5,745	2,47	10	
1	B	0,3	0,55			0,85	0,36	5	
Valor total de Deducción (VDT)								15	
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$				NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual. HDVi= 10 HDVi= 10 mi= 9,27					
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC
1	10	5				15	2	10	
2	10	2				12	1	12	
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)								12	
<b>PCI=</b>			<b>88</b>	<b>EXCELENTE</b>					



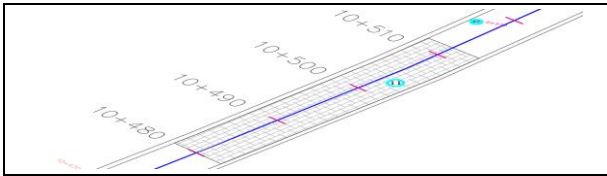
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 79: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 10

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja</p> 														
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>														
NOMBRE DE LA VÍA:		PATATE - PILLARO						ESQUEMA:						
TRAMO:		3												
SECCIÓN DEL TRAMO:														
UNIDAD DE MUESTRA:		10						ABCISA INICIAL:					10+192	
ÁREA DE LA MUESTRA:		194,95						ABCISA FINAL:					10+224	
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>														
1. Piel de cocodrilo (m2)			6. Depresión (m2)			11. Parcheo (m2)			16. Desplazamiento (m2)					
2. Exudación (m2)			7. Fisura de borde (m)			12. Pulimento de agregados (m2)			17. Grietas parabólicas (m2)					
3. Fisuras en bloque (m2)			8. Fisura de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m2)					
4. Abultamientos y hundimientos (m)			9. Desnivel/ carril/ berma (m)			14. Cruce de vía férrea (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)					
5. Corugación (m2)			10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			15. Ahuellamiento (m2)								
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
11	B	1,4	0,96					2,36	1,21	3				
19	B	1,65	0,45					2,1	1,08	9				
10	M	1,3	0,8	0,75	0,9	2		5,75	2,95	8				
Valor total de Deducción (VDT)										20				
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$														
						NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual. HDVi= 9 mi= 9,36								
Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC					
1	9	8	3				20	3	9					
2	9	8	2				19	2	13					
	9	2					11	1	11					
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)										13				
<b>PCI= 87 EXCELENTE</b>														



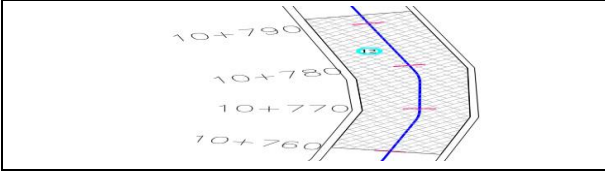
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 80: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 11

 <div style="display: inline-block; text-align: center;">                 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO                  FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA                  CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL                  Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)                  Evaluado por: Edison Tixe Granja             </div> 											
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>											
NOMBRE DE LA VÍA:		PATATE - PILLARO						ESQUEMA:			
TRAMO:		3									
SECCIÓN DEL TRAMO:		1									
UNIDAD DE MUESTRA:		11									
ÁREA DE LA MUESTRA:		197,37									
		ABCISA INICIAL:		10+480		ABCISA FINAL:		10+512			
TIPOS DE DAÑOS											
1. Piel de cocodrilo (m2)			6. Depresión (m2)			11. Parcheo (m2)			16. Desplazamiento (m2)		
2. Exudación (m2)			7. Fisura de borde (m)			12. Pulimento de agregados (m2)			17. Grietas parabólicas (m2)		
3. Fisuras en bloque (m2)			8. Fisura de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m2)		
4. Abultamientos y hundimientos (m)			9. Desnivel/ carril / berma (m)			14. Cruce de vía ferrea (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)		
5. corrugación (m2)			10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			15. Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	B	1,5	0,85					2,35	1,19	11	
10	M	0,5	0,7	1,2	1,4	0,95		4,75	2,41	8	
Valor total de Deducción (VDT)										19	
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$											
NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual. HDVi= 11 HDVi= 11 mi= 9,17											
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC		
1	11	8					19	2	14		
2	11	2					13	1	12		
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)										14	
<b>PCI= 86 EXCELENTE</b>											



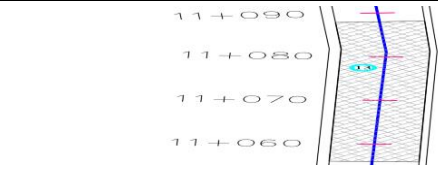
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 81: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 12

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja										
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>											
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO	ESQUEMA:									
TRAMO:	3										
SECCIÓN DEL TRAMO:	1										
UNIDAD DE MUESTRA:	12										
ÁREA DE LA MUESTRA:	230,06										
	ABCISA INICIAL: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10+760</span>										
	ABCISA FINAL: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10+792</span>										
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>											
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)								
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grietas parabólicas (m2)								
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)								
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril/ berma (m)	14. Cruce de vía ferrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)								
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m2)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
19	M	2,1	0,63	0,68	2,4			5,805	2,52	11	
10	B	0,75	1,1	0,9	1,3	1,5	0,8	3	9,35	4,06	10
Valor total de Deducción (VDT)										21	
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$											
				HDVi=		NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi) Mayor valor deducido individual.					
				HDVi=		11					
				mi=		9,17					
Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	mi	VDC		
1	11	10					21	2	15		
2	11	2					13	1	12		
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)										15	
<b>PCI= 85 MUY BUENO</b>											



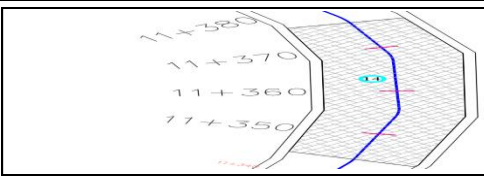
Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 82: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 13

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja									
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>										
NOMBRE DE LA VÍA:	PATA TE - PILLARO	ESQUEMA:								
TRAMO:	3									
SECCIÓN DEL TRAMO:	1									
UNIDAD DE MUESTRA:	13									
ÁREA DE LA MUESTRA:	177,83									
	ABCISA INICIAL:	11+056								
	ABCISA FINAL:	11+088								
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>										
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)							
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grietas parabólicas (m2)							
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)							
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril / berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)							
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	15. Ahuellamiento (m2)								
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
1	B	1,5	0,6	1,0		3,135	1,76	17		
10	M	1,1	0,85	0,88	0,5	1,9	2,94	8		
Valor total de Deducción (VDT)								25		
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ $PCI = 100 - MVDC$										
			HDVi=	NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)						
			HDVi=	Mayor valor deducido individual.						
			mi=	17						
			mi=	8,62						
N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	mi	VDC
1	17	8					25	2	18	
2	17	2					19	1	19	
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)									19	
<b>PCI=</b>			<b>81</b>	<b>MUY BUENO</b>						

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 83: Ensayo PCI Tramo 3 – Unidad de muestra 14

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Evaluado por: Edison Tixe Granja</p> 											
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>											
NOMBRE DE LA VÍA:	PATATE - PILLARO							ESQUEMA:			
TRAMO:	3										
SECCIÓN DEL TRAMO:	1										
UNIDAD DE MUESTRA:	14										
ÁREA DE LA MUESTRA:	269,12										
				ABCISA INICIAL:	11+344						
				ABCISA FINAL:	11+376						
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>											
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)			11. Parcheo (m2)			16. Desplazamiento (m2)				
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)			12. Pulimento de agregados (m2)			17. Grietas parabólicas (m2)				
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m2)				
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/ carril / berma (m)			14. Cruce de vía ferrea (m2)			19. Desprendimiento de agregados (m2)				
5. corrugación (m2)	10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			15. Ahuellamiento (m2)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	0,8	1,3	1,15	0,55	0,95	1,5	2,2	8,45	3,14	9
1	B	8	7,8	10					25,8	9,59	32
Valor total de Deducción (VDT)											41
$mi = 1,00 + \frac{9}{98} * (100,00 - HDVi)$ <p style="text-align: center;">                 HDVi= Mayor valor deducido individual.                  HDVi= 32                  mi= 7,24                  PCI= 100 – MVDC             </p>											
N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	mi	VDC	
1	32	9					41	2	30		
2	32	2					34	1	34		
Máximo valor de Deducción Corregido (MVDC)										34	
<b>PCI= 66 BUENO</b>											

Elaborado por: Tixe Edison

### Anexo 3: Granulometría para las capas de la estructura del pavimento

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	A	B	C	D	E
2" (50.8 mm)	100				
1 1/2" (38.10 mm)	80 - 100				
1" (25.4 mm.)	60 - 80	100	100	100	100
3/8" (9.5 mm.)	--	50 - 85	60 - 100	--	--
Nº 4 (4.75 mm.)	45 - 65	35 - 70	45 - 85	--	--
Nº 10 (2.00 mm.)	--	25 - 50	30 - 65	40 - 100	55 - 100
Nº 40 (0.425 mm.)	--	12 - 30	15 - 40	20 - 50	30 - 70
Nº 200 (0.075 mm.)	5 - 15	4 - 12	5 - 15	6 - 20	8 - 25

Gráfico 19: Granulometría para las superficies de rodadura  
Fuente: MTOP 2002, Sección 401-1.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Gráfico 20: Granulometría para las Sub-Bases  
MTOP 2002, Sección 403-1.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

Gráfico 21: Granulometría para las Bases: clase 1  
MTOPI 2002, Sección 404-1.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

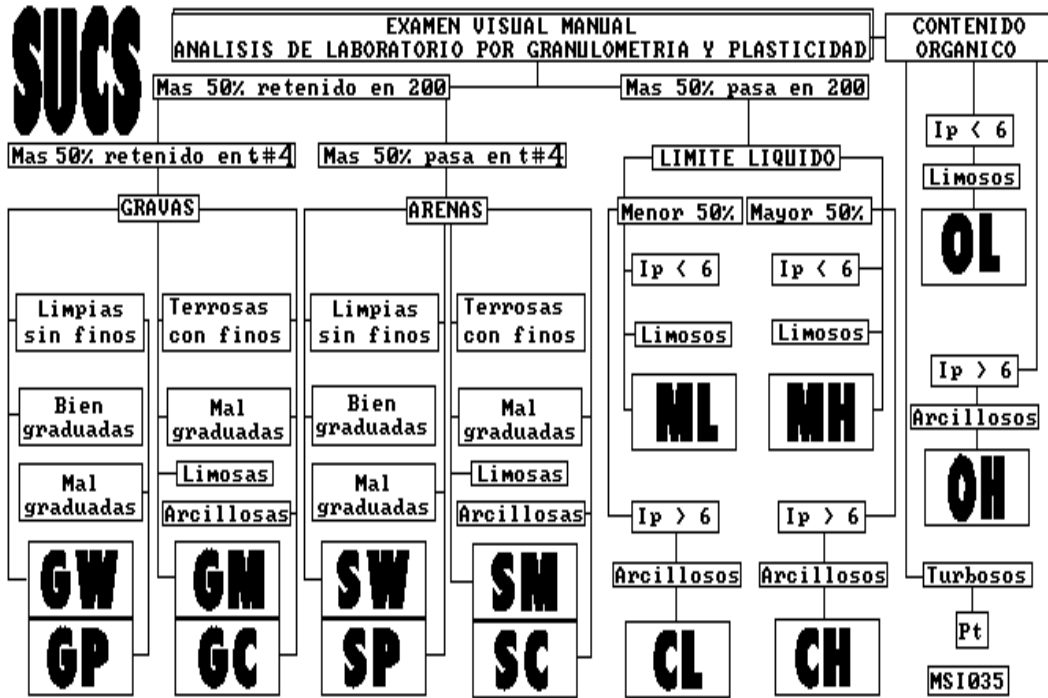
Gráfico 22: Granulometría para las Bases: clase 2  
MTOPI 2002, Sección 404-1.2

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4"(19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

Gráfico 23: Granulometría para las Bases: clase 3  
MTOPI 2002, Sección 404-1.3

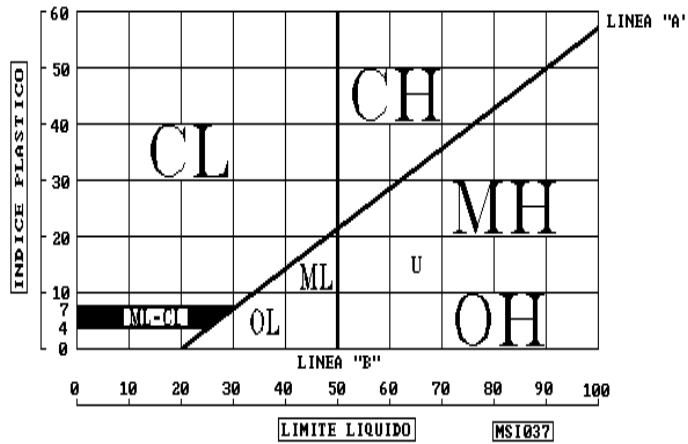


Anexo 4: Tablas para la clasificación de los suelos según el SUCS





**CARTA DE PLASTICIDAD DEL SUCS**

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS



## Anexo 5: Granulometría de la capa base.

TABLA 84: Granulometría capa base km 8+600

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja		NORMA: ASSTM D – 421-58 - AASHTO T – 87 – 70				
Abscisa: km 7+600		Capa: Base				
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400						
TAMIZ	P. RETENIDO	P. RETEN. ACU. gr	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)	
2"	0	0	0,00	100,00	50,8	
1½"	0	0	0,00	100,00	38,1	
1"	506	506	7,23	92,77	25,4	
¾"	456	962	13,74	86,26	19,1	
½"	345	1307	18,67	81,33	12,7	
3/8"	407	1714	24,49	75,51	9,52	
#4	761	2475	35,36	64,64	4,76	
FUENTE	4525	4525	64,64			
TOTAL	7000					
#10	358	358	11,83	52,82	2	
#40	679	1037	34,25	30,39	0,42	
#100	391	1428	47,17	17,47	0,149	
#200	250	1678	55,43	9,22	0,074	
FONDO	279	279	9,22			
TOTAL	1957					
PARAMETROS DE LA GRANULOMETRIA						
Peso del cuarteo					1957	
Tamaño nominal máximo TNM					25	
Diámetro efectivo D10					0,08	
Diámetro equiparable D30					0,4	
Diámetro dimensional D60					3,5	
Coefficiente de uniformidad Cu					43,75	Bien graduado
Coefficiente de curvatura Cc					0,57	Mal graduado

Elaborado por: Tixe Edison

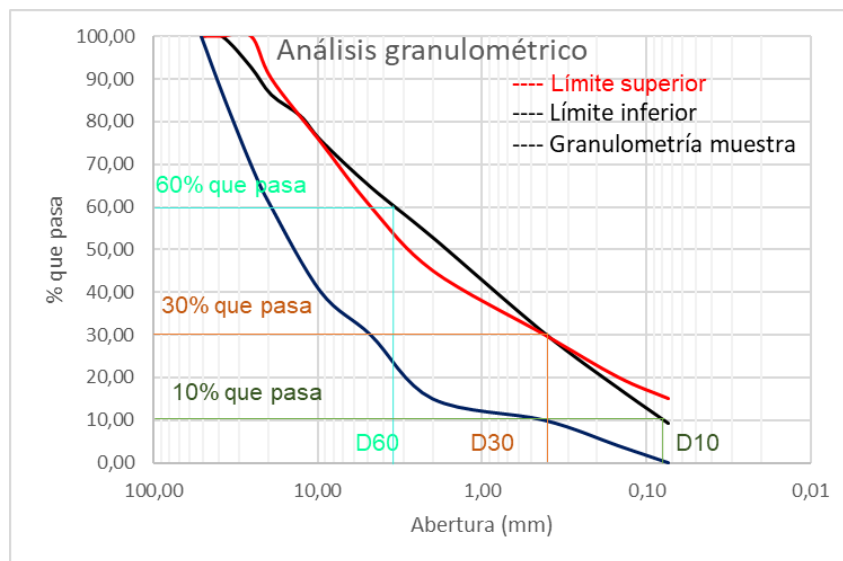



TABLA 85: Granulometría capa base km 9+600

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Análisis Granulométrico					
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM D – 421-58 - AASHTO T – 87 – 70		
Abscisa: km 9+600			Capa: Base		
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400					
TAMIZ	P. RETENIDO	P. RETEN. ACU. gr	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	244	244	3,49	96,51	50,8
1½"	492	736	10,51	89,49	38,1
1"	883	1619	23,13	76,87	25,4
¾"	503	2122	30,31	69,69	19,1
½"	291	2413	34,47	65,53	12,7
3/8"	265	2678	38,26	61,74	9,52
#4	383	3061	43,73	56,27	4,76
FUENTE	3939	3939	56,27		
TOTAL	7000				
#10	216,9	216,9	6,88	49,39	2
#40	633,29	850,19	26,97	29,30	0,42
#100	501,9	1352,09	42,89	13,38	0,149
#200	288,1	1640,19	52,03	4,24	0,074
FONDO	133,81	133,81	4,24		
TOTAL	1774				
PARAMETROS DE LA GRANULOMETRIA					
Peso del cuarteo				1774	
Tamaño nominal máximo TNM				50	
Diámetro efectivo D10				0,12	
Diámetro equiparable D30				0,45	
Diámetro dimensional D60				8	
Coeficiente de uniformidad Cu				66,67	Bien graduado
Coeficiente de curvatura Cc				0,21	Mal graduado

Elaborado por: Tixe Edison

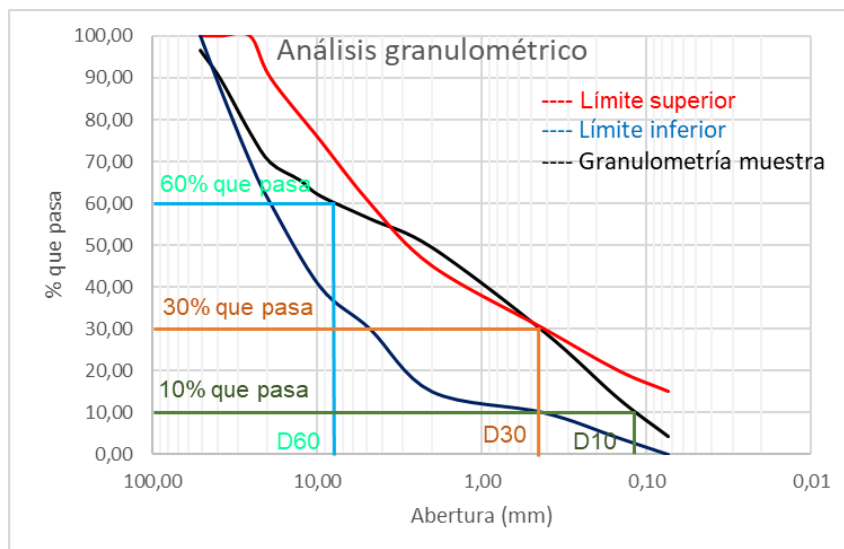


TABLA 86: Granulometría capa base km 10+600

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Análisis Granulométrico					
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM D – 421-58 - AASHTO T – 87 – 70		
Abscisa: km 10+600			Capa: Base		
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400					
TAMIZ	P. RETENIDO	P. RETEN. ACU. gr	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0	0	0,00	100,00	50,8
1½"	211	211	3,01	96,99	38,1
1"	943	1154	16,49	83,51	25,4
¾"	587	1741	24,87	75,13	19,1
½"	437	2178	31,11	68,89	12,7
3/8"	621	2799	39,99	60,01	9,52
#4	998	3797	54,24	45,76	4,76
FUENTE	3203	3203	45,76		
TOTAL	7000				
#10	480,8	480,8	16,01	29,75	2
#40	478,1	958,9	31,93	13,82	0,42
#100	169,1	1128	37,56	8,19	0,149
#200	82,5	1210,5	40,31	5,44	0,074
FONDO	163,5	163,5	5,44		
TOTAL	1374				
PARAMETROS DE LA GRANULOMETRIA					
Peso del cuarteo				1374	
Tamaño nominal máximo TNM				30	
Diámetro efectivo D10				0,24	
Diámetro equiparable D30				2	
Diámetro dimensional D60				9,2	
Coeficiente de uniformidad Cu				38,33	Bien graduado
Coeficiente de curvatura Cc				1,81	Bien graduado

Elaborado por: Tixe Edison

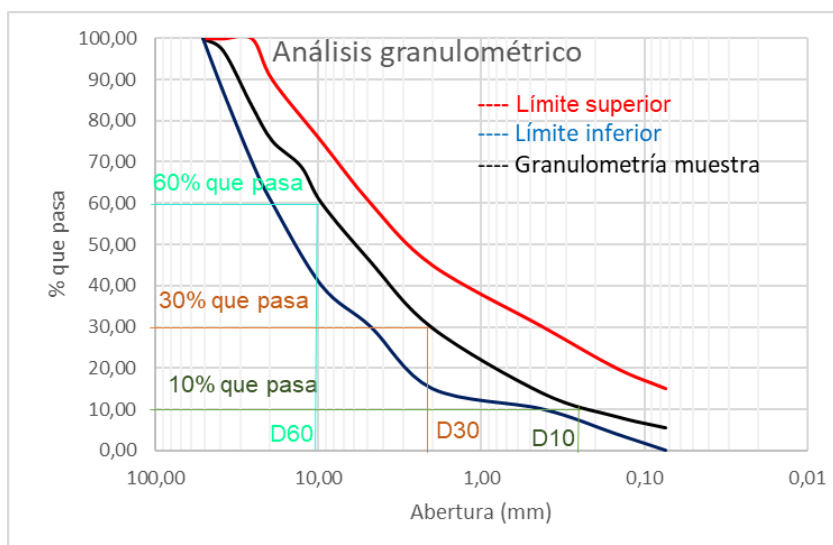
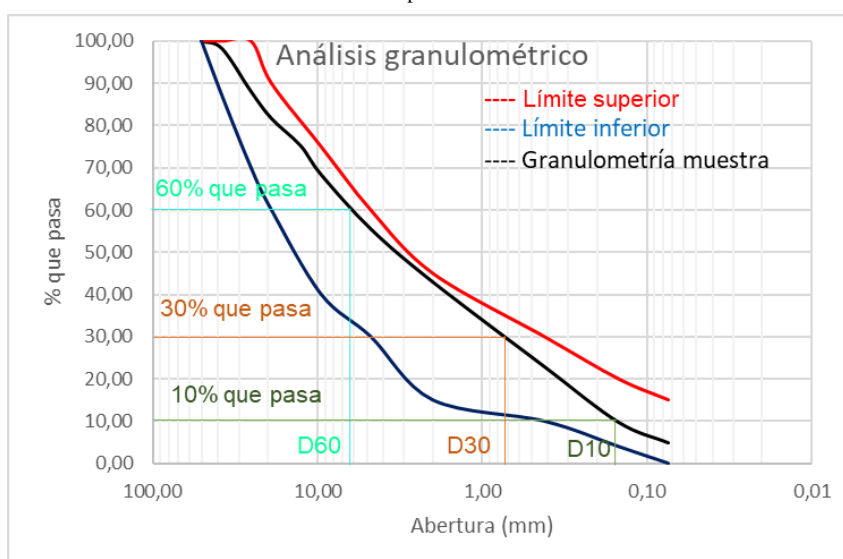


TABLA 87: Granulometría capa base km 11+400



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Análisis Granulométrico					
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja		NORMA: ASSTM D – 421-58 - AASHTO T – 87 – 70			
Abscisa: km 11+400		Capa: Base			
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400					
TAMIZ	P. RETENIDO	P. RETEN. ACU. gr	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0	0	0,00	100,00	50,8
1½"	126	126	1,80	98,20	38,1
1"	710	836	11,94	88,06	25,4
¾"	448	1284	18,34	81,66	19,1
½"	452	1736	24,80	75,20	12,7
3/8"	480	2216	31,66	68,34	9,52
#4	900	3116	44,51	55,49	4,76
FUENTE	3884	3884	55,49		
TOTAL	7000				
#10	419	419	12,57	42,92	2
#40	669	1088	32,63	22,85	0,42
#100	439	1527	45,80	9,69	0,149
#200	164	1691	50,72	4,77	0,074
FONDO	159	159	4,77		
TOTAL	1850				
PARAMETROS DE LA GRANULOMETRIA					
Peso del cuarteo				1850	
Tamaño nominal máximo TNM				25	
Diámetro efectivo D10				0,16	
Diámetro equiparable D30				0,73	
Diámetro dimensional D60				6,3	
Coeficiente de uniformidad Cu				39,38	Bien graduado
Coeficiente de curvatura Cc				0,53	Mal graduado

Elaborado por: Tixe Edison



## Anexo 6 : Proctor modificado capa base

TABLA 88: Proctor modificado km 8+600

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO						
Nombre: Edison Tixe		Abscisa: Capa base km 8+600		Norma: AASHTO T - 180				
<b>Especificaciones del Ensayo</b>								
Número de golpes: 56		Número de capas: 5		Peso del martillo: 10 lb				
Altura de caída: 18 in		Peso molde (gr): 16641		Volumen molde: 2346,94 cm <sup>3</sup>				
Energía de compactación: $55 \frac{lb \cdot ft}{ft^2}$								
Ensayo número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado	6000 gr	6000 gr	6000 gr	6000 gr				
Hum inicial estimada	3%	6%	9%	12%				
P molde + suelo húmedo(gr)	21481	21862	21887	21805				
Peso suelo húmedo wm	4840	5221	5246	5164				
Peso unitario húmedo gm	2,062	2,225	2,235	2,200				
Contenido de humedad								
Recipiente número	29	37	54	72	76	77	78	87
Rec + suelo húmedo (gr)	117,4	127,6	126,8	148,4	129,4	148,5	129,3	159
Rec + suelo seco (gr)	114	124,2	120,8	141,8	120	138,6	117,9	143,8
Peso agua (gr)	3,4	3,4	6	6,6	9,4	9,9	11,4	15,2
Peso recipiente (gr)	26,7	25,9	30,6	30,8	30,7	30,9	30,8	30,8
Peso suelo seco (gr)	87,30	98,30	90,2	111	89,3	107,7	87,1	113
Cont humedad w%	3,89%	3,46%	6,65%	5,95%	10,53%	9,19%	13,09%	13,45%
Contenido promedio w%	3,677%		6,299%		9,859%		13,270%	
Densidad seca gd	1,989		2,093		2,035		1,943	
Densidad máxima gmax						2,080 $\frac{gr}{cm^3}$		
Humedad óptima						7,50%		

Elaborado por: Tixe Edison

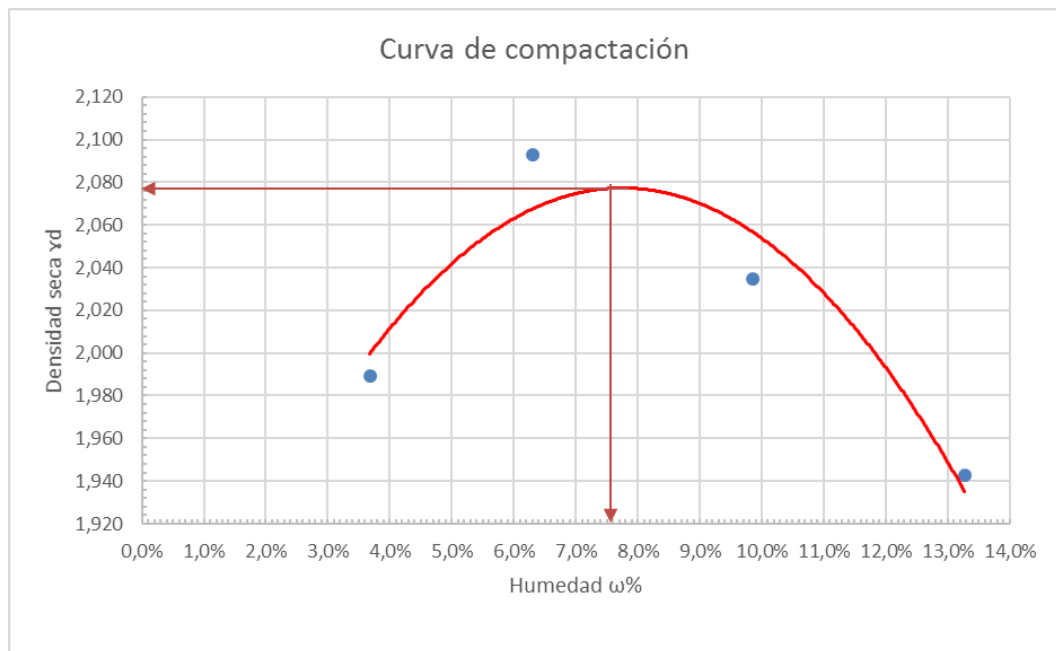


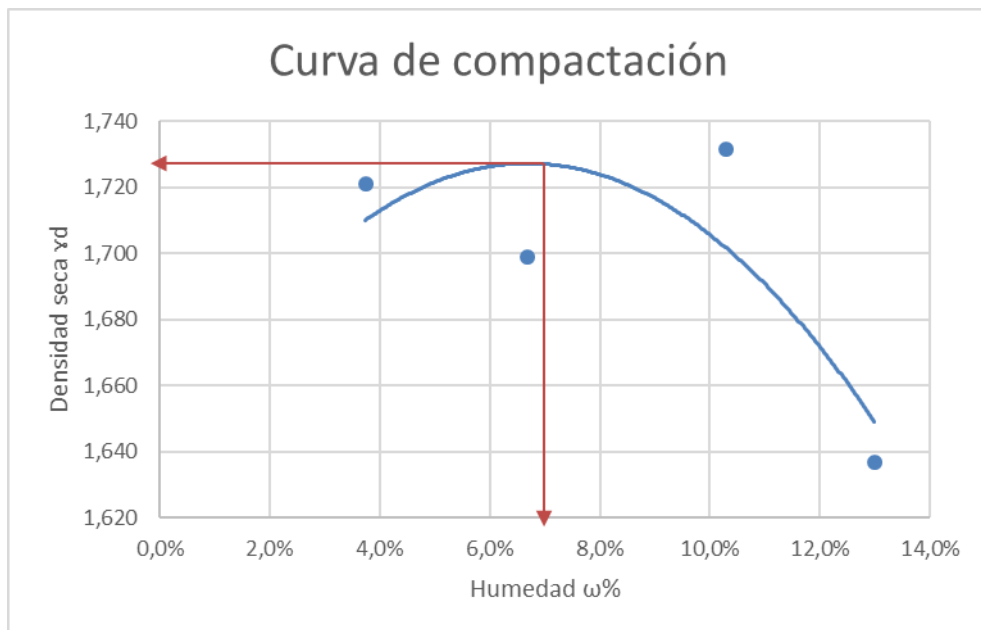




TABLA 89: Proctor modificad km 9+600

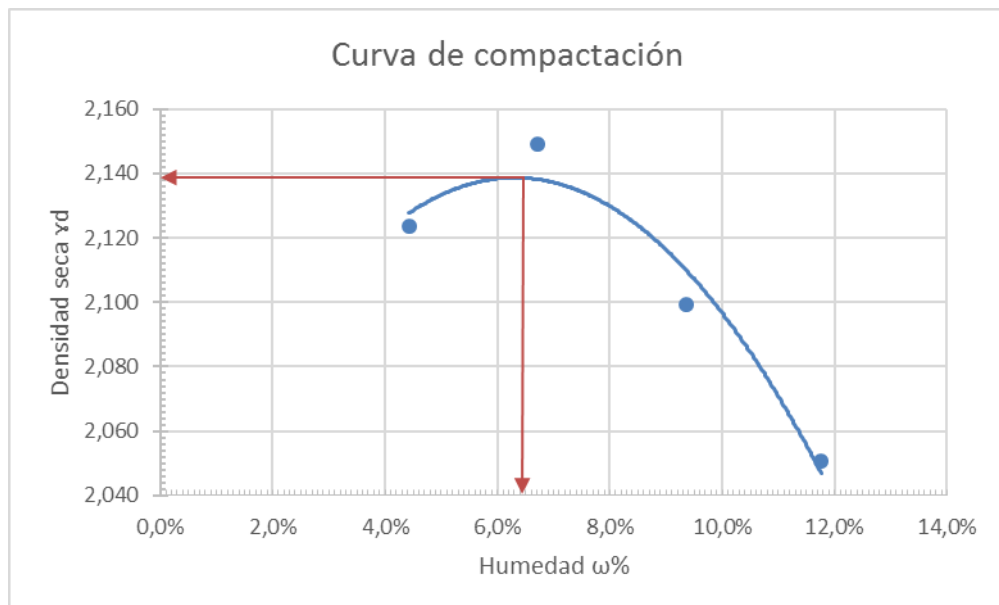
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO						
Nombre: Edison Tixe AASHTO T - 180		Abscisa: Capa base km 9+600				Norma:		
Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56		Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 lb			
Altura de caída: 18 in		Peso molde (gr):		15537	Volumen molde:		2346,94 cm <sup>3</sup>	
Energía de compactación: $55 \frac{986 \text{ lb} \cdot \text{pie}}{\text{pie}^3}$								
Ensayo número	1		2		3		4	
Peso inicial deseado	6000 gr		6000 gr		6000 gr		6000 gr	
Hum inicial estimada	3%		6%		9%		12%	
P molde + suelo húmedo(gr)	19727		19790		20019		19878	
Peso suelo húmedo wm	4190		4253		4482		4341	
Peso unitario húmedo gm	1,785		1,812		1,910		1,850	
Contenido de humedad								
Recipiente número	29	37	54	72	76	77	78	87
Rec + suelo húmedo (gr)	120,5	147,5	107,2	137,5	107,2	108,6	120,8	128,8
Rec + suelo seco (gr)	117,2	143	102,5	130,7	100,3	101,1	110,3	117,7
Peso agua (gr)	3,3	4,5	4,7	6,8	6,9	7,5	10,5	11,1
Peso recipiente (gr)	26,7	25,9	30,6	30,8	30,7	30,9	30,8	30,8
Peso suelo seco (gr)	90,50	117,10	71,9	99,9	69,6	70,2	79,5	86,9
Cont humedad w%	3,65%	3,84%	6,54%	6,81%	9,91%	10,68%	13,21%	12,77%
Contenido promedio w%	3,745%		6,672%		10,299%		12,990%	
Densidad seca gd	1,721		1,699		1,731		1,637	
Densidad máxima gmax								$1,730 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$
Humedad óptima								7,00%



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 90: Proctor modificado km 10+600


		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO						
Nombre: Edison Tixe		Abscisa: Capa base km 10+600		Norma: AASHTO T - 180				
Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56		Número de capas: 5		Peso del martillo: 10 lb				
Altura de caída: 18 in		Peso molde (gr): 16578		Volumen molde: 2346,94 cm <sup>3</sup>				
Energía de compactación: $55 \frac{986 \text{ lb} \cdot \text{pie}}{\text{pie}^3}$								
Ensayo número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado	6000 gr	6000 gr	6000 gr	6000 gr				
Hum inicial estimada	3%	6%	9%	12%				
P molde + suelo húmedo (gr)	21783	21961	21966	21957				
Peso suelo húmedo w <sub>m</sub>	5205	5383	5388	5379				
Peso unitario húmedo g <sub>m</sub>	2,218	2,294	2,296	2,292				
Contenido de humedad								
Recipiente número	29	37	54	72	76	77	78	87
Rec + suelo húmedo (gr)	126,2	122,2	136	147,9	126,1	141,8	173,2	161,2
Rec + suelo seco (gr)	122,1	118	129,2	140,7	117,6	132,7	154,2	151,4
Peso agua (gr)	4,1	4,2	6,8	7,2	8,5	9,1	19	9,8
Peso recipiente (gr)	26,7	25,9	30,6	30,8	30,7	30,9	30,8	30,8
Peso suelo seco (gr)	95,40	92,10	98,6	109,9	86,9	101,8	123,4	120,6
Cont humedad w%	4,30%	4,56%	6,90%	6,55%	9,78%	8,94%	15,40%	8,13%
Contenido promedio w%	4,429%		6,724%		9,360%		11,762%	
Densidad seca g <sub>d</sub>	2,124		2,149		2,099		2,051	
Densidad máxima g <sub>max</sub>	$2,139 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$							
Humedad óptima	6,40%							

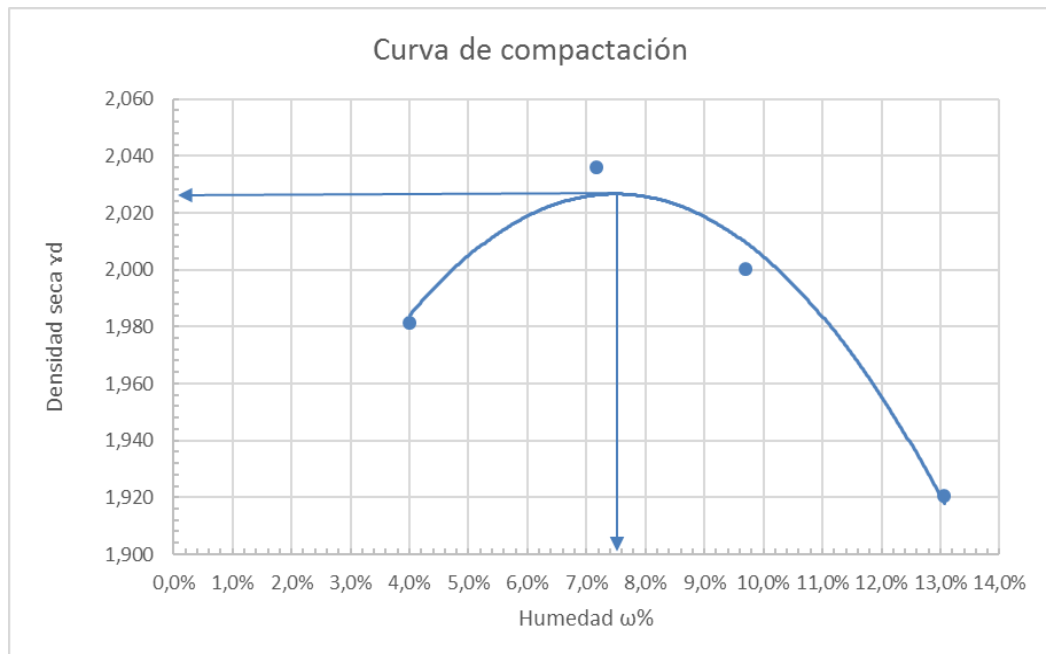


Elaborado por: Tixe Edison



TABLA 91: Proctor modificad km 11+400

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO						
Nombre: Edison Tixe AASHTO T - 180		Abscisa: Capa base km 11+400				Norma:		
Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56		Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 lb			
Altura de caída: 18 in		Peso molde (gr):		15537	Volumen molde:		2346,94 cm <sup>3</sup>	
Energía de compactación: 55 986 $\frac{lb \cdot pie}{pie^3}$								
Ensayo número	1		2		3		4	
Peso inicial deseado	6000 gr		6000 gr		6000 gr		6000 gr	
Hum inicial estimada	3%		6%		9%		12%	
P molde + suelo húmedo(gr)	20373		20658		20686		20633	
Peso suelo húmedo wm	4836		5121		5149		5096	
Peso unitario húmedo gm	2,061		2,182		2,194		2,171	
Contenido de humedad								
Recipiente número	29	37	54	72	76	77	78	87
Rec + suelo húmedo (gr)	134,3	145,8	112,6	131,7	130,7	138,6	163,1	132,1
Rec + suelo seco (gr)	129,7	141,7	106,6	125,6	121,3	129,7	147,8	120,4
Peso agua (gr)	4,6	4,1	6	6,1	9,4	8,9	15,3	11,7
Peso recipiente (gr)	26,7	25,9	30,6	30,8	30,7	30,9	30,8	30,8
Peso suelo seco (gr)	103,00	115,80	76	94,8	90,6	98,8	117	89,6
Cont humedad w%	4,47%	3,54%	7,89%	6,43%	10,38%	9,01%	13,08%	13,06%
Contenido promedio w%	4,003%		7,165%		9,692%		13,067%	
Densidad seca gd	1,981		2,036		2,000		1,920	
Densidad máxima gmax								2,028 $\frac{gr}{cm^3}$
Humedad óptima								7,60%

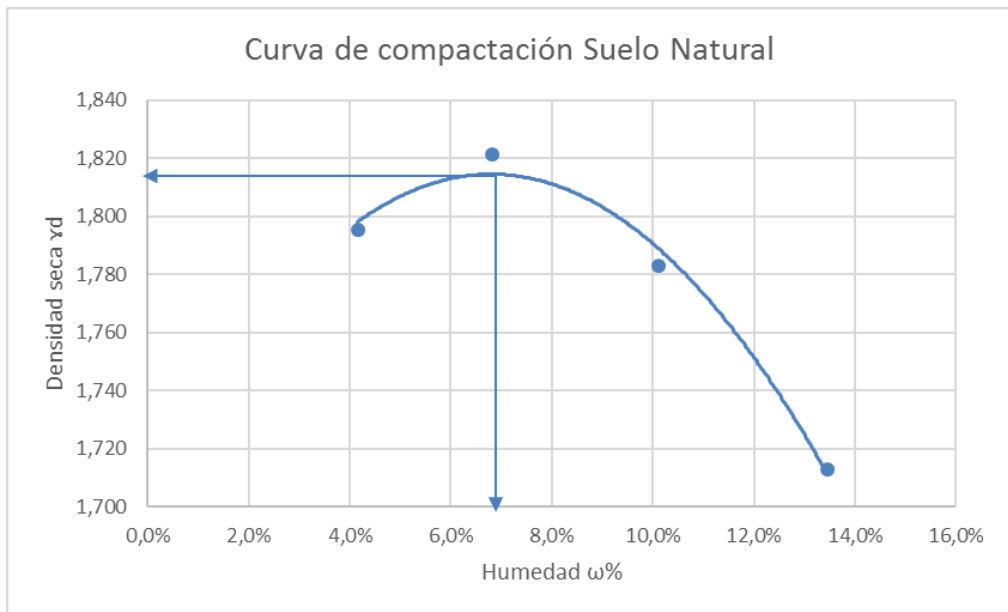


Elaborado por: Tixe Edison

## Anexo 7: Proctor modificado suelo natural



TABLA 92: Proctor modificado suelo natural km 8+600

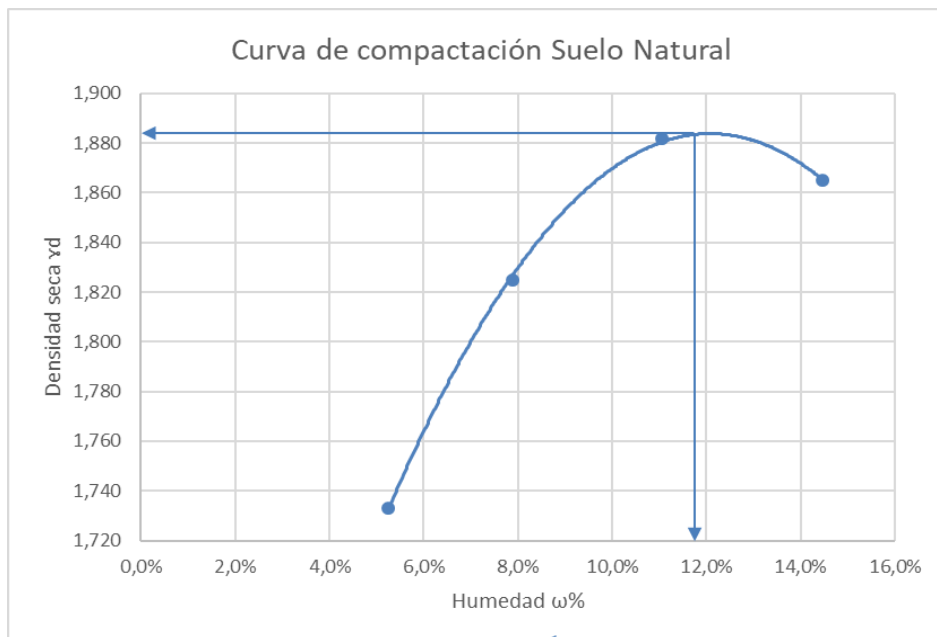
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		PROCTOR MODIFICADO		
Nombre: Edison Tixe		Abscisa: Capa suelo natural km 8+600		Norma: AASHTO T - 180				
<b>Especificaciones del Ensayo</b>								
Número de golpes: 56		Número de capas: 5		Peso del martillo: 10 lb				
Altura de caída: 18 in		Peso molde (gr):		16851		Volumen molde:		
						2334,94 cm <sup>3</sup>		
Energía de compactación: 55 986 $\frac{lb \cdot pie}{pie^3}$								
Ensayo número	1		2		3		4	
Peso inicial deseado	6000 gr		6000 gr		6000 gr		6000 gr	
Hum inicial estimada	3%		6%		9%		12%	
P molde + suelo húmedo(gr)	21218		21394		21435		21389	
Peso suelo húmedo wm	4367		4543		4584		4538	
Peso unitario húmedo gm	1,870		1,946		1,963		1,944	
Contenido de humedad								
Recipiente número	29	37	54	72	76	77	78	87
Rec + suelo húmedo (gr)	116	133,5	126,4	111,3	120,6	125,1	138,5	136,4
Rec + suelo seco (gr)	112,6	129	120,7	105,8	112,4	116,4	125,7	123,9
Peso agua (gr)	3,4	4,5	5,7	5,5	8,2	8,7	12,8	12,5
Peso recipiente (gr)	26,7	25,9	30,6	30,8	30,7	30,9	30,8	30,8
Peso suelo seco (gr)	85,90	103,10	90,1	75	81,7	85,5	94,9	93,1
Cont humedad w%	3,96%	4,36%	6,33%	7,33%	10,04%	10,18%	13,49%	13,43%
Contenido promedio w%	4,161%		6,830%		10,106%		13,457%	
Densidad seca gd	1,796		1,821		1,783		1,713	
Densidad máxima gmax								1,816 $\frac{gr}{cm^3}$
Humedad óptima								7,00%



Elaborado por: Tixe Edison



TABLA 93: Proctor modificado suelo natural km 9+600

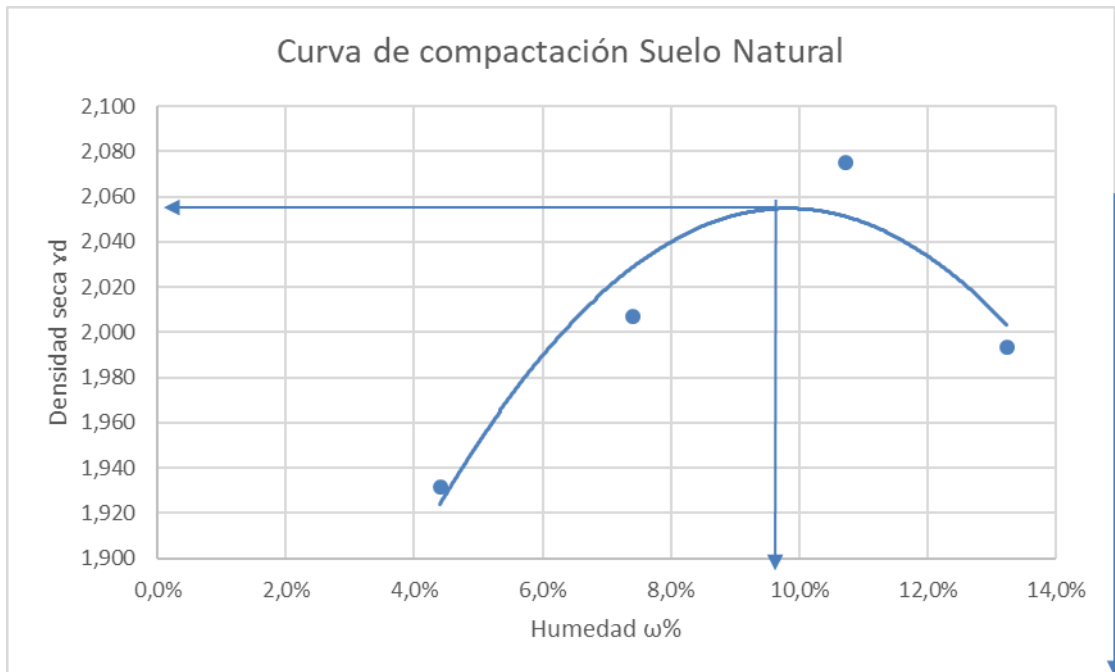
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO						
Nombre: Edison Tixe		Norma: AASHTOT - 180						
Abscisa: Capa suelo natural km 9+600								
Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56		Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 lb			
Altura de caída: 18 in		Peso molde (gr):		15537	Volumen molde:		2316,56 cm <sup>3</sup>	
Energía de compactación: 55 986 $\frac{lb \cdot pie}{pie^3}$								
Ensayo número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado	6000 gr	6000 gr	6000 gr	6000 gr				
Humidicial estimada	3%	6%	9%	12%				
P molde + suelo húmedo(gr)	19762	20098	20379	20482				
Peso suelo húmedo wm	4225	4561	4842	4945				
Peso unitario húmedo gm	1,824	1,969	2,090	2,135				
Contenido de humedad								
Recipiente número	31	44	64	69	75	82	85	88
Rec + suelo húmedo (gr)	123,5	121,8	110,9	136,7	140,2	132,4	126,6	126,5
Rec + suelo seco (gr)	118,6	117,1	105	129	129,4	122,2	114,4	114,5
Peso agua (gr)	4,9	4,7	5,9	7,7	10,8	10,2	12,2	12
Peso recipiente (gr)	26,7	25,9	30,6	30,8	30,7	30,9	30,8	30,8
Peso suelo seco (gr)	91,90	91,20	74,4	98,2	98,7	91,3	83,6	83,7
Cont humedad w%	5,33%	5,15%	7,93%	7,84%	10,94%	11,17%	14,59%	14,34%
Contenido promedio w%	5,243%		7,886%		11,057%		14,465%	
Densidad seca gd	1,733		1,825		1,882		1,865	
Densidad máxima gmax								1,881 $\frac{gr}{cm^3}$
Humedad óptima								11,80%



Elaborado por: Tixe Edison



TABLA 94: Proctor modificado suelo natural km 10+600

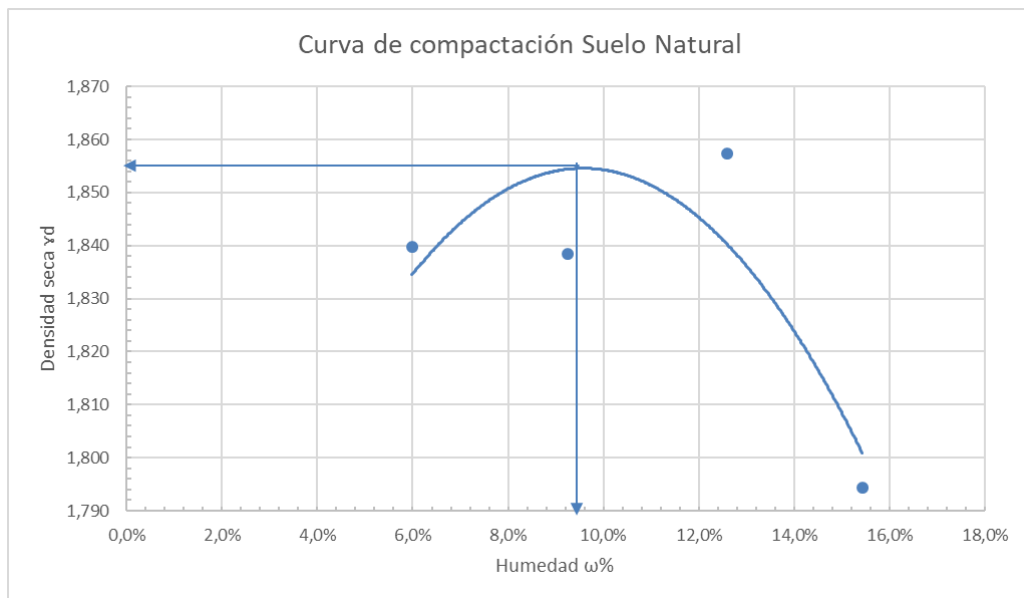
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		PROCTOR MODIFICADO			
									
Nombre: Edison Tixe		Abscisa: Capa suelo natural km 10+600		Norma: AASHTO T - 180					
Especificaciones del Ensayo									
Número de golpes: 56		Número de capas: 5		Peso del martillo: 10 lb					
Altura de caída: 18 in		Peso molde (gr): 15536		Volumen molde: 2243,02 cm <sup>3</sup>					
Energía de compactación: $55 \frac{lb \cdot pie}{pie^2}$									
Ensayo número	1	2	3	4					
Peso inicial deseado	6000 gr	6000 gr	6000 gr	6000 gr					
Hum inicial estimada	3%	6%	9%	12%					
P molde + suelo húmedo(gr)	20059	20371	20689	20599					
Peso suelo húmedo wm	4523	4835	5153	5063					
Peso unitario húmedo gm	2,016	2,156	2,297	2,257					
Contenido de humedad									
Recipiente número	29	37	54	72	76	78	77	87	
Rec + suelo húmedo (gr)	148,2	141,7	123,2	138,5	131	140,4	144,1	142,6	
Rec + suelo seco (gr)	143,2	136,7	116,8	131,1	121,1	130	130,9	129,5	
Peso agua (gr)	5	5	6,4	7,4	9,9	10,4	13,2	13,1	
Peso recipiente (gr)	26,7	25,9	30,6	30,8	30,7	30,8	30,9	30,8	
Peso suelo seco (gr)	116,50	110,80	86,2	100,3	90,4	99,2	100	98,7	
Cont humedad w%	4,29%	4,51%	7,42%	7,38%	10,95%	10,48%	13,20%	13,27%	
Contenido promedio w%	4,402%		7,401%		10,718%		13,236%		
Densidad seca gd	1,931		2,007		2,075		1,993		
Densidad máxima gmax								2,053 $\frac{gr}{cm^3}$	
Humedad óptima								9,50%	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 95: Proctor modificado suelo natural km 11+400

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO						
Nombre: Edison Tixe		Abscisa: Capa suelo natural km 11+400				Norma: AASHTO T - 180		
Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56		Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 lb			
Altura de caída: 18 in		Peso molde (gr):		15536	Volumen molde:		2316,56 cm <sup>3</sup>	
Energía de compactación: 55 986 $\frac{lb \cdot pie}{pie^3}$								
Ensayo número	1		2		3		4	
Peso inicial desecado	6000 gr		6000 gr		6000 gr		6000 gr	
Humicial estimada	3%		6%		9%		12%	
P molde + suelo húmedo(gr)	20053		20189		20381		20334	
Peso suelo húmedo wm	4517		4653		4845		4798	
Peso unitario húmedo gm	1,950		2,009		2,091		2,071	
Contenido de humedad								
Recipiente número	35	43	51	55	56	60	67	74
Rec + suelo húmedo (gr)	140,7	136,8	124,7	133,8	133,3	122,3	138,2	135,9
Rec + suelo seco (gr)	134,3	130,5	116,8	125	121,9	112	123,7	122
Peso agua (gr)	6,4	6,3	7,9	8,8	11,4	10,3	14,5	13,9
Peso recipiente (gr)	26,7	25,9	30,6	30,8	30,7	30,9	30,8	30,8
Peso suelo seco (gr)	107,60	104,60	86,2	94,2	91,2	81,1	92,9	91,2
Cont humedad w%	5,95%	6,02%	9,16%	9,34%	12,50%	12,70%	15,61%	15,24%
Contenido promedio w%	5,985%		9,253%		12,600%		15,425%	
Densidad seca gd	1,840		1,838		1,857		1,794	
Densidad máxima gmax								1,854 $\frac{gr}{cm^3}$
Humedad óptima								9,50%

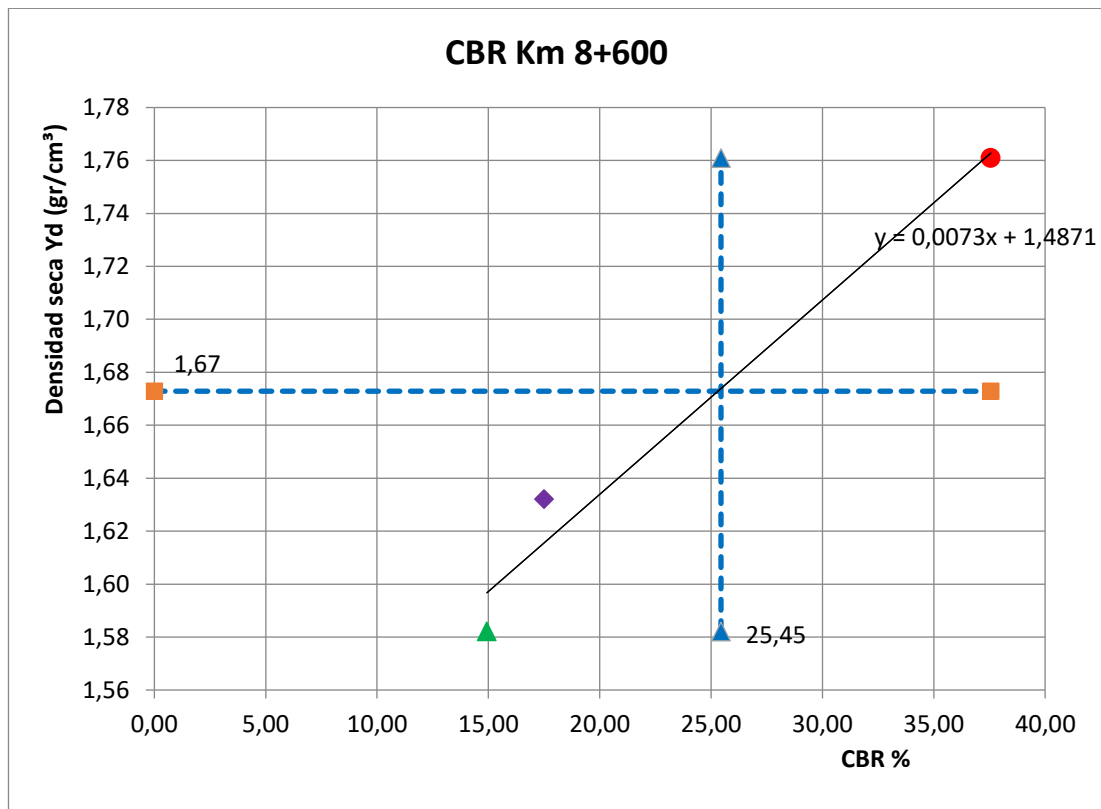


Elaborado por: Tixe Edison

## Anexo 8: CBR capa base


TABLA 96: CBR capa base km 8+600

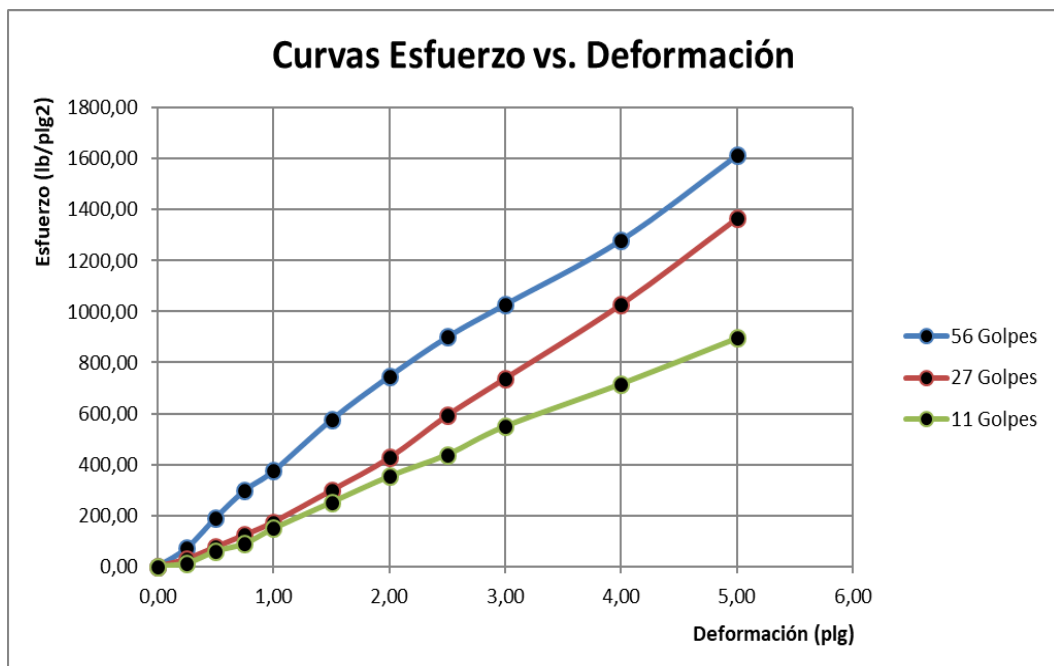
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Cranja		NORMA: ASSTM 1883-73					
Abscisa: km 8+600		Capa: Base					
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400							
DENSIDADES DE CAMPO DEL SUELO COMPACTADO							
<b>1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra</b>							
Datos	Unidad	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes			
Peso del molde + suelo	gr	19887	19582	19458			
Peso del molde	gr	15531	15531	15531			
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4356	4051	3927			
<b>2. Determinación del volumen del recipiente</b>							
Diametro	cm	15,2	15,2	15,2			
Altura	cm	12,6	12,6	12,6			
Volumen de la masa (Vm)	cm <sup>3</sup>	2286,38	2286,38	2286,38			
<b>3. Determinación del contenido de humedad</b>							
Recipiente #		29	81	50	28	19	89
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	115,5	125,7	109,7	119,9	110,5	124,9
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	108,4	118,9	103	112,9	103,1	118,4
Peso recipiente (Wr)	gr	26,6	30,7	31,2	23,1	26,5	31,3
Peso agua (Ww)	gr	7,1	6,8	6,7	7	7,4	6,5
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	81,8	88,2	71,8	89,8	76,6	87,1
Contenido de humedad (W%)	%	8,68%	7,71%	9,33%	7,80%	9,66%	7,46%
Contenido de humedad promedio	%	8,19%		8,56%		8,56%	
<b>4. Peso volumétrico de la masa (Ym)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1,91		1,77		1,72	
<b>5. Peso volumétrico seco (Yd)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1,76		1,63		1,58	



Elaborado por: Tixe Edison


TABLA 97: carga vs penetración capa base Km8+600

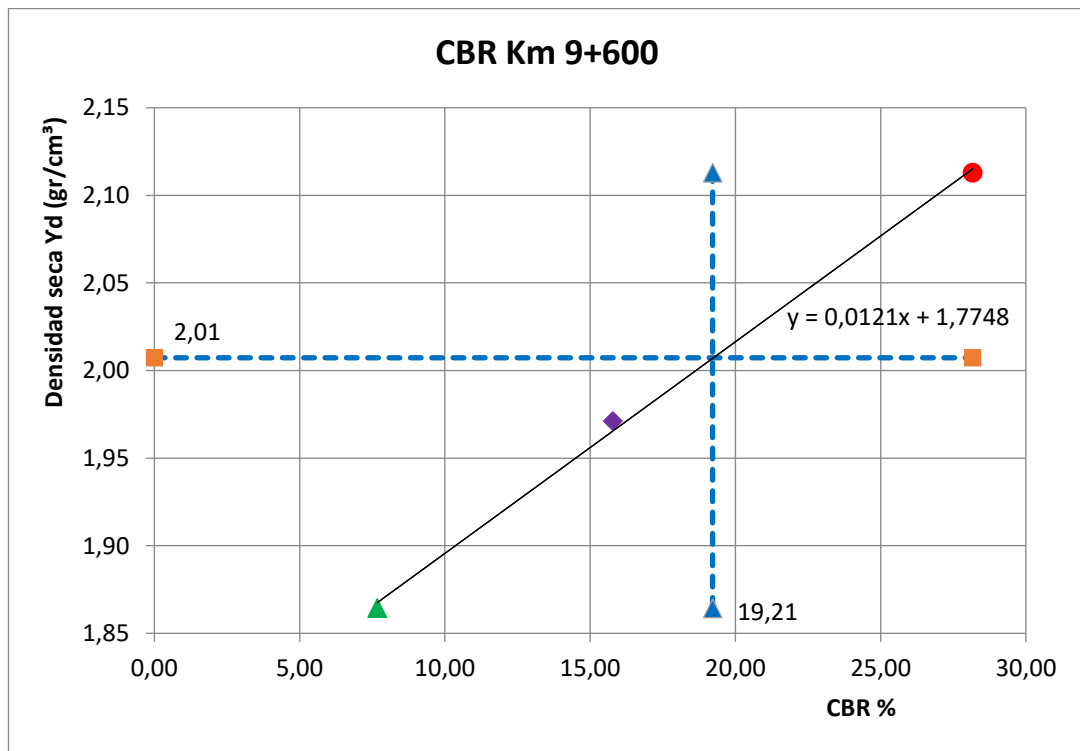
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM 1883-73						
Abscisa: km 8+600			Capa: Base						
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400									
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN									
No.de golpes	56			27			11		
Penetración	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
(plg -3)	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	17	72,56		7	29,88		3	12,80	
50	45	192,06		18	76,82		14	59,75	
75	70	298,76		29	123,77		21	89,63	
100	88	375,58	37,56	41	174,99	17,50	35	149,38	14,94
150	135	576,18		70	298,76		59	251,81	
200	175	746,90	74,69	100	426,80	42,68	83	354,24	35,42
250	211	900,55		139	593,25		103	439,60	
300	241	1028,59		173	738,36		129	550,57	
400	300	1280,40		241	1028,59		168	717,02	
500	378	1613,30		320	1365,76		210	896,28	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 98: Densidad de campo del suelo compactado CBR capa base Km 9+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
		Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja Abscisa: km 9+600		NORMA: ASSTM 1883-73 Capa: Base			
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400 DENSIDADES DE CAMPO DEL SUELO COMPACTADO							
<b>1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra</b>							
<b>Datos</b>	<b>Unidad</b>	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes			
Peso del molde + suelo	gr	20785	20406	20089			
Peso del molde	gr	15500	15500	15500			
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	5285	4906	4589			
<b>2. Determinación del volumen del recipiente</b>							
Diametro	cm	15,3	15,3	15,3			
Altura	cm	12,6	12,6	12,6			
Volumen de la masa (Vm)	cm <sup>3</sup>	2316,56	2316,56	2316,56			
<b>3. Determinación del contenido de humedad</b>							
Recipiente #		29	37	58	66	72	61
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	121,3	103,6	107,7	121,2	124,5	125,1
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	114,4	97,8	102,5	114,8	118,5	120
Peso recipiente (Wr)	gr	26,7	26	30,9	30,9	30,8	30,1
Peso agua (Ww)	gr	6,9	5,8	5,2	6,4	6	5,1
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	87,7	71,8	71,6	83,9	87,7	89,9
Contenido de humedad (W%)	%	7,87%	8,08%	7,26%	7,63%	6,84%	5,67%
Contenido de humedad promedio	%	7,97%		7,45%		6,26%	
<b>4. Peso volumétrico de la masa (Ym)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,28		2,12		1,98	
<b>5. Peso volumétrico seco (Yd)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,11		1,97		1,86	

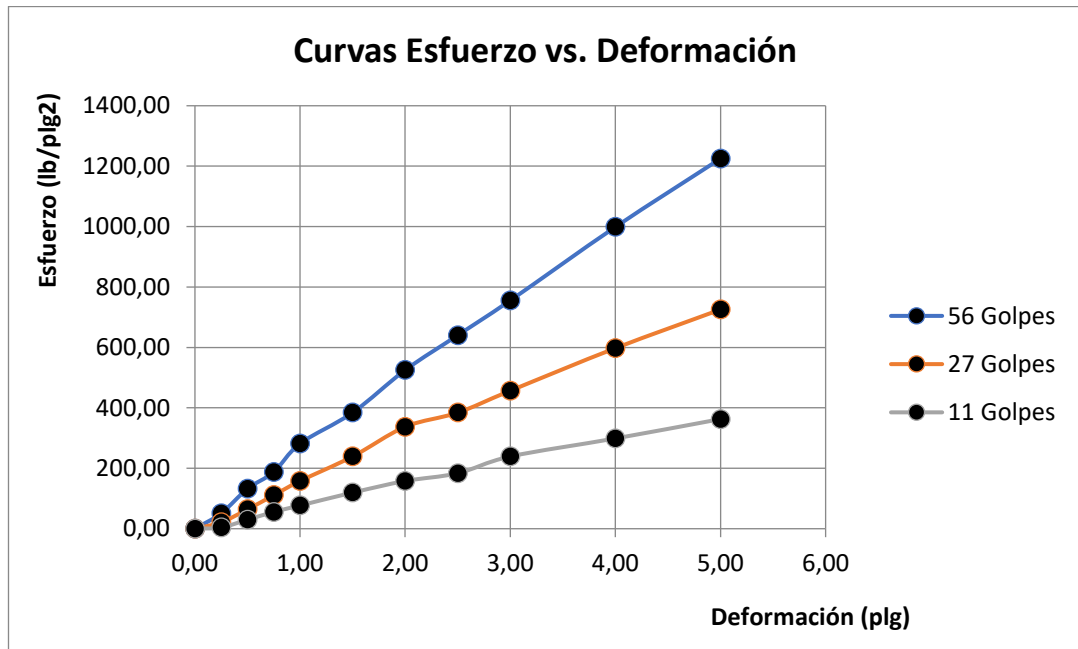


Elaborado por: Tixe Edison





TABLA 99: carga vs penetración capa base Km9+600

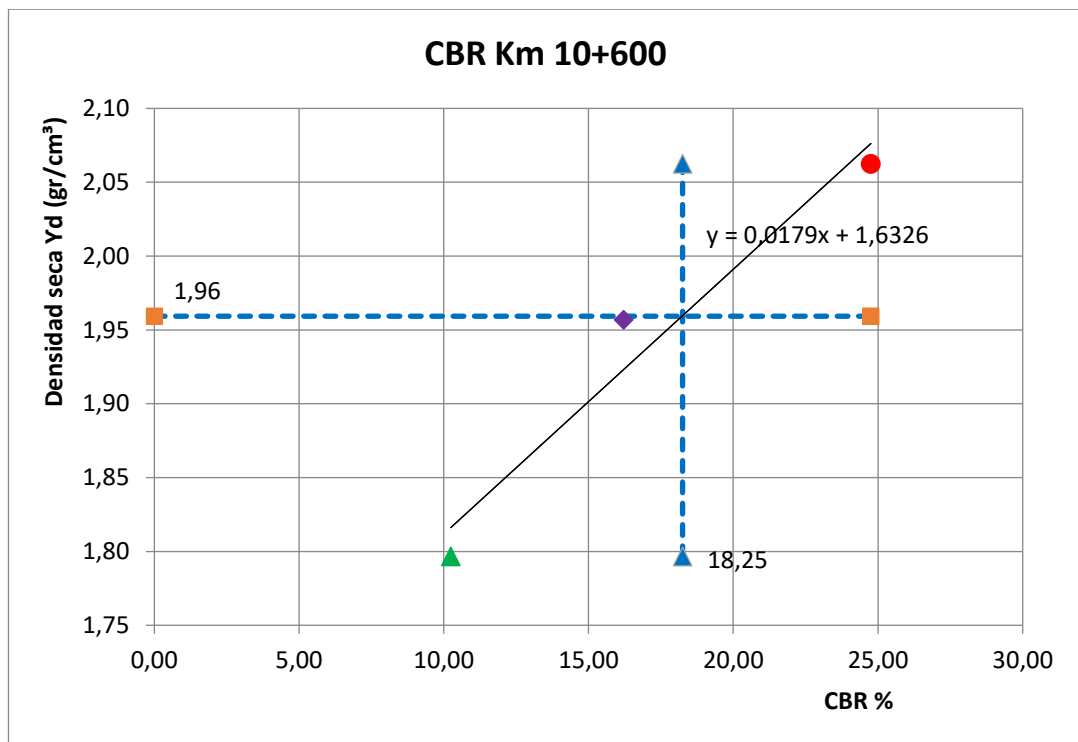
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Cranja		NORMA: ASSTM 1883-73				FICM			
Abscisa: km 9+600		Capa: Base				Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400			
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN									
No.de golpes	56			27			11		
Penetración	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
(plg -3)	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	12	51,22		5	21,34		1	4,27	
50	31	132,31		15	64,02		7	29,88	
75	44	187,79		26	110,97		13	55,48	
100	66	281,69	28,17	37	157,92	15,79	18	76,82	7,68
150	90	384,12		56	239,01		28	119,50	
200	123	524,96	52,50	79	337,17	33,72	37	157,92	15,79
250	150	640,20		90	384,12		43	183,52	
300	177	755,44		107	456,68		56	239,01	
400	234	998,71		140	597,52		70	298,76	
500	287	1224,92		170	725,56		85	362,78	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 100: Densidad de campo del suelo compactado CBR capa base Km 10+600

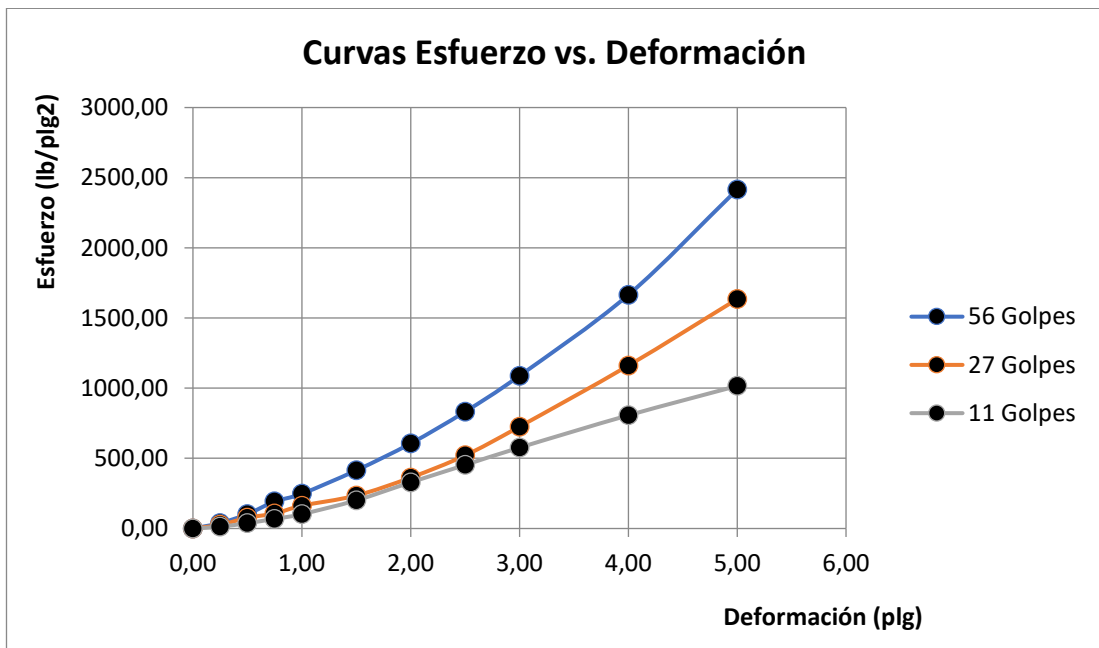
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
		Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja Abscisa: km 10+600			NORMA: ASSTM 1883-73 Capa: Base			
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400								
DENSIDADES DE CAMPO DEL SUELO COMPACTADO								
<b>1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra</b>								
<b>Datos</b>	<b>Unidad</b>	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes		
Peso del molde + suelo	gr	21908		21728		21305		
Peso del molde	gr	16851		16851		16851		
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	5057		4877		4454		
<b>2. Determinación del volumen del recipiente</b>								
Diametro	cm	15,3		15,3		15,3		
Altura	cm	12,6		12,6		12,6		
Volumen de la masa (Vm)	cm <sup>3</sup>	2316,56		2316,56		2316,56		
<b>3. Determinación del contenido de humedad</b>								
Recipiente #		19	15	90	62	89	81	
Peso recipiente + suelo húmedo (W <sub>r</sub> +W <sub>sh</sub> )	gr	143,2	156,4	130,8	142,1	140,2	144,2	
Peso recipiente + suelo seco (W <sub>r</sub> +W <sub>ss</sub> )	gr	135	151,2	124,5	133,4	133	136,8	
Peso recipiente (W <sub>r</sub> )	gr	26,5	25,5	30,7	30,6	31,3	30,7	
Peso agua (W <sub>w</sub> )	gr	8,2	5,2	6,3	8,7	7,2	7,4	
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	gr	108,5	125,7	93,8	102,8	101,7	106,1	
Contenido de humedad (W%)	%	7,56%	4,14%	6,72%	8,46%	7,08%	6,97%	
Contenido de humedad promedio	%	5,85%		7,59%		7,03%		
<b>4. Peso volumétrico de la masa (Y<sub>m</sub>)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,18		2,11		1,92		
<b>5. Peso volumétrico seco (Y<sub>d</sub>)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,06		1,96		1,80		



Elaborado por: Tixe Edison



TABLA 101: carga vs penetración capa base Km 10 +600

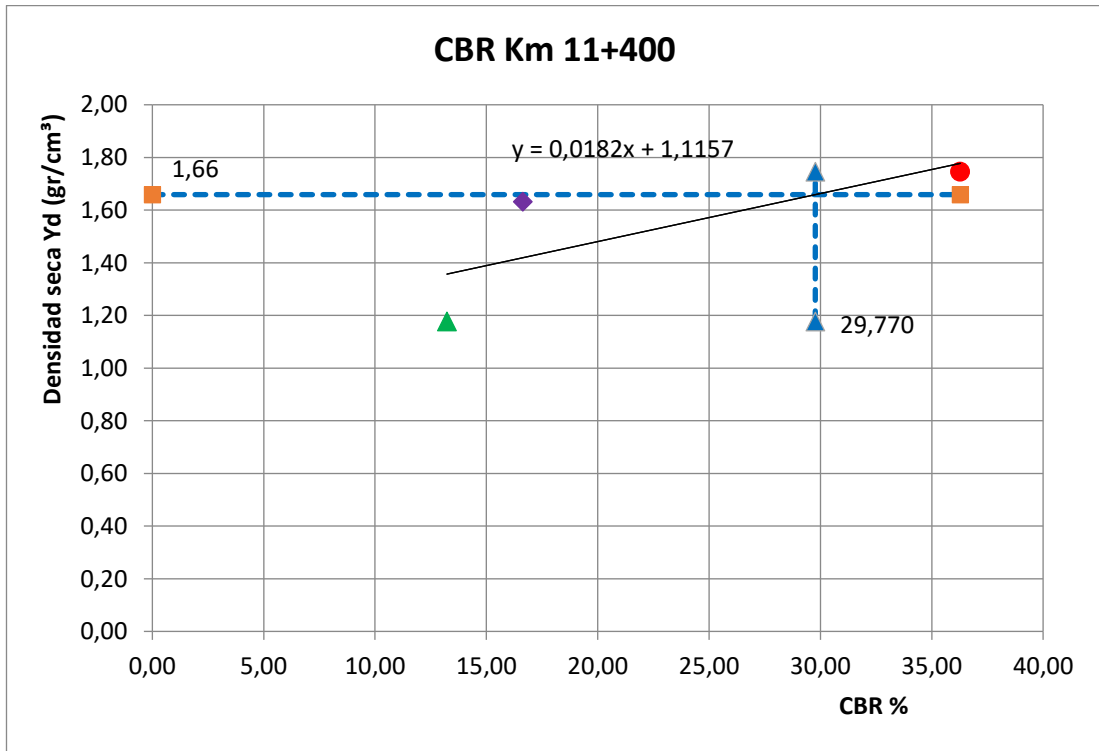
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM 1883-73						
Abscisa: km 10+600			Capa: Base			Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400			
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN									
No.de golpes	56			27			11		
Penetración	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
(plg -3)	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	9	38,41		6	25,61		3	12,80	
50	24	102,43		18	76,82		9	38,41	
75	45	192,06		25	106,70		16	68,29	
100	58	247,54	24,75	38	162,18	16,22	24	102,43	10,24
150	97	414,00		55	234,74		47	200,60	
200	142	606,06	60,61	85	362,78	36,28	77	328,64	32,86
250	195	832,26		122	520,70		106	452,41	
300	255	1088,34		170	725,56		135	576,18	
400	390	1664,52		272	1160,90		189	806,65	
500	566	2415,69		383	1634,64		238	1015,78	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 102: Densidad de campo del suelo compactado CBR capa base Km 11+400

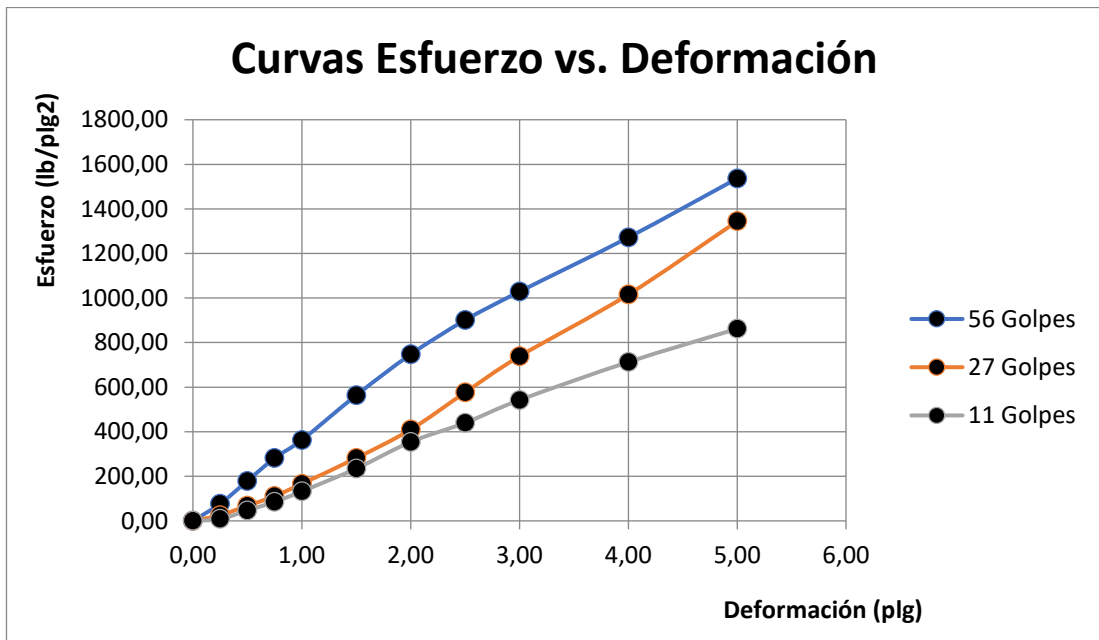
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
		Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja Abcisa: km 11+400					
		NORMA: ASSTM 1883-73		Capa: Base			
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400							
DENSIDADES DE CAMPO DEL SUELO COMPACTADO							
<b>1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra</b>							
<b>Datos</b>	<b>Unidad</b>	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	19856		19582		19458	
Peso del molde	gr	15500		15500		15500	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4356		4082		3958	
<b>2. Determinación del volumen del recipiente</b>							
Diametro	cm	15,2		15,2		15,2	
Altura	cm	12,7		12,7		12,7	
Volumen de la masa (Vm)	cm <sup>3</sup>	2304,52		2304,52		2304,52	
<b>3. Determinación del contenido de humedad</b>							
Recipiente #		14	8	26	52	28	53
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	142,3	141,9	119,4	130,5	124,4	198,8
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	133,5	133,1	111,7	122,7	116,7	122,3
Peso recipiente (Wr)	gr	26,6	26,7	23,1	31	23,1	30,9
Peso agua (Ww)	gr	8,8	8,8	7,7	7,8	7,7	76,5
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	106,9	106,4	88,6	91,7	93,6	91,4
Contenido de humedad (W%)	%	8,23%	8,27%	8,69%	8,51%	8,23%	83,70%
Contenido de humedad promedio	%	8,25%		8,60%		45,96%	
<b>4. Peso volumétrico de la masa (Ym)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1,89		1,77		1,72	
<b>5. Peso volumétrico seco (Yd)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1,75		1,63		1,18	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 103: carga vs penetración capa base Km11+400


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM 1883-73						
Abscisa: km 11+400			Capa: Base						
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400									
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN									
No.de golpes	56			27			11		
Penetración	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
(plg -3)	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	18	76,82		6	25,61		2	8,54	
50	42	179,26		16	68,29		11	46,95	
75	66	281,69		26	110,97		20	85,36	
100	85	362,78	36,28	39	166,45	16,65	31	132,31	13,23
150	132	563,38		66	281,69		55	234,74	
200	175	746,90	74,69	96	409,73	40,97	83	354,24	35,42
250	211	900,55		135	576,18		103	439,60	
300	241	1028,59		173	738,36		127	542,04	
400	298	1271,86		238	1015,78		167	712,76	
500	360	1536,48		315	1344,42		202	862,14	



Elaborado por: Tixe Edison

## Anexo 9: CBR suelo natural

TABLA 104: Densidad de campo del suelo compactado CBR suelo natural Km 8+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
		Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja Abscisa: km 8+600		NORMA: ASSTM 1883-73 Capa: Suelo natural			
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400 DENSIDADES DE CAMPO DEL SUELO COMPACTADO							
<b>1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra</b>							
<b>Datos</b>	<b>Unidad</b>	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes			
Peso del molde + suelo	gr	21708	21455	21206			
Peso del molde	gr	16851	16851	16851			
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4857	4604	4355			
<b>2. Determinación del volumen del recipiente</b>							
Diametro	cm	15,3	15,3	15,3			
Altura	cm	12,7	12,7	13			
Volumen de la masa (Vm)	cm <sup>3</sup>	2334,94	2334,94	2390,10			
<b>3. Determinación del contenido de humedad</b>							
Recipiente #		14	87	90	52	34	39
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	107,2	123,5	103,2	83,8	88,9	110,4
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	100,6	116,1	97,3	79,7	83,7	103,6
Peso recipiente (Wr)	gr	26,6	30,8	30,7	31	23,4	25,9
Peso agua (Ww)	gr	6,6	7,4	5,9	4,1	5,2	6,8
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	74	85,3	66,6	48,7	60,3	77,7
Contenido de humedad (W%)	%	8,92%	8,68%	8,86%	8,42%	8,62%	8,75%
Contenido de humedad promedio	%	8,80%		8,64%		8,69%	
<b>4. Peso volumétrico de la masa (Ym)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,08		1,97		1,82	
<b>5. Peso volumétrico seco (Yd)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1,91		1,81		1,68	

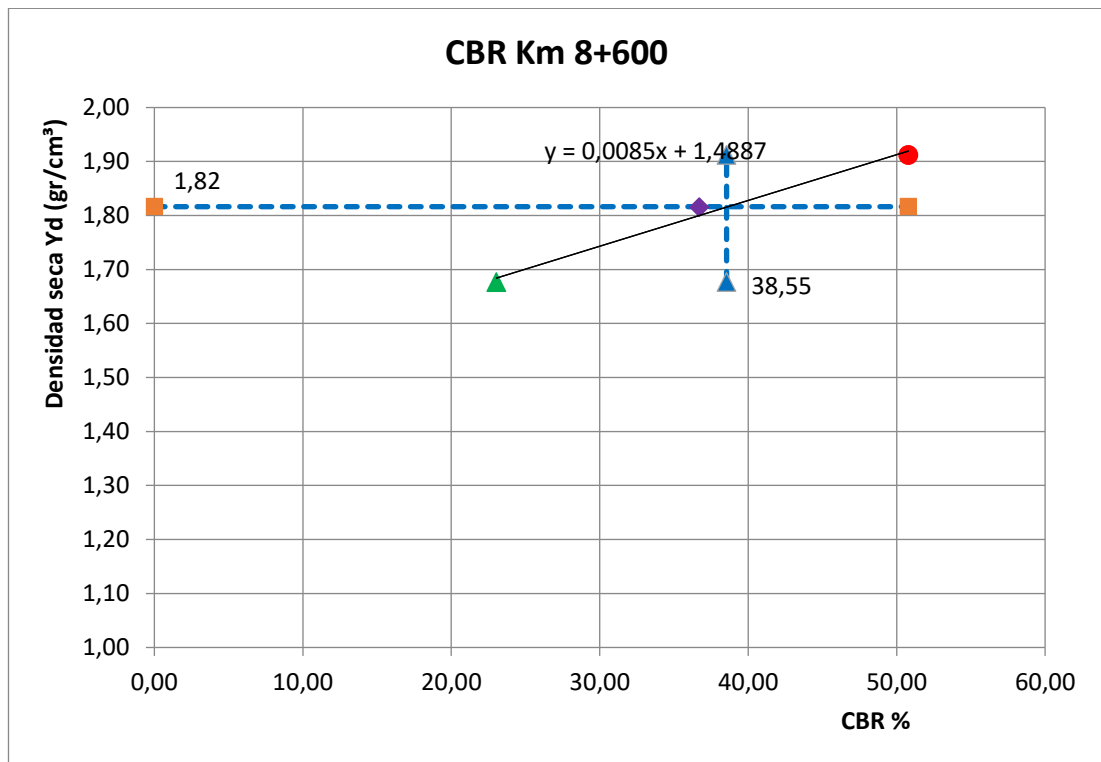
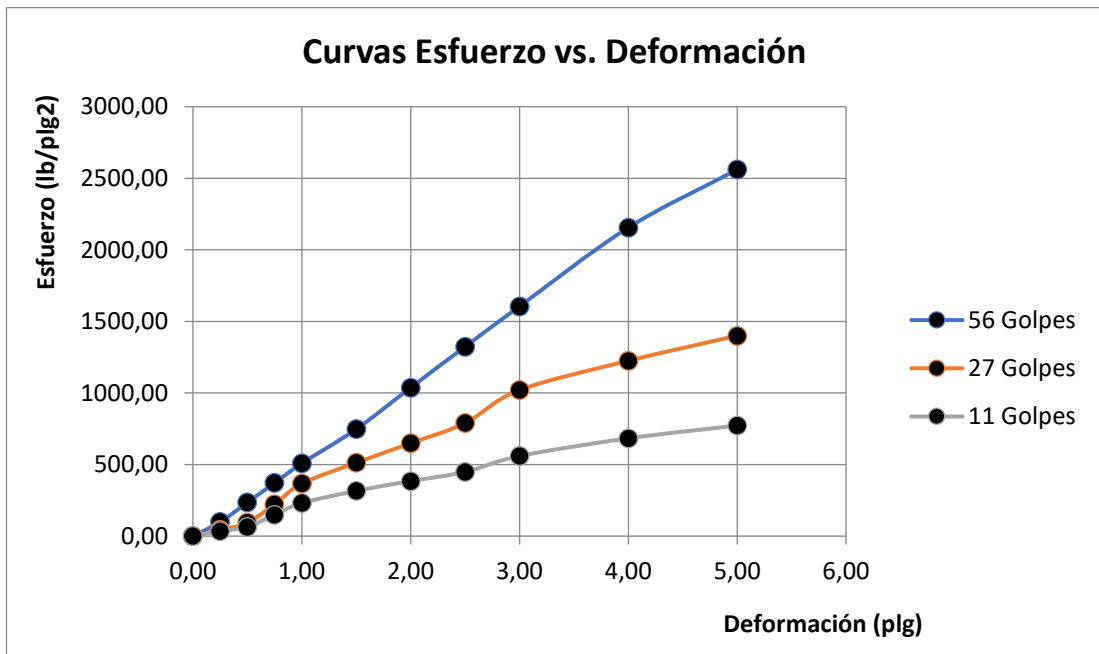



TABLA 105: carga vs penetración suelo natural Km8+600

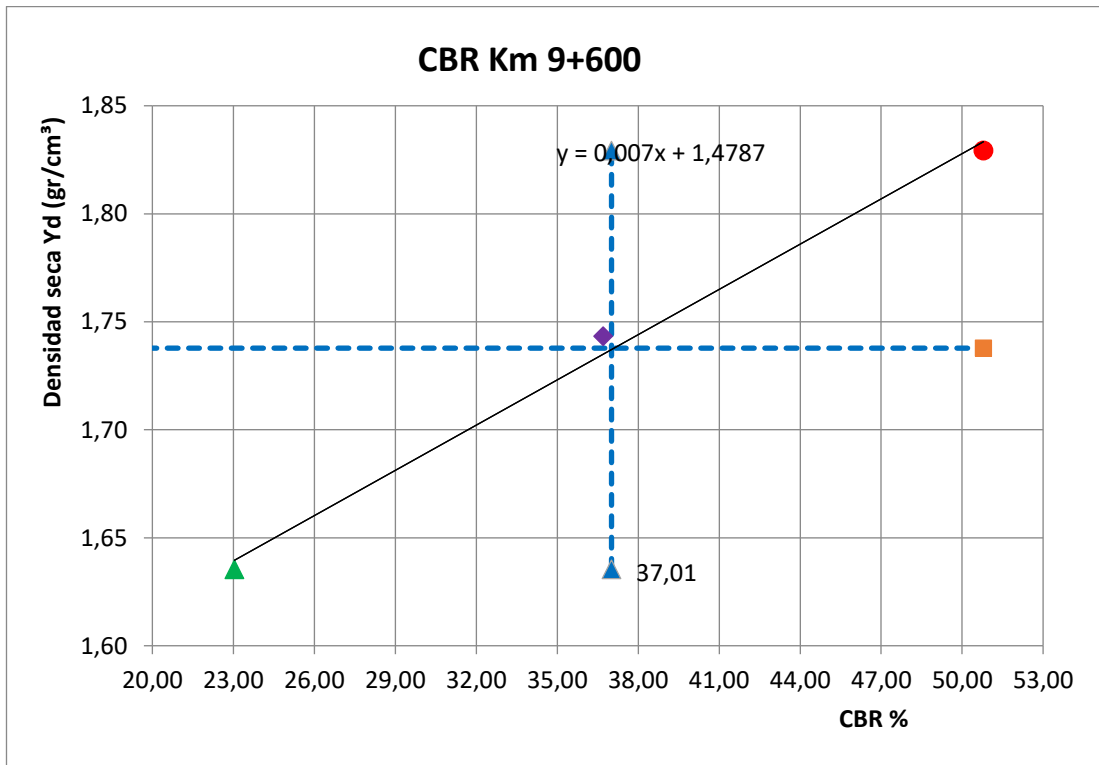
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM 1883-73			FICM			
Abscisa: km 8+600			Capa: Suelo natural			Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400			
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN									
No.de golpes	56			27			11		
Penetración (plg -3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	23	98,16		10	42,68		8	34,14	
50	55	234,74		22	93,90		15	64,02	
75	87	371,32		52	221,94		35	149,38	
100	119	507,89	50,79	86	367,05	36,70	54	230,47	23,05
150	175	746,90		120	512,16		74	315,83	
200	243	1037,12	103,71	152	648,74	64,87	90	384,12	38,41
250	310	1323,08		185	789,58		105	448,14	
300	376	1604,77		239	1020,05		131	559,11	
400	505	2155,34		287	1224,92		160	682,88	
500	600	2560,80		328	1399,90		181	772,51	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 106: Densidad de campo del suelo compactado CBR suelo natural Km 9+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
		Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja Abscisa: km 9+600		NORMA: ASSTM 1883-73 Capa: Suelo natural			
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400 DENSIDADES DE CAMPO DEL SUELO COMPACTADO							
<b>1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra</b>							
<b>Datos</b>	<b>Unidad</b>	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes			
Peso del molde + suelo	gr	21715	21482	21214			
Peso del molde	gr	16851	16851	16851			
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4864	4631	4363			
<b>2. Determinación del volumen del recipiente</b>							
Diametro	cm	15,3	15,3	15,3			
Altura	cm	12,7	12,7	12,7			
Volumen de la masa (Vm)	cm <sup>3</sup>	2334,94	2334,94	2334,94			
<b>3. Determinación del contenido de humedad</b>							
Recipiente #		76	78	50	54	87	77
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	100,6	117,5	121,3	119,8	119	105,5
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	92,2	106,8	110,4	109	108,1	96,1
Peso recipiente (Wr)	gr	30,8	30,8	31,2	30,6	30,8	30,9
Peso agua (Ww)	gr	8,4	10,7	10,9	10,8	10,9	9,4
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	61,4	76	79,2	78,4	77,3	65,2
Contenido de humedad (W%)	%	13,68%	14,08%	13,76%	13,78%	14,10%	14,42%
Contenido de humedad promedio	%	13,88%		13,77%		14,26%	
<b>4. Peso volumétrico de la masa (Ym)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,08		1,98		1,87	
<b>5. Peso volumétrico seco (Yd)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1,83		1,74		1,64	

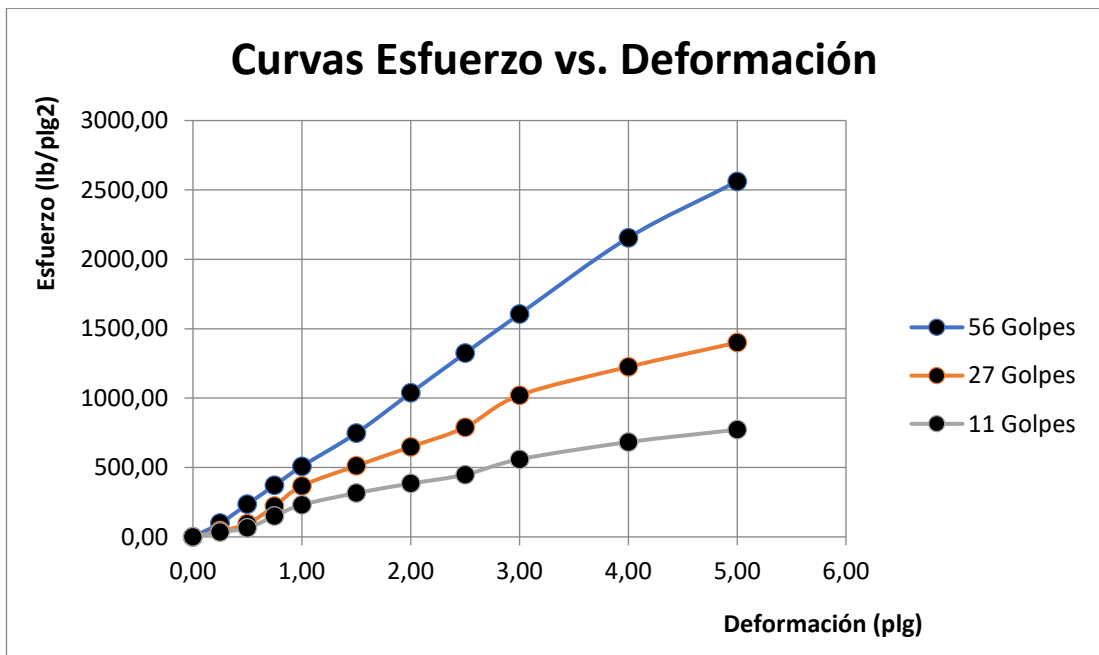


Elaborado por: Tixe Edison




TABLA 107: carga vs penetración suelo natural Km9+600

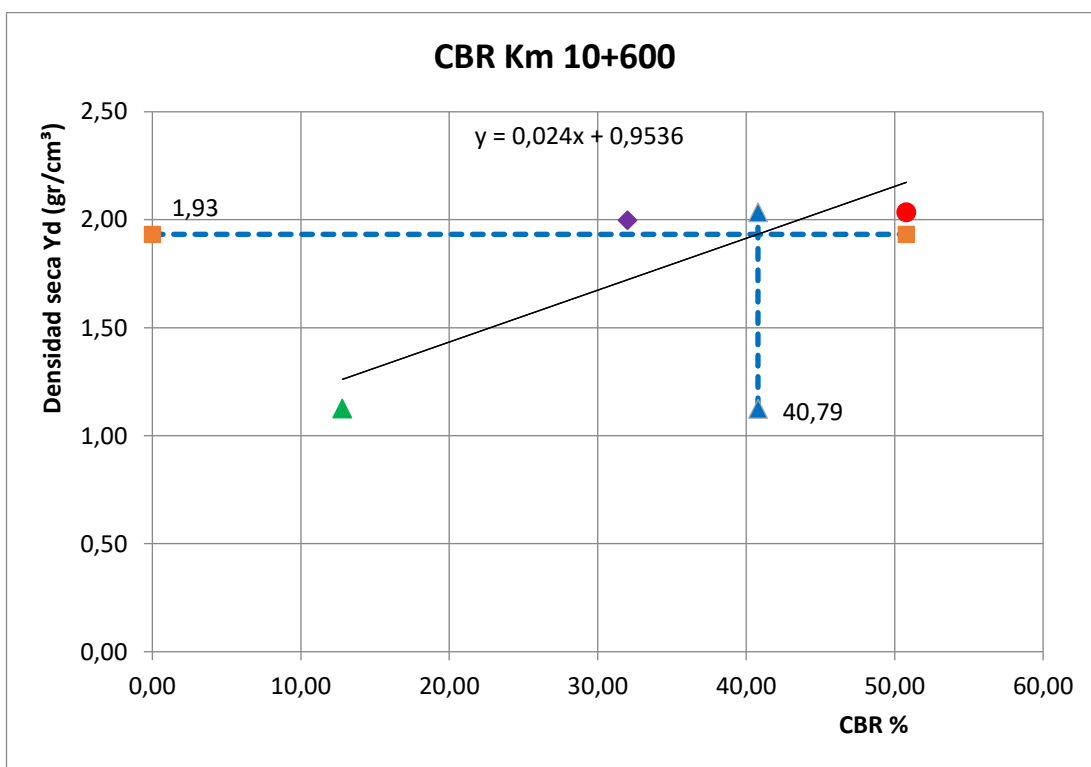
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM 1883-73						
Abscisa: km 9+600			Capa: Suelo natural						
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400									
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN									
No.de golpes	56			27			11		
Penetración	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
(plg -3)	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%	lb	lb/plg <sup>2</sup>	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	23	98,16		10	42,68		8	34,14	
50	55	234,74		22	93,90		15	64,02	
75	87	371,32		52	221,94		35	149,38	
100	119	507,89	50,79	86	367,05	36,70	54	230,47	23,05
150	175	746,90		120	512,16		74	315,83	
200	243	1037,12	103,71	152	648,74	64,87	90	384,12	38,41
250	310	1323,08		185	789,58		105	448,14	
300	376	1604,77		239	1020,05		131	559,11	
400	505	2155,34		287	1224,92		160	682,88	
500	600	2560,80		328	1399,90		181	772,51	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 108: Densidad de campo del suelo compactado CBR suelo natural Km 10+600

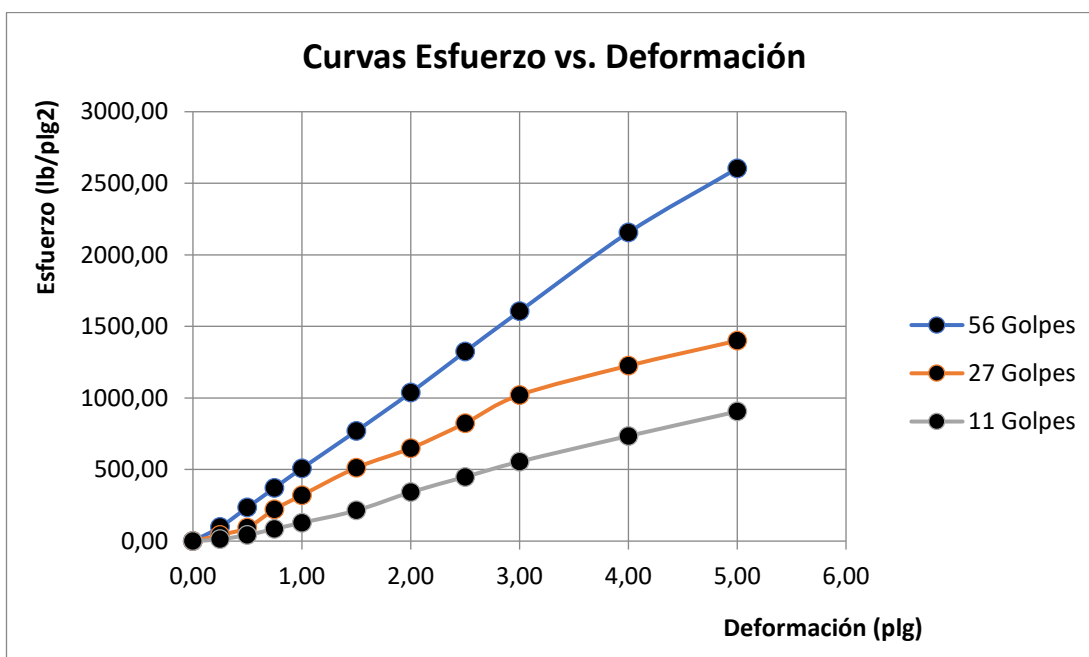
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
	Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM 1883-73			
	Abscisa: km 10+600			Capa: Suelo natural			
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400							
DENSIDADES DE CAMPO DEL SUELO COMPACTADO							
<b>1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra</b>							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	22114		22007		19829	
Peso del molde	gr	16851		16851		16851	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	5263		5156		2978	
<b>2. Determinación del volumen del recipiente</b>							
Diametro	cm	15,3		15,3		15,3	
Altura	cm	12,7		12,7		13	
Volumen de la masa (Vm)	cm <sup>3</sup>	2334,94		2334,94		2390,10	
<b>3. Determinación del contenido de humedad</b>							
Recipiente #		61	74	44	40	85	37
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	103,7	118,4	100,1	109,1	119,9	108,1
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	96,7	109,7	93	101	111,1	100,3
Peso recipiente (Wr)	gr	30,1	31,2	26,1	24,2	30,7	26
Peso agua (Ww)	gr	7	8,7	7,1	8,1	8,8	7,8
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	66,6	78,5	66,9	76,8	80,4	74,3
Contenido de humedad (W%)	%	10,51%	11,08%	10,61%	10,55%	10,95%	10,50%
Contenido de humedad promedio	%	10,80%		10,58%		10,72%	
<b>4. Peso volumétrico de la masa (Ym)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,25		2,21		1,25	
<b>5. Peso volumétrico seco (Yd)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,03		2,00		1,13	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 109: carga vs penetración suelo natural Km10+600

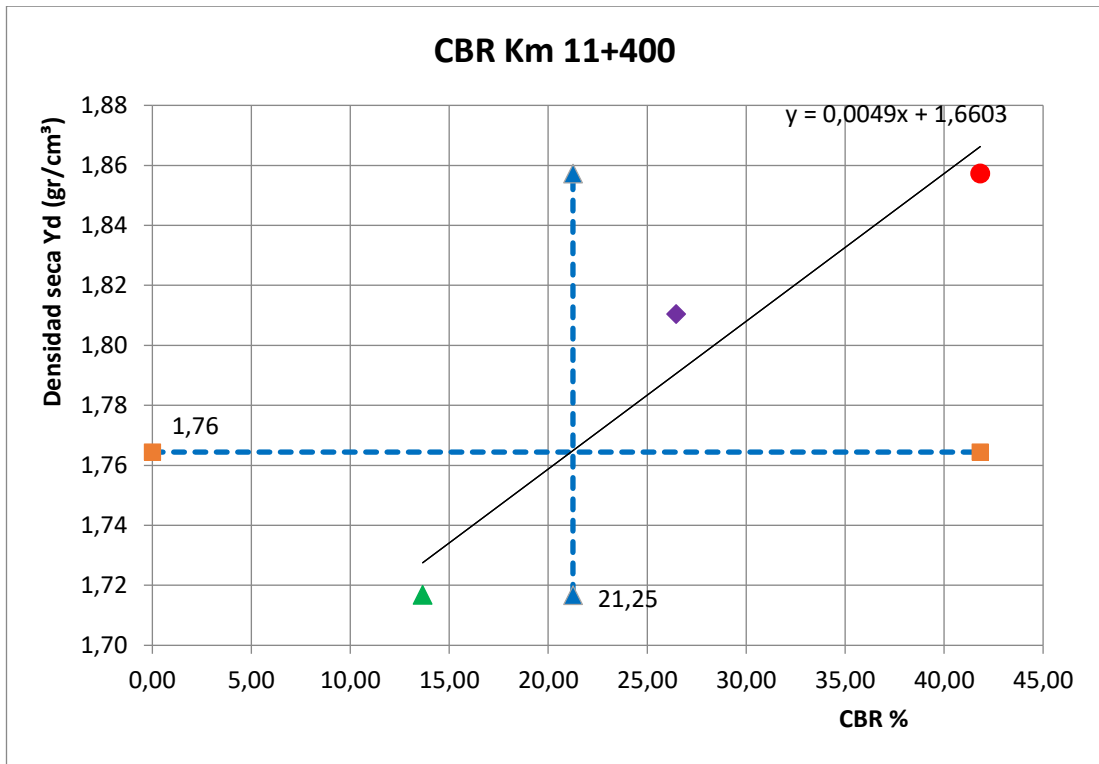
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM 1883-73			FICM			
Abscisa: km 10+600			Capa: Suelo natural			Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400			
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN									
No.de golpes	56			27			11		
Penetración (plg -3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	23	98,16		10	42,68		3	12,80	
50	55	234,74		22	93,90		10	42,68	
75	87	371,32		52	221,94		20	85,36	
100	119	507,89	50,79	75	320,10	32,01	30	128,04	12,80
150	180	768,24		120	512,16		50	213,40	
200	243	1037,12	103,71	152	648,74	64,87	80	341,44	34,14
250	310	1323,08		193	823,72		105	448,14	
300	376	1604,77		239	1020,05		130	554,84	
400	505	2155,34		287	1224,92		172	734,10	
500	610	2603,48		328	1399,90		212	904,82	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 110: Densidad de campo del suelo compactado CBR suelo natural Km 11+400

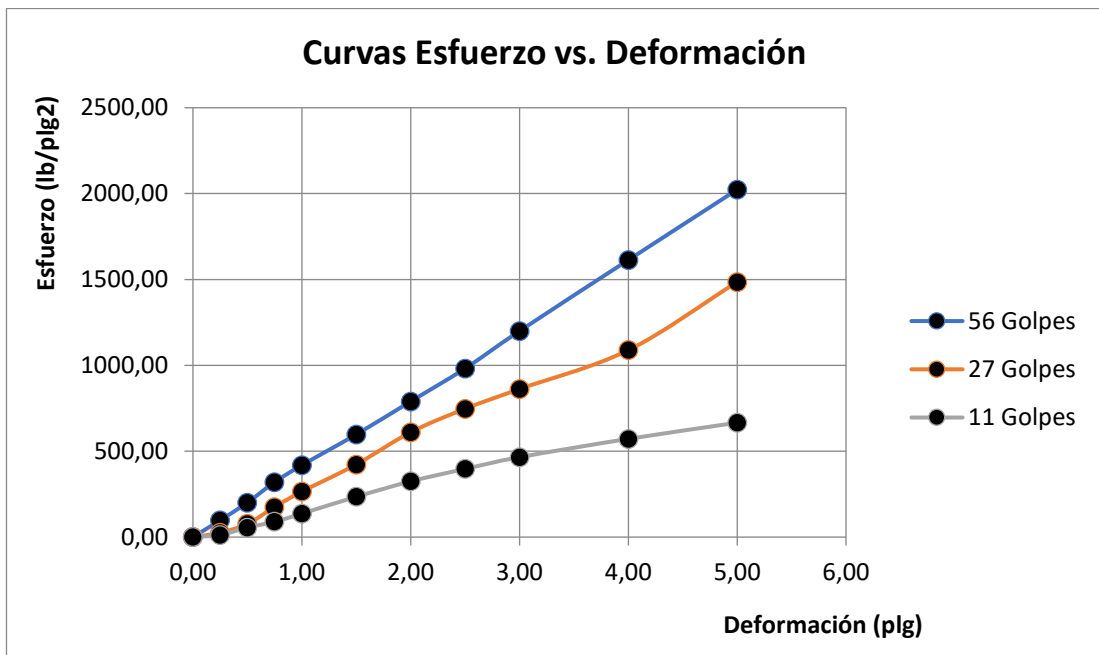
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja Abscisa: km 11+400		NORMA: ASSTM 1883-73 Capa: Suelo natural			
Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400							
DENSIDADES DE CAMPO DEL SUELO COMPACTADO							
<b>1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra</b>							
<b>Datos</b>	<b>Unidad</b>	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes			
Peso del molde + suelo	gr	20312	20188	19953			
Peso del molde	gr	15531	15531	15531			
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4781	4657	4422			
<b>2. Determinación del volumen del recipiente</b>							
Diametro	cm	15,3	15,3	15,3			
Altura	cm	12,6	12,6	12,6			
Volumen de la masa (Vm)	cm <sup>3</sup>	2316,56	2316,56	2316,56			
<b>3. Determinación del contenido de humedad</b>							
Recipiente #		60	46	64	48	43	35
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	88	93,9	112,6	129	100,6	117,6
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	82,2	87,1	104,3	120,1	92,9	108,3
Peso recipiente (Wr)	gr	31	24,8	30,7	37,8	24,5	24,7
Peso agua (Ww)	gr	5,8	6,8	8,3	8,9	7,7	9,3
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	51,2	62,3	73,6	82,3	68,4	83,6
Contenido de humedad (W%)	%	11,33%	10,91%	11,28%	10,81%	11,26%	11,12%
Contenido de humedad promedio	%	11,12%		11,05%		11,19%	
<b>4. Peso volumétrico de la masa (Ym)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2,06		2,01		1,91	
<b>5. Peso volumétrico seco (Yd)</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1,86		1,81		1,72	



Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 111: carga vs penetración suelo natural Km11+400



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Evaluado por: Edison Geovanny Tixe Granja			NORMA: ASSTM 1883-73						
Abscisa: km 11+400			Capa: Suelo natural			Nombre de la vía: Patate - Pillaro-Tramo 3 -Km 7+600 al Km 11+400			
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN									
No.de golpes	56			27			11		
Penetración	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
(plg -3)	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	23	98,16		6	25,61		3	12,80	
50	47	200,60		18	76,82		13	55,48	
75	75	320,10		41	174,99		21	89,63	
100	98	418,26	41,83	62	264,62	26,46	32	136,58	13,66
150	140	597,52		99	422,53		55	234,74	
200	185	789,58	78,96	143	610,32	61,03	76	324,37	32,44
250	230	981,64		175	746,90		93	396,92	
300	281	1199,31		202	862,14		109	465,21	
400	378	1613,30		255	1088,34		134	571,91	
500	474	2023,03		348	1485,26		156	665,81	



Elaborado por: Tixe Edison

## Anexo 10: Límite líquido y Plástico Capa Base

TABLA 112: Límite Líquido capa base km 8+600

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE LÍQUIDO</p> </div>  </div>								
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				NORMA: ASSIM D424-71				
ABSCISA: km1 8+600				AASHTO T-90-70 INEN 691				
Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	68	5	63	31	67	32	74	26
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr	31,5	31,4	33,3	33,6	29,5	29,1	33,7	29,8
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	26,3	26,3	28	28,5	25,1	24,8	28,6	25,6
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	10,8	11,1	11,1	12,8	11,4	11,2	11,6	11,2
Peso del agua (Ww) gr	5,2	5,1	5,3	5,1	4,4	4,3	5,1	4,2
Peso de los sólidos (Ws) gr	15,5	15,2	16,9	15,7	13,7	13,6	17	14,4
Contenido de humedad (w%)	33,55%	33,55%	31,36%	32,48%	32,12%	31,62%	30,00%	29,17%
Contenido de humedad promedio	33,55%		31,92%		31,87%		29,58%	
Número de golpes	8		18		28		31	
Límite Líquido	30,97%							

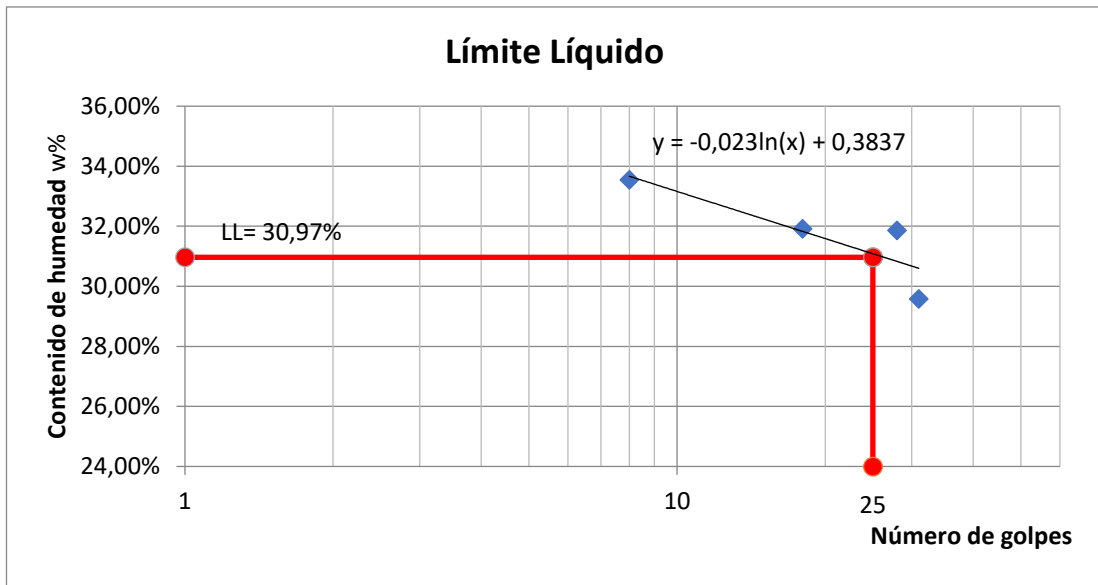






TABLA 113: Límite plástico capa base km 8+600

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
<b>EVALUADO POR:</b> Edison Tixe Granja <b>ABSCISA:</b> km 8+600		<b>NORMA:</b>		<b>ASTM D424-71</b> <b>AASHTO T-90-70</b> <b>INEN 691</b>			
							
Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		18	5	4	1	10	90
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,6	11,5	11,8	12,1	12,2	11,9
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,5	11,3	11,7	11,8	12	11,7
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	10,8	10,7	10,7	10,8
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,9	1	1	1,4	1,5	1,1
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3	0,9
Contenido de humedad w%	%	12,50%	25,00%	11,11%	27,27%	15,38%	22,22%
Contenido de humedad promedio w%	%	24,83%					
Límite plástico	%	24,83%					
Índice plástico	%	6,13%					

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 114: Límite Líquido capa base km 9+600

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE LÍQUIDO</b>								
<b>EVALUADO POR:</b> Edison Tixe Granja <b>ABSCISA:</b> km 9+600			<b>NORMA:</b>			<b>ASTM D424-71</b> <b>AASHTO T-90-70</b> <b>INEN 691</b>		
								
Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	65	12	21	23	70	78	71	34
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.) gr	24,1	26,9	25,9	24,7	28,4	29,1	27,2	26,4
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	19,6	21,5	21,3	20,5	23,2	23,9	22,7	22
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	10,9	11	11,1	11,1	10,9	11,6	11,3	11,1
Peso del agua (Ww) gr	4,5	5,4	4,6	4,2	5,2	5,2	4,5	4,4
Peso de los sólidos (Ws) gr	8,7	10,5	10,2	9,4	12,3	12,3	11,4	10,9
Contenido de humedad (ω%)	51,72%	51,43%	45,10%	44,68%	42,28%	42,28%	39,47%	40,37%
Contenido de humedad promedio	51,58%		44,89%		42,28%		39,92%	
Número de golpes	6		12		22		39	
Límite Líquido	41,85%							

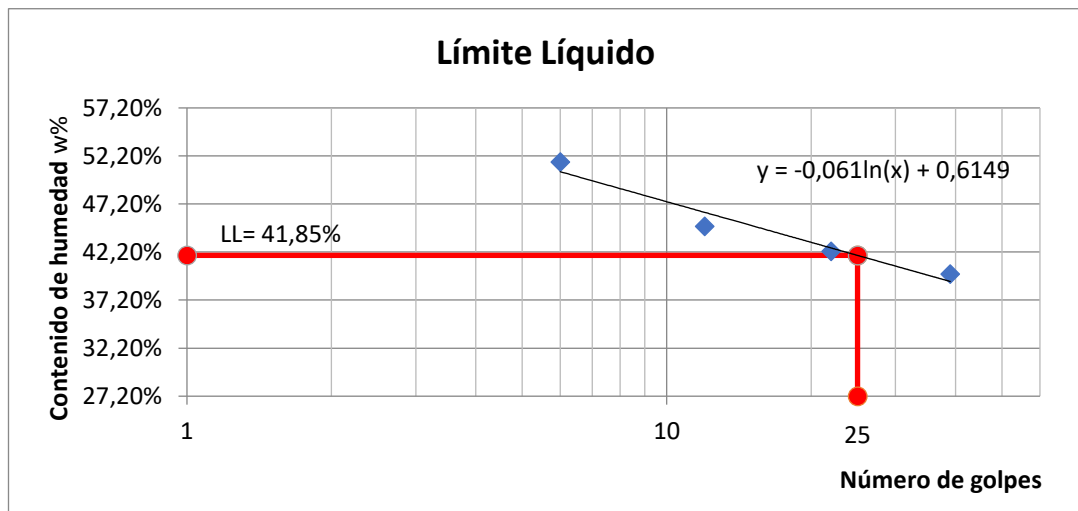


TABLA 115: Límite plástico capa base km 9+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITE PLÁSTICO							
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja		NORMA:		ASSTIM D424-71			
ABSCISA: km 9+600				AASHTO T-90-70			
				INEN 691			
Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		7A	7B	7C	7D	7E	7F
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,5	11,1	11,1	11	11,6	11,3
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,4	11	11	10,9	11,4	11,2
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	10,6	10,6	10,8	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,8	0,6	0,5	0,4	0,8	0,6
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,7	0,5	0,4	0,3	0,6	0,5
Contenido de humedad w%	%	14,29%	20,00%	25,00%	33,33%	33,33%	20,00%
Contenido de humedad promedio w%	%	24,58%					
Límite plástico	%	24,58%					
Índice plástico	%	17,27%					

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 116: Límite Líquido capa base km 10+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
LÍMITE LÍQUIDO								
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja			NORMA:			ASSTIM D424-71		
ABSCISA: km 10+600						AASHTO T-90-70		
						INEN 691		
Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	65	12	71	34	70	78	21	23
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip) gr	32,9	33,5	33,3	33,1	29,7	30,4	39,6	39,7
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	27,5	28	28,3	28,1	25,7	26,4	33,3	33,5
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	10,9	11	11,3	11,1	10,9	11,6	11,1	11,1
Peso del agua (Ww) gr	5,4	5,5	5	5	4	4	6,3	6,2
Peso de los sólidos (Ws) gr	16,6	17	17	17	14,8	14,8	22,2	22,4
Contenido de humedad (ω%)	32,53%	32,35%	29,41%	29,41%	27,03%	27,03%	28,38%	27,68%
Contenido de humedad promedio	32,44%		29,41%		27,03%		28,03%	
Número de golpes	6		18		22		37	
Límite Líquido	28,04%							

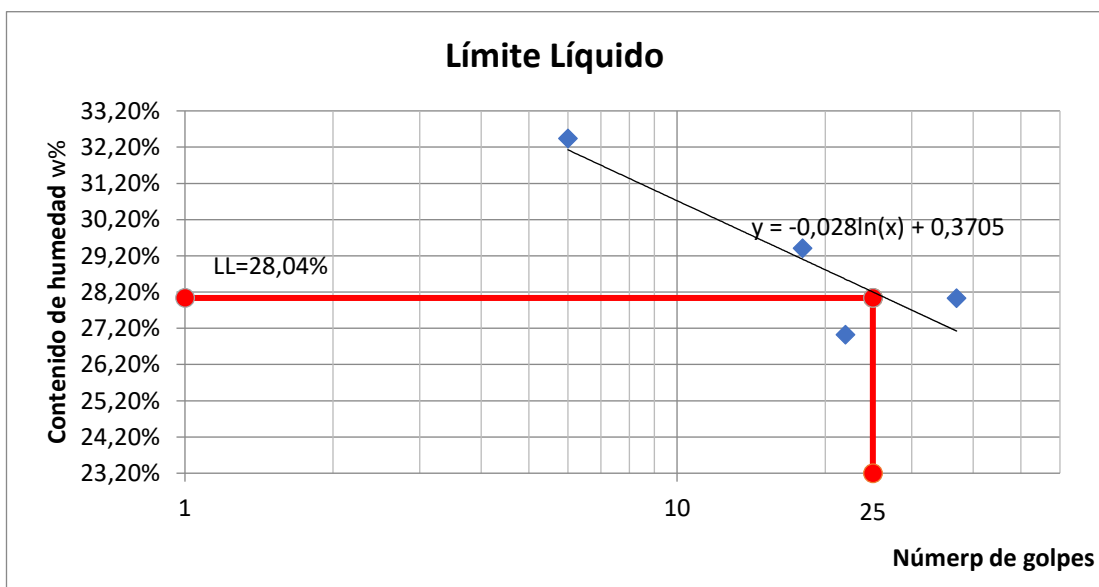




TABLA 117: Límite plástico capa base km 10+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITE PLÁSTICO							
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				ASSTIM D424-71			
ABSCISA: km10+600				NORMA: AASHTO T-90-70			
				INEN 691			
<b>Determinación del contenido de humedad w%</b>							
Recipiente número		18	5	4	1	10	90
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,6	11,3	11,6	11,5	11,4	11,5
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,4	11,1	11,5	11,4	11,3	11,4
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	10,8	10,7	10,6	10,8
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
Peso del agua (Ww)	gr	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6
Contenido de humedad w%	%	28,57%	33,33%	14,29%	14,29%	14,29%	16,67%
Contenido de humedad promedio w%	%	25,40%					
Límite plástico	%	25,40%					
Índice plástico	%	2,64%					

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 118: Límite Líquido capa base km 11+400

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
LÍMITE LÍQUIDO								
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				ASSTIM D424-71				
ABSCISA: km 11+400				NORMA: AASHTO T-90-70				
				INEN 691				
Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	65	12	71	34	70	78	21	23
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.) gr	32,9	33,5	33,3	33,1	29,7	30,4	39,6	39,7
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	27,5	28	28,3	28,1	25,7	26,3	33,3	33,5
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	10,9	11	11,3	11,1	10,9	11,6	11,1	11,1
Peso del agua (Ww) gr	5,4	5,5	5	5	4	4,1	6,3	6,2
Peso de los sólidos (Ws) gr	16,6	17	17	17	14,8	14,7	22,2	22,4
Contenido de humedad (w%)	32,53%	32,35%	29,41%	29,41%	27,03%	27,89%	28,38%	27,68%
Contenido de humedad promedio	32,44%		29,41%		27,46%		28,03%	
Número de golpes	6		18		22		37	
Límite Líquido	28,30%							

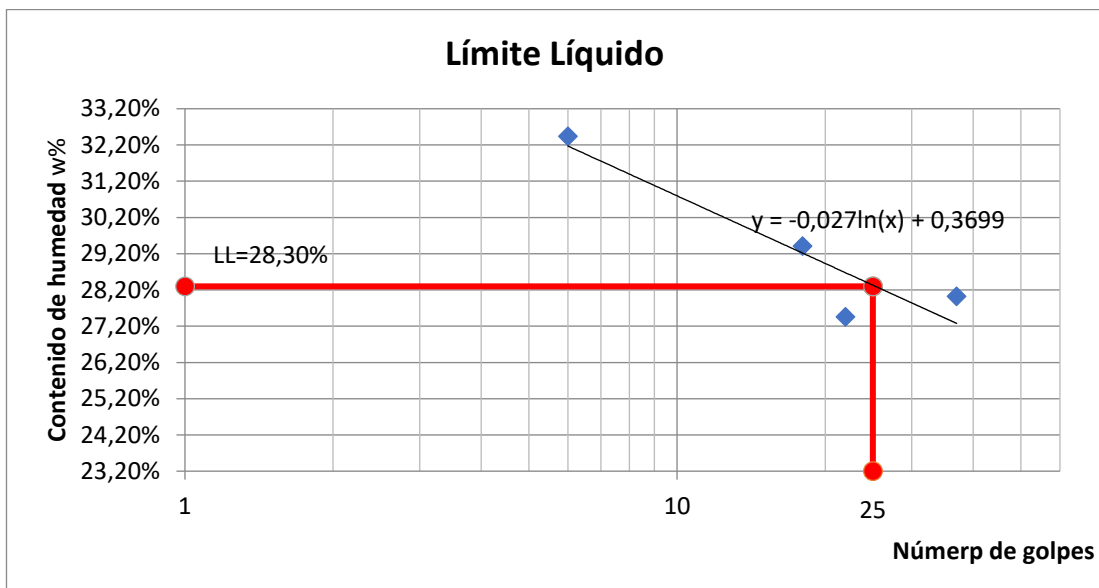






TABLA 119: : Límite plástico capa base km 11+400

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE PLÁSTICO							
		EVALUADO POR: Edison Tixe Granja ABSCISA: km11+400		NORMA: ASSTIM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691			
<b>Determinación del contenido de humedad w%</b>							
Recipiente número		18	5	4	1	10	90
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,5	11,3	11,6	11,5	11,5	11,5
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,4	11,1	11,5	11,4	11,3	11,4
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	10,8	10,9	10,6	10,8
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,8	0,8	0,8	0,6	0,9	0,7
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,7	0,6	0,7	0,5	0,7	0,6
Contenido de humedad w%	%	14,29%	33,33%	14,29%	20,00%	28,57%	16,67%
Contenido de humedad promedio w%	%	27,30%					
Límite plástico	%	27,30%					
Índice plástico	%	1,00%					

Elaborado por: Tixe Edison

## Anexo 11: Límite líquido y Plástico Suelo Natural

TABLA 120: Límite Líquido suelo natural km 8+600

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE LÍQUIDO</p> </div>  </div>								
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja ABSCISA: km 8+600			NORMA:			ASSTMD424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691		
Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	63	31	68	5	67	32	74	26
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip) gr	34,6	32,7	30,1	28	32,7	34,1	32,5	27,8
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	28,2	27,4	25,1	23,5	27,6	28,7	27,4	23,8
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,1	12,8	10,8	11,1	11,4	11,2	11,6	11,2
Peso del agua (Ww) gr	6,4	5,3	5	4,5	5,1	5,4	5,1	4
Peso de los sólidos (Ws) gr	17,1	14,6	14,3	12,4	16,2	17,5	15,8	12,6
Contenido de humedad (ω%)	37,43%	36,30%	34,97%	36,29%	31,48%	30,86%	32,28%	31,75%
Contenido de humedad promedio	36,86%		35,63%		31,17%		32,01%	
Número de golpes	6		12		28		37	
Límite Líquido	32,51%							

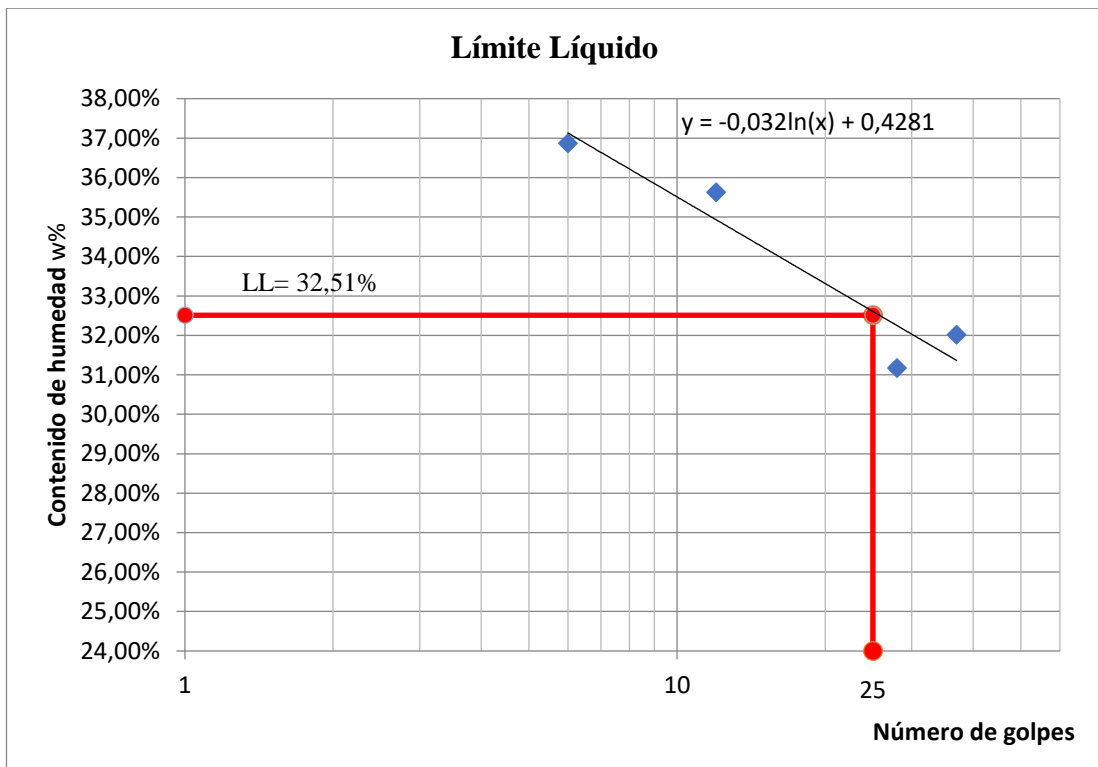


TABLA 121: Límite Plástico suelo natural km 8+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITE PLÁSTICO							
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				NORMA: ASSTM D424-71			
ABSCISA: km 8+600				AASHTO T-90-70			
				INEN 691			
Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		7A	7B	7C	7D	7E	7F
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,2	11,2	11	11,5	11,4	11,5
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,1	11,1	10,9	11,3	11,3	11,3
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	10,6	10,6	10,8	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,5	0,7	0,4	0,9	0,6	0,8
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,4	0,6	0,3	0,7	0,5	0,6
Contenido de humedad w%	%	25,00%	16,67%	33,33%	28,57%	20,00%	33,33%
Contenido de humedad promedio w%	%	30,06%					
Límite plástico	%	30,06%					
Índice plástico	%	2,45%					

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 122: Límite Líquido suelo natural km 9+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
LÍMITE LÍQUIDO								
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				NORMA: ASSTM D424-71				
ABSCISA: km 9+600				AASHTO T-90-70				
				INEN 691				
Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	65	12	21	23	70	78	71	34
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.)gr	30	28,3	29,6	28,5	32,1	32	30,7	31
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	24,6	23,5	24,9	24,1	26,9	26,9	26,1	26,3
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	10,9	11	11,1	11,1	10,9	11,6	11,3	11,1
Peso del agua (Ww) gr	5,4	4,8	4,7	4,4	5,2	5,1	4,6	4,7
Peso de los sólidos (Ws) gr	13,7	12,5	13,8	13	16	15,3	14,8	15,2
Contenido de humedad (w%)	39,42%	38,40%	34,06%	33,85%	32,50%	33,33%	31,08%	30,92%
Contenido de humedad promedio	38,91%		33,95%		32,92%		31,00%	
Número de golpes	6		18		24		38	
Límite Líquido	32,70%							

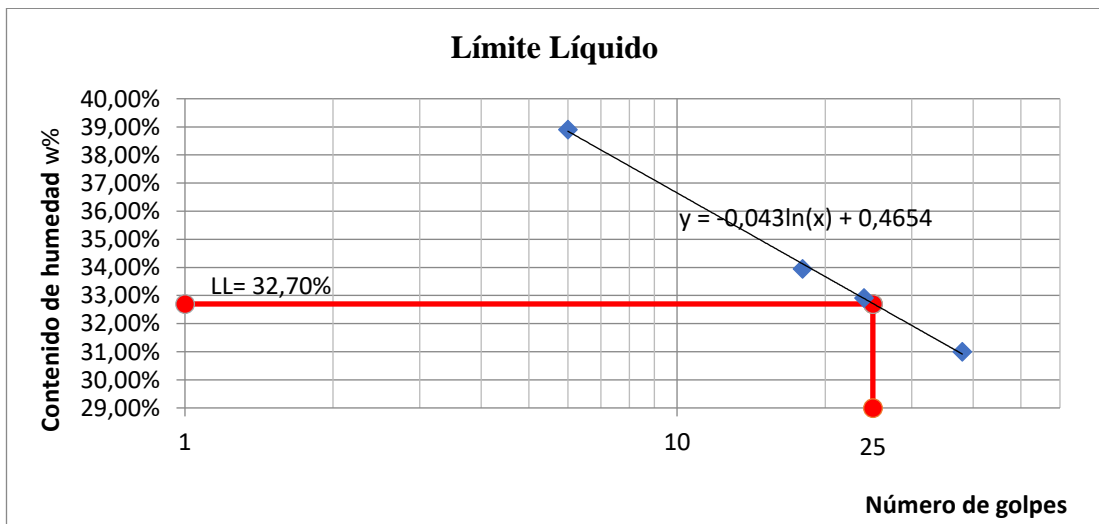


TABLA 123: Límite Plástico suelo natural km 9+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITE PLÁSTICO							
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				NORMA: ASSTM D424-71			
ABSCISA: km 9+600				AASHTO T-90-70			
				INEN 691			
Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		18	5	4	1	10	90
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,1	11,4	11,7	11,5	11,4	11,7
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11	11,2	11,5	11,3	11,3	11,5
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	10,8	10,7	10,7	10,8
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,4	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,3	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7
Contenido de humedad w%	%	33,33%	28,57%	28,57%	33,33%	16,67%	28,57%
Contenido de humedad promedio w%	%	30,48%					
Límite plástico	%	30,48%					
Índice plástico	%	2,22%					

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 124: Límite Líquido suelo natural km 10+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITE LÍQUIDO							
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				NORMA: ASSTM D424-71			
ABSCISA: km 10+600				AASHTO T-90-70			
				INEN 691			
Datos							
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40
Recipiente N.-	63	31	68	5	67	32	74
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.) gr	36,6	41,2	39,7	40,6	36,7	34,6	37,6
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	30	33,7	32,7	33,6	30,7	29,3	31,9
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,1	12,8	10,8	11,1	11,4	11,2	11,6
Peso del agua (Ww) gr	6,6	7,5	7	7	6	5,3	5,7
Peso de los sólidos (Ws) gr	18,9	20,9	21,9	22,5	19,3	18,1	20,3
Contenido de humedad (w%)	34,92%	35,89%	31,96%	31,11%	31,09%	29,28%	28,08%
Contenido de humedad promedio	35,40%		31,54%		30,18%		29,31%
Número de golpes	6		13		21		36
Límite Líquido	30,10%						

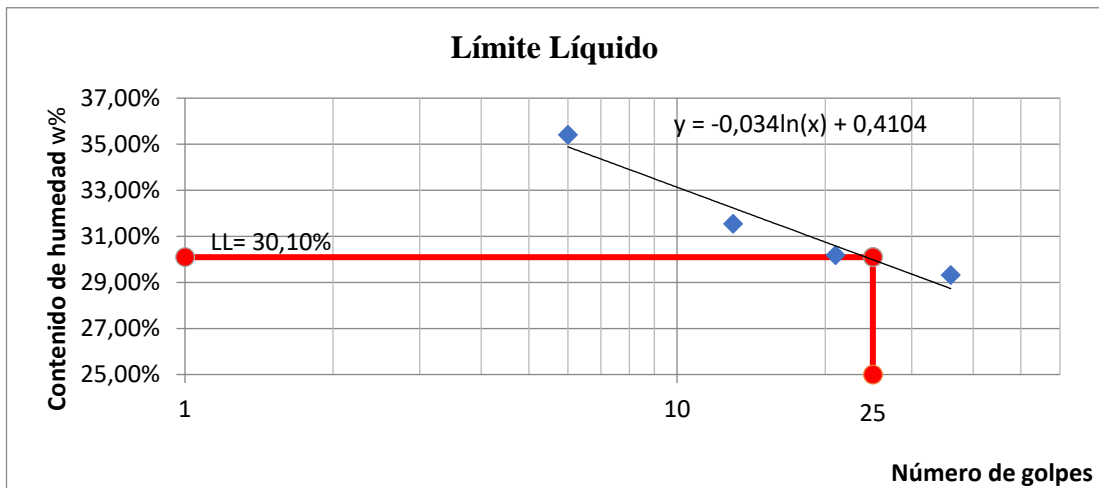


TABLA 125: Límite Plástico suelo natural km 10+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITE PLÁSTICO							
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				NORMA: ASSTM D424-71			
ABSCISA: km 10+600				AASHTO T-90-70			
				INEN 691			
Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		7A	7B	7C	7D	7E	7F
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,2	11,3	11,4	11,6	11,6	11,7
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,1	11,2	11,2	11,4	11,5	11,5
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	10,6	10,6	10,8	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,5	0,8	0,8	1	0,8	1
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,4	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8
Contenido de humedad w%	%	25,00%	14,29%	33,33%	25,00%	14,29%	25,00%
Contenido de humedad promedio w%	%	25,00%					
Límite plástico	%	25,00%					
Índice plástico	%	5,10%					

Elaborado por: Tixe Edison

TABLA 126: Límite Líquido suelo natural km 11+400

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITE LÍQUIDO							
EVALUADO POR: Edison Tixe Granja				NORMA: ASSTM D424-71			
ABSCISA: km 11+400				AASHTO T-90-70			
				INEN 691			
Datos							
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40
Recipiente N.-	63	31	68	5	67	32	74 26
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr	36,7	41,1	39,8	40,9	36,7	34,9	37,9 37,5
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	30	33,7	32,7	33,6	30,7	29,3	31,9 31,5
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,1	12,8	10,8	11,1	11,4	11,2	11,6 11,2
Peso del agua (Ww) gr	6,7	7,4	7,1	7,3	6	5,6	6 6
Peso de los sólidos (Ws) gr	18,9	20,9	21,9	22,5	19,3	18,1	20,3 20,3
Contenido de humedad (w%)	35,45%	35,41%	32,42%	32,44%	31,09%	30,94%	29,56% 29,56%
Contenido de humedad promedio	35,43%		32,43%		31,01%		29,56%
Número de golpes	6		13		21		36
Límite Líquido	30,50%						

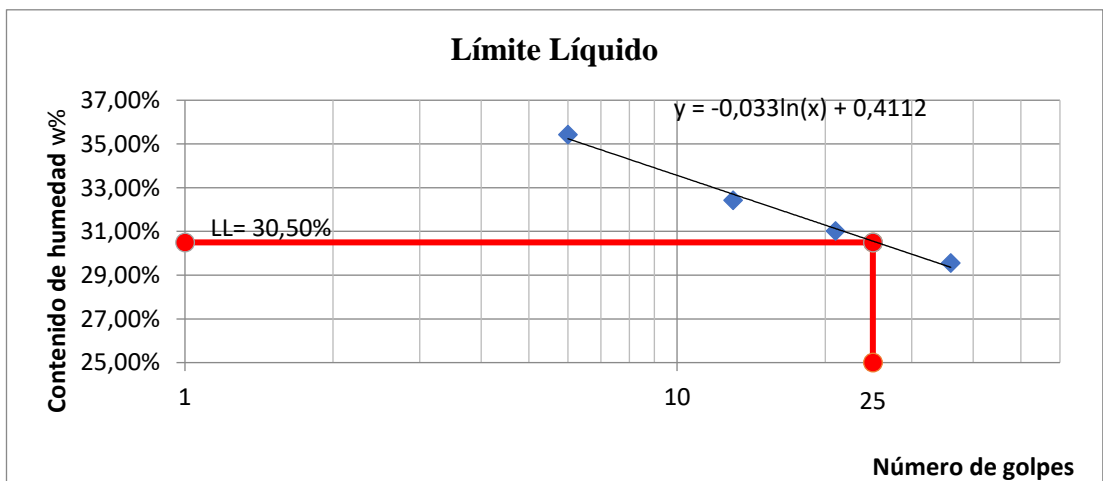


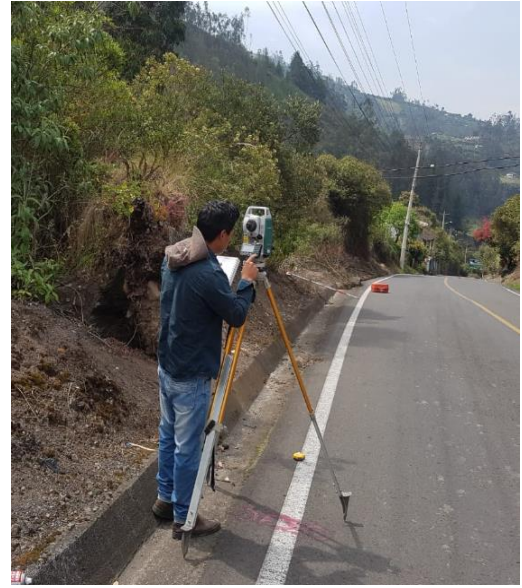


TABLA 127: Límite Plástico suelo natural km 11+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE PLÁSTICO								
		EVALUADO POR: Edison Tixe Granja ABSCISA: km 11+400			NORMA: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691			
Determinación del contenido de humedad w%								
Recipiente número		7A	7B	7C	7D	7E	7F	
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,2	11,4	11,4	11,5	11,6	11,8	
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,1	11,2	11,2	11,4	11,5	11,5	
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	10,6	10,6	10,8	10,7	
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,5	0,9	0,8	0,9	0,8	1,1	
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,4	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8	
Contenido de humedad w%	%	25,00%	28,57%	33,33%	12,50%	14,29%	37,50%	
Contenido de humedad promedio w%	%	28,97%						
Límite plástico	%	28,97%						
Índice plástico	%	1,53%						

Elaborado por: Tixe Edison

## Anexo 12: Imágenes



## Levantamiento Georreferenciado de la vía



## Ensayo Viga Benkelman





**Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)**



**Extracción de muestras de suelo**



**Ensayos de granulometría**



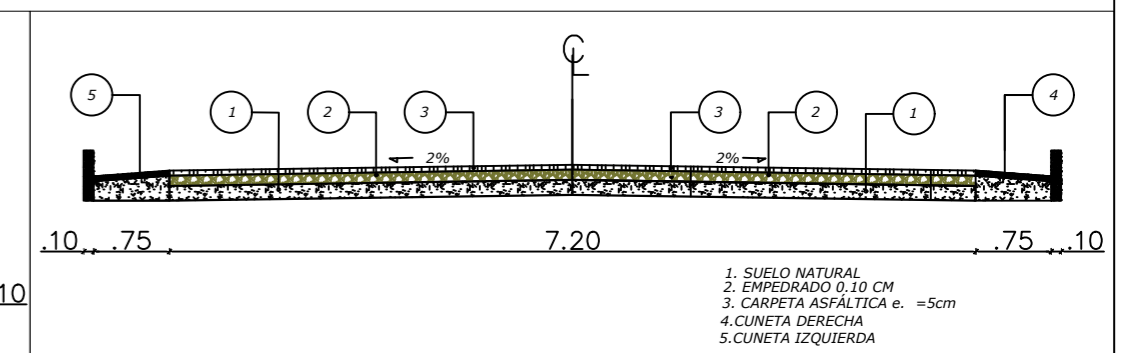
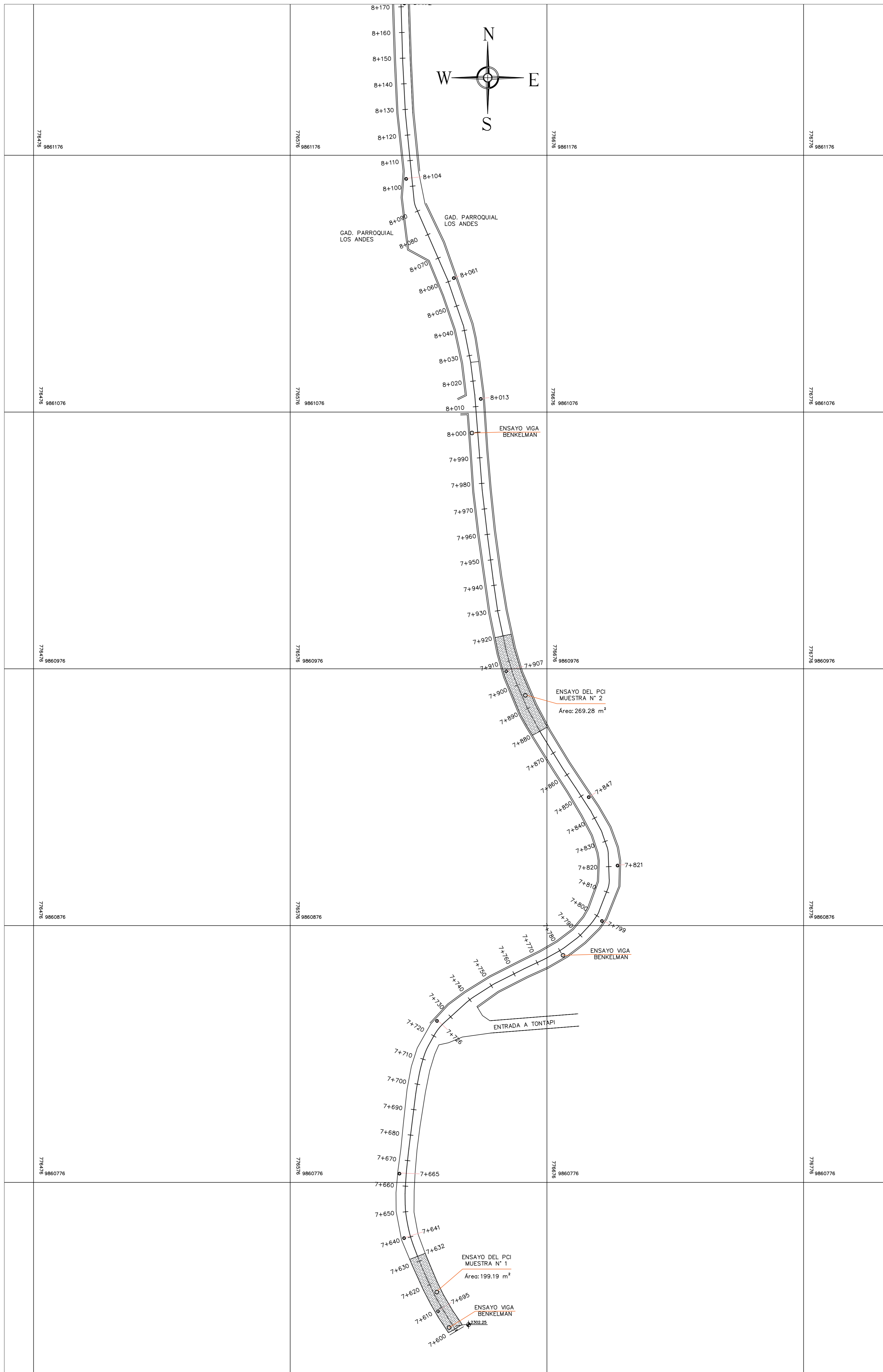
**Ensayo de Proctor modificado y CBR**



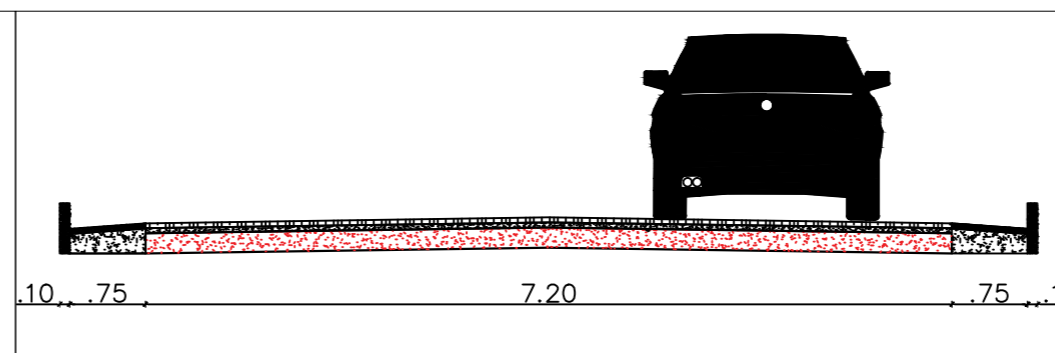
## Ensayos de límites de Atterberg

### Anexo 13: Planos

TRAMO 3 (km 7+600 AL km 8+170)



CORTE TRANSVERSAL Y DETALLE DE VÍA



DETALLE DE VÍA

**SIMBOLOGIA**

- POZO
- NÚMERO DE MUESTRA
- ENSAYOS VIGA BENKELMAN
- ESTACION DE CONTEO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CÁTEDRA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: CAMBIO DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

OBJETIVO: REALIZAR EL DISEÑO DE LA OBRA DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA VÍA PATATE - PILLANO EN EL TRAMO KM 7+600 AL 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

PROYECTISTA: TUNGURAHUA  
 CANTÓN PATATE  
 PARROQUIA LOS ANDES

LEVANTO: 1/7  
 DIBUJO:

Elaborado por: Egoiz, Edison Tive  
 Revisado por: Egoiz, Edison Tive  
 Aprobado por: Egoiz, Edison Tive

FECHA: 17/04/2019

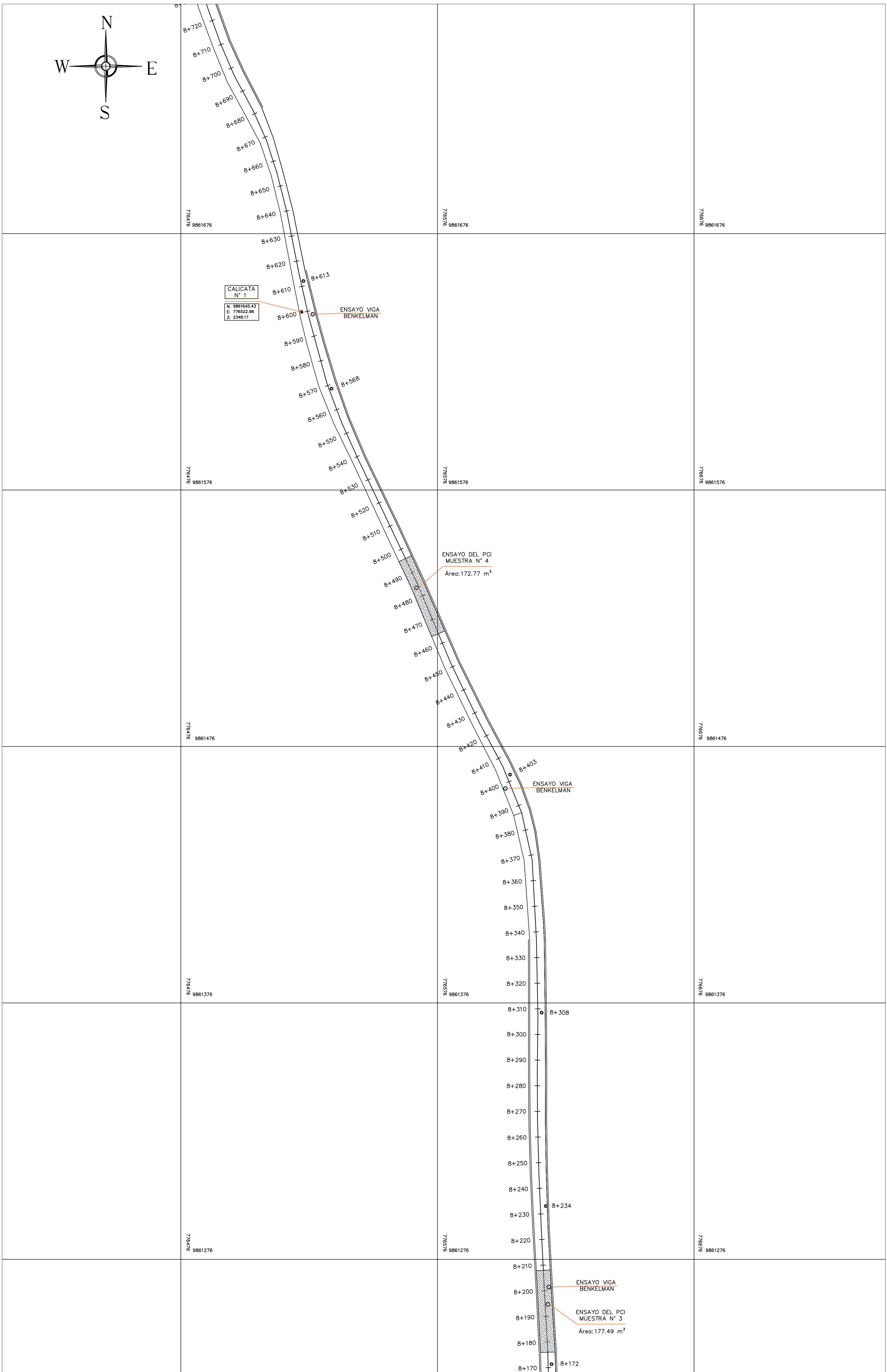
COPIAS: UNO (PARTE DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA)  
 DOS (UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBA)  
 TRES (PROYECTISTA)

OTRAS ACCIONES:

SELLOS Y APROBACIONES:

TRAMO 3 (km 8+170 AL km 8+730)

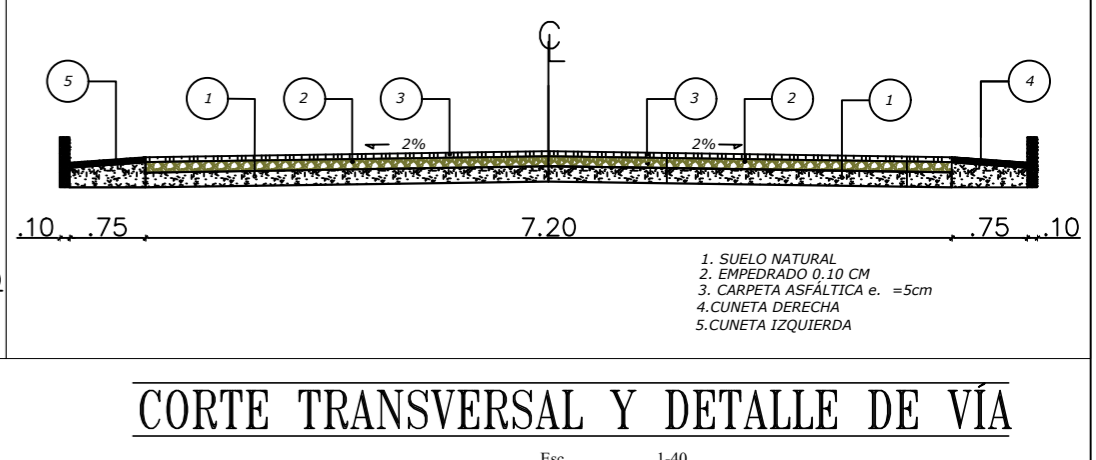
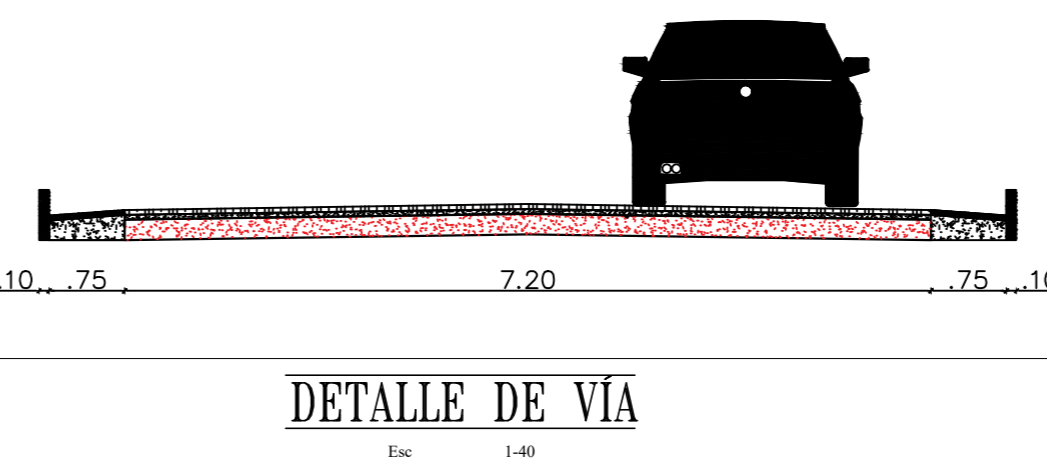
Esc: 1:250

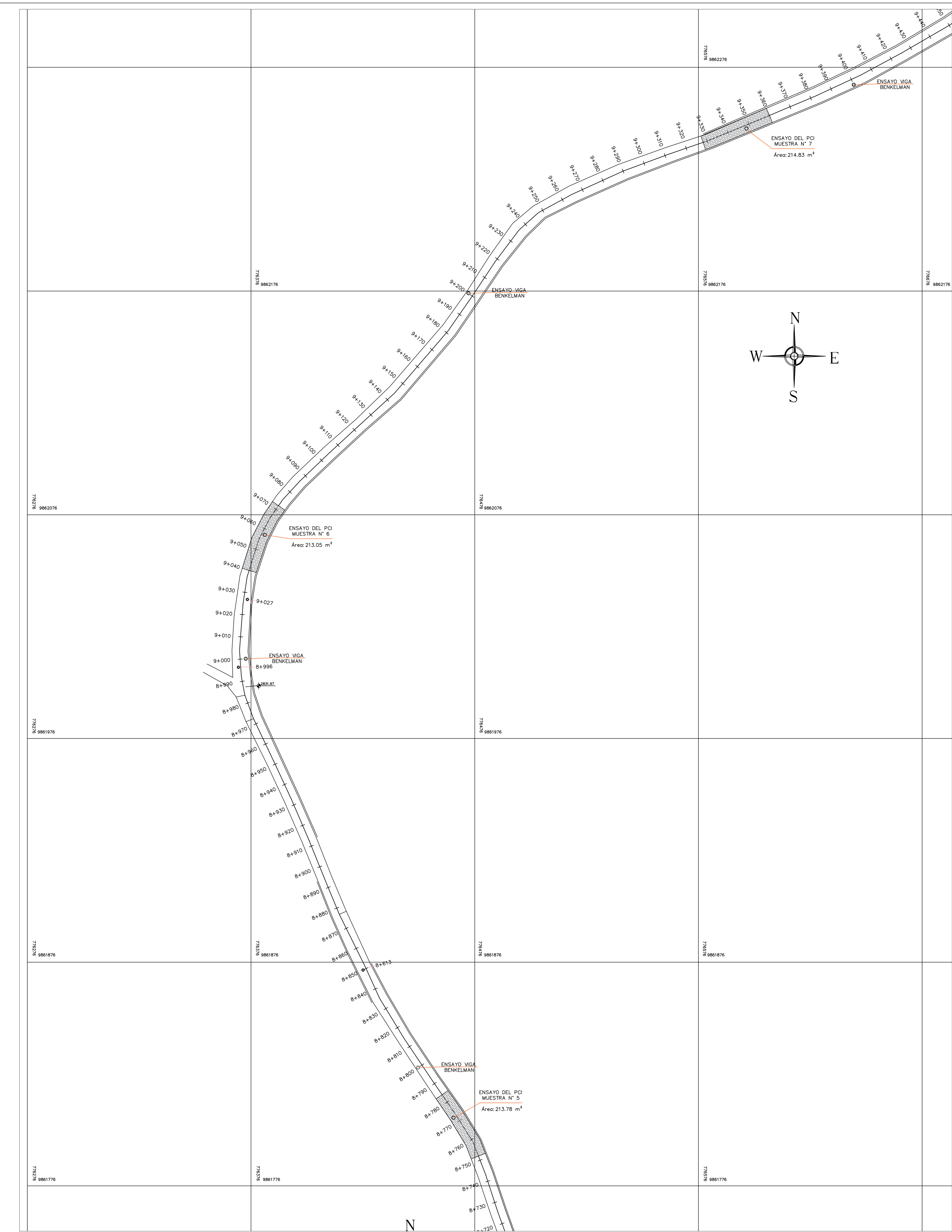


<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p>	
<p>PROYECTO: Construcción del Proyecto de Construcción de la Estación de Bombeo de la Cuenca de Bombarón de la vía Pícaro - Pilalao en el Tramo Km 7+000 al km 1+800 de la Provincia de Tungurahua.</p>	
<p>PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: PATATE PARROQUIA: LOS ANDES</p>	
LEVANTO:	ELABORA:
DIBUJO:	2/7
<p>Elaborado por: Egoa, Edison Tine Revisado por: Egoa, Edison Tine Aprobado por: Egoa, Edison Tine Fecha: 18/05/2019</p>	
<p>COPIE: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO OBSERVACIONES:</p>	
<p>SELLOS Y APROBACION:</p>	

POZO	NÚMERO DE MUESTRA
ENSAYOS VIGA BENKELMAN	ESTACIÓN DE CONTEO

SIMBOLOGÍA





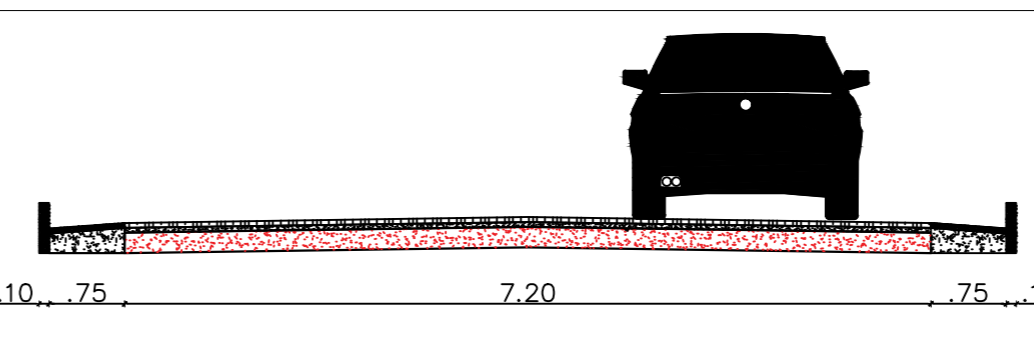
**TRAMO 3 (km 8+730 AL km 9+440)**

Esc. 1:750

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CÁMERA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: <b>CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE CONSERVACION DE LA CARRETERA DE LA CABA DE BORDABUENA VIA PATATE - PILLANO EN EL TRAMO km 7+600 al km 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA</b>	LÁMINA: <b>3/7</b> CANTÓN PATATE PARROQUIA LOS ANDES
LEVANTO:	DIBUJO:
Diseñado por: <b>España, Esteban Tineo</b> Revisado por: <b>Esteban Tineo</b> Autorizado por: <b>Esteban Tineo</b> INGENIEROS: <b>Esteban Tineo</b> C.O.E.: <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> OBSERVACIONES:	Escala: <b>1:750</b> Año: <b>2019</b>
SELOS Y APROBACION:	

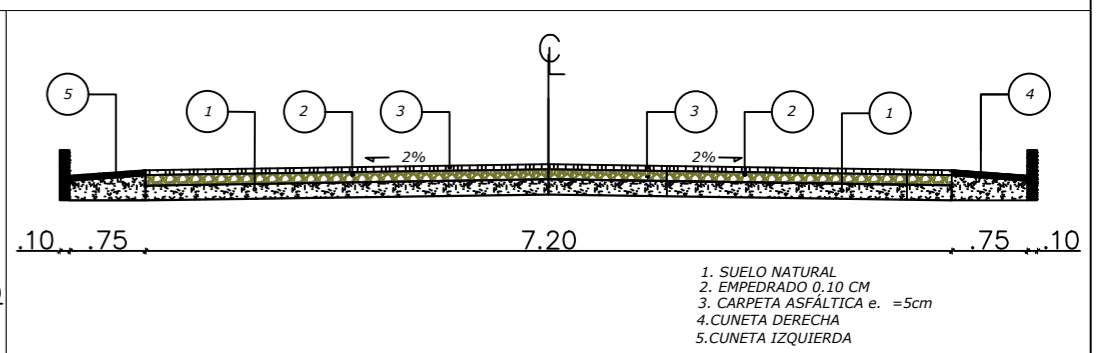
**SIMBOLOGIA**

- POZO
- NÚMERO DE MUESTRA
- ENSAYOS VIGA BENKELMAN
- ESTACION DE CONTEO



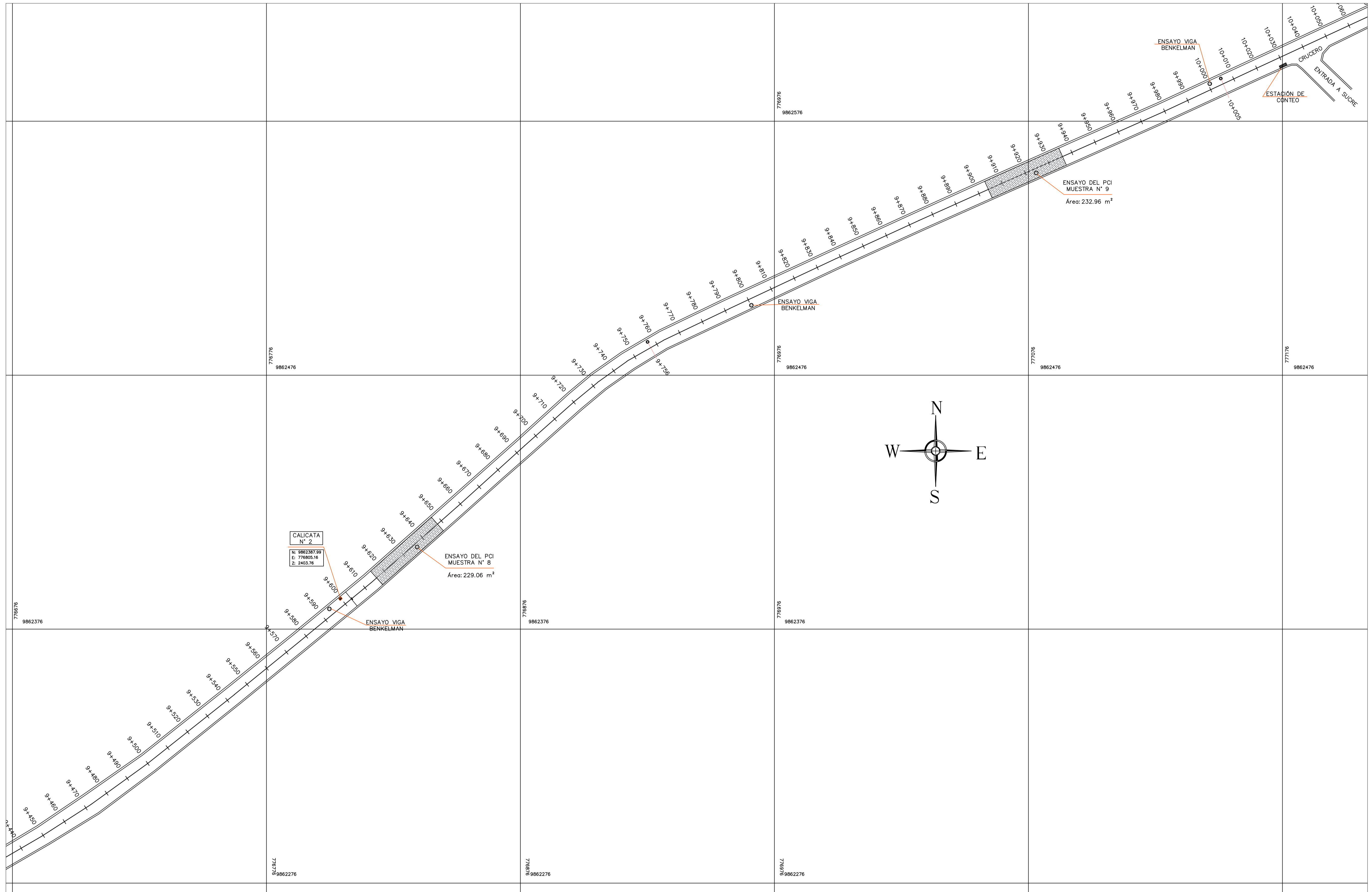
**DETALLE DE VIA**

Esc. 1:40



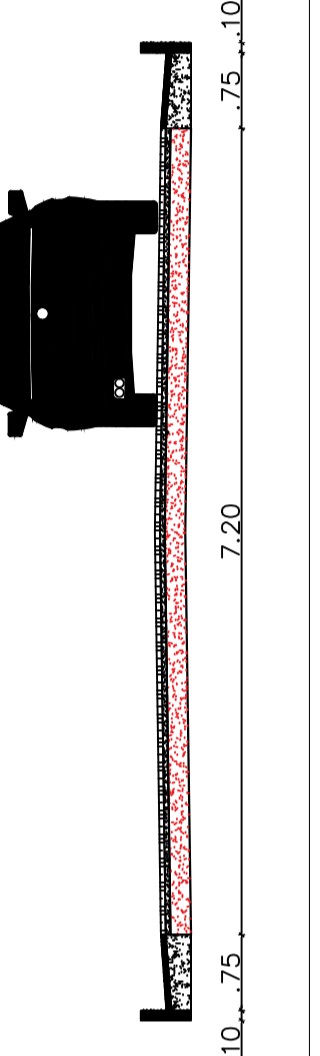
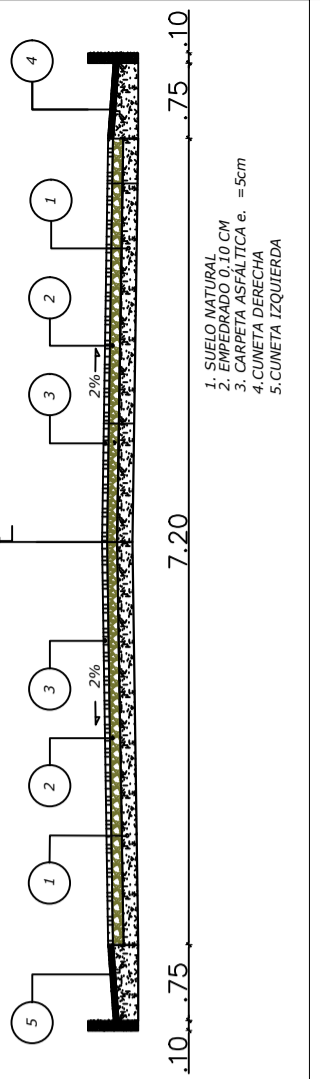
**CORTE TRANSVERSAL Y DETALLE DE VIA**

Esc. 1:40



TRAMO 3 (km 9+440 AL km 10+060)

Esc. 1:750



CORTE TRANSVERSAL Y DETALLE DE VIA

DETALLE DE VIA

SIMBOLOGÍA

- POZO
- NÚMERO DE MUESTRA
- ENSAYOS VIGA BENKELMAN
- ESTACIÓN DE CONTEO

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

PROYECTO:  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO Km 7+600 al 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

PROVINCIA: TUNGURAHUA LÁMINA:  
CANTÓN: PATATE PARROQUIA: LOS ANDES 4/7

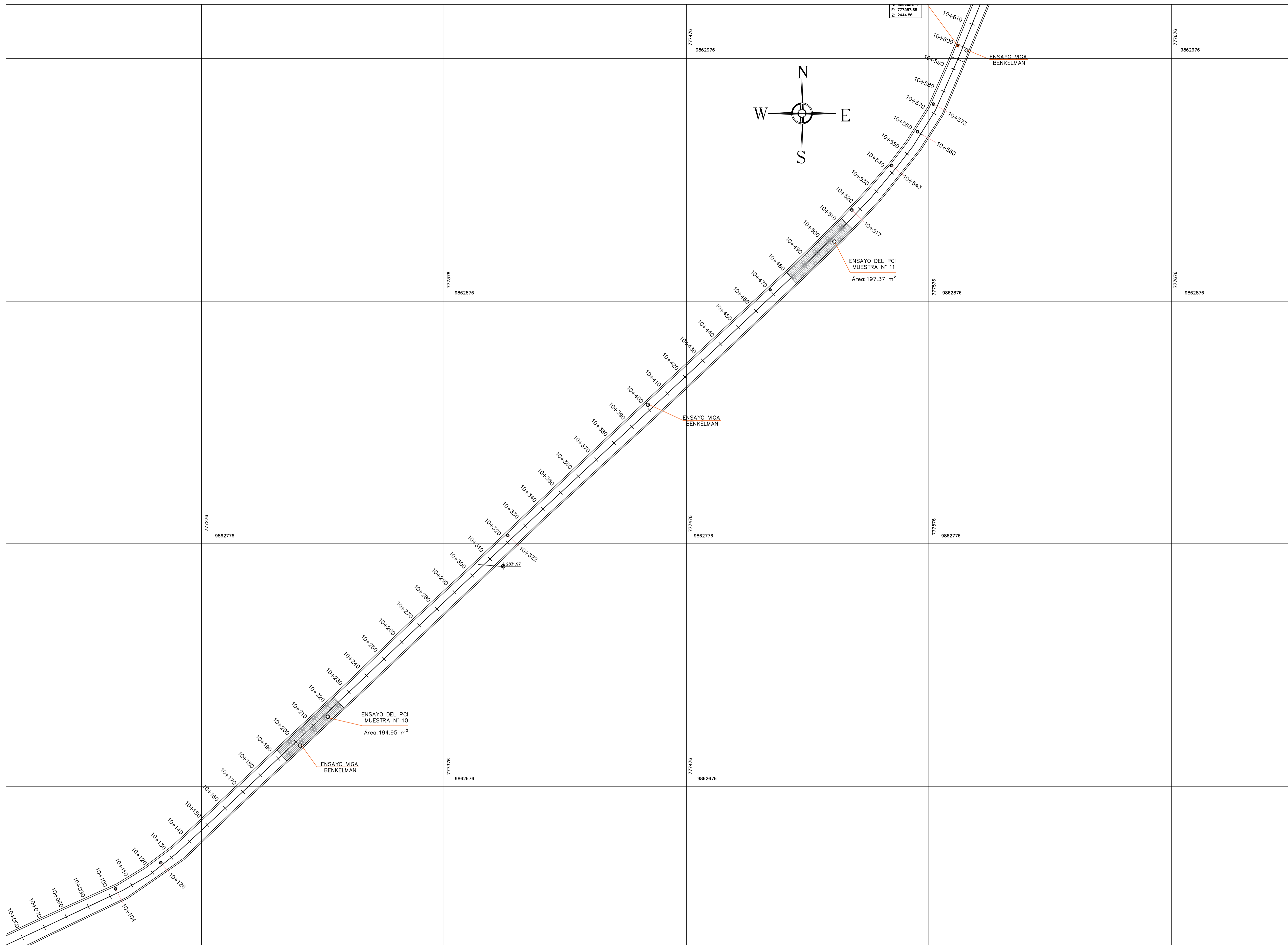
LEVANTÓ: DIBUJÓ:

Egdo. Edison Tixe Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Egdo. Edison Tixe Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

INDICADAS: km 9+440 - km 10+060  
FECHA: Abril 2019

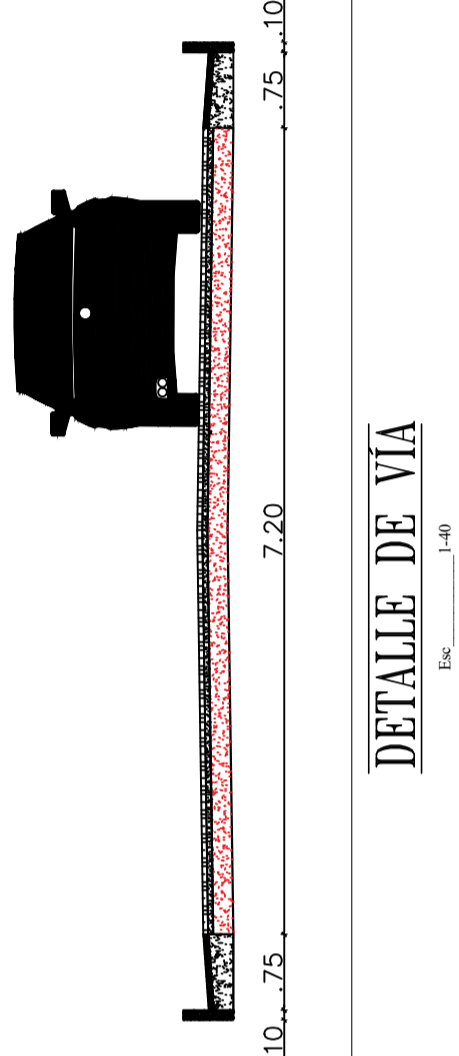
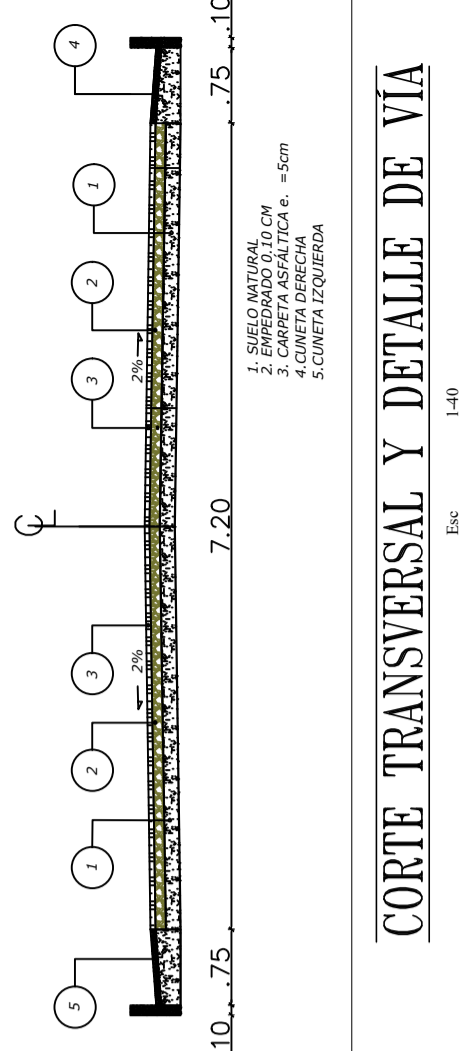
OBSERVACIONES:

SELLOS Y APROBACIÓN:



TRAMO 3 (km 10+060 AL km 10+610)

Esc. 1:750



SIMBOLOGÍA

- POZO
- NÚMERO DE MUESTRA
- ENSAYOS VIGA BENKELMAN
- ESTACIÓN DE CONTEO

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

PROYECTO:  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO Km 7+600 al Km 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

PROVINCIA: TUNGURAHUA LÁMINA:  
CANTÓN: PATATE PARROQUIA: LOS ANDES 5/7

LEVANTÓ: DIBUJÓ:

Egdo. Edison Tixie  
Escuela de Ingeniería Civil y Mecánica  
Egdo. Edison Tixie  
Escuela de Ingeniería Civil y Mecánica

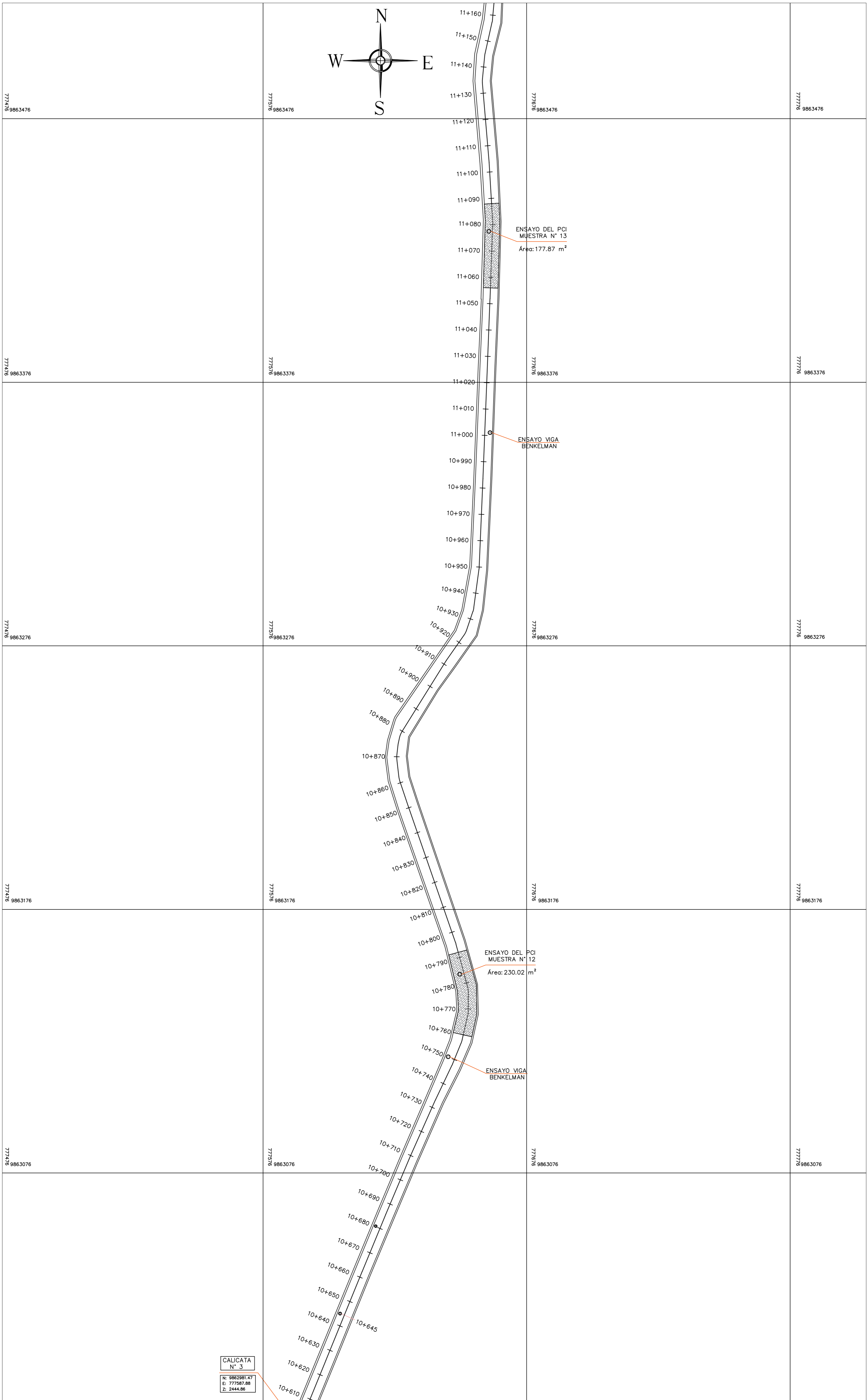
INDICADAS: 1000000:1  
FECHA: Abril 2019

OBSERVACIONES:

SELLOS Y APROBACIÓN:



**TRAMO 3 (km 10+610 AL km 11+160)**



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

PROYECTO:  
 MAINTENIMIENTO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA NACIONAL DE TONGOROHUA VÍA PATATE - PILLANO EN EL TRAMO km 7+600 al 11+400 DE LA PROVINCIA DE TONGOROHUA

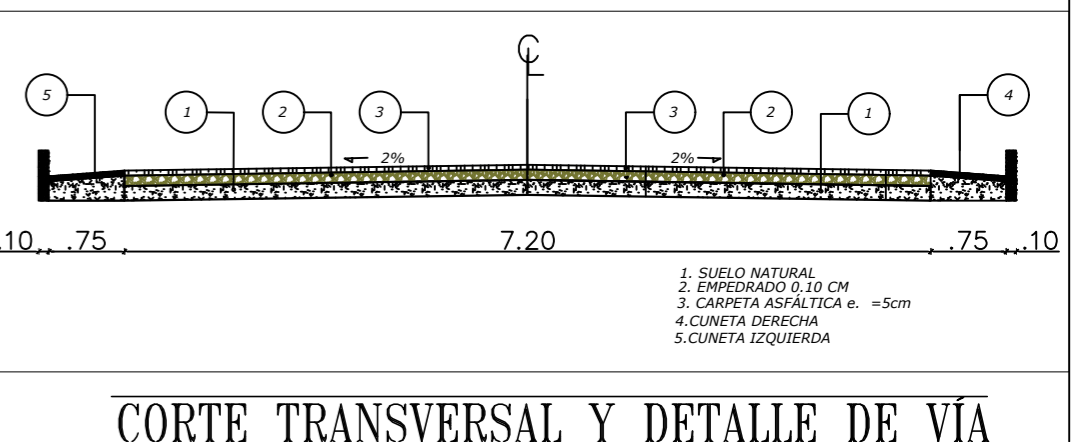
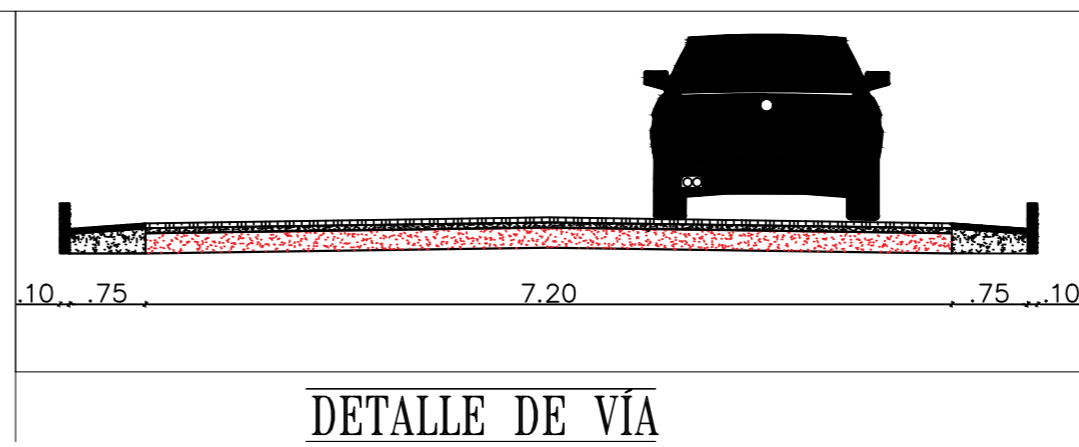
PROVINCIA: TONGOROHUA  
 CANTÓN: PATATE  
 PARROQUIA: LOS ANDES

LEVANTO: **6/7**  
 DIBUJO:

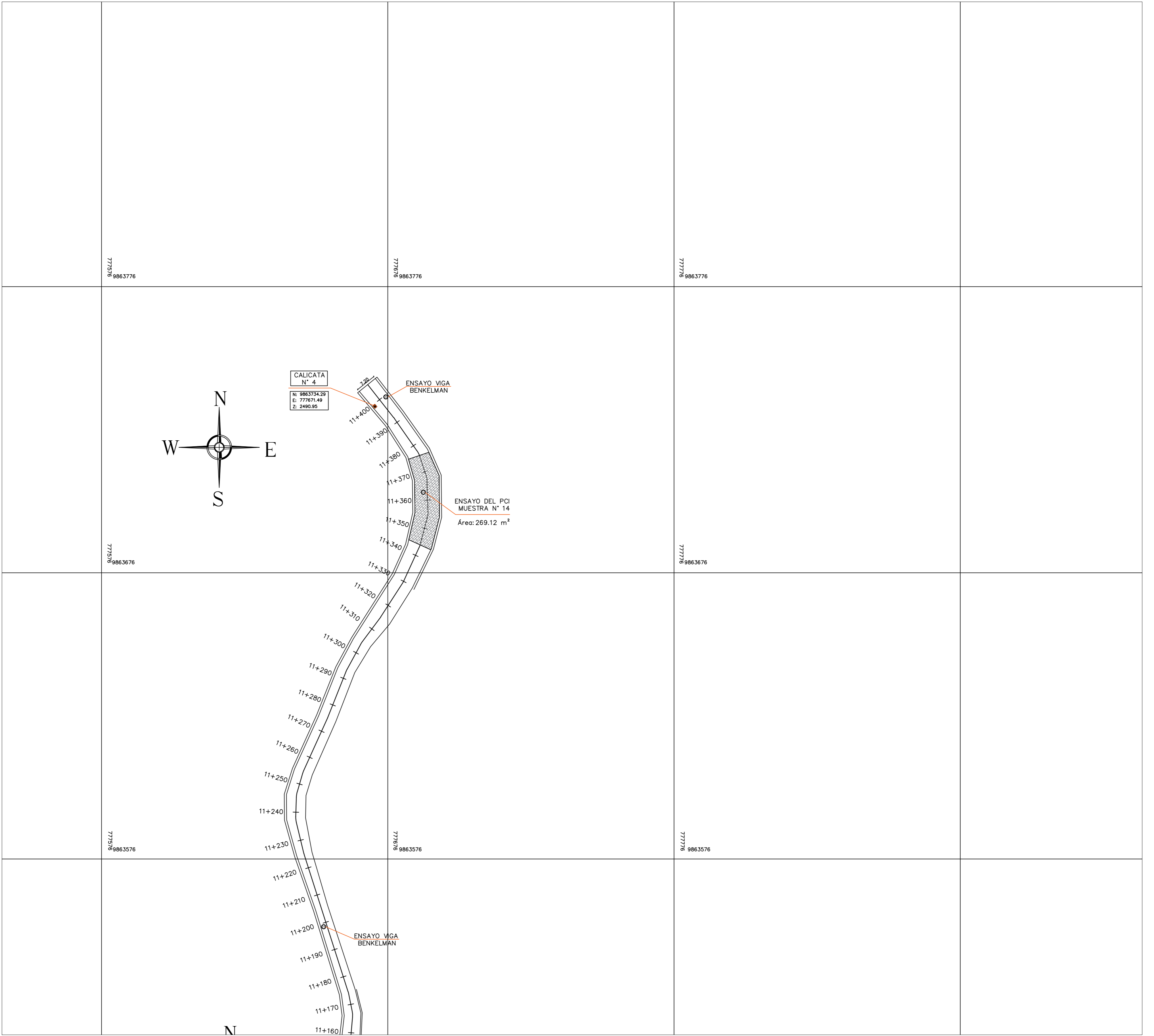
Elaborado por: Esgar, Edison Tive  
 Revisado por: Esgar, Edison Tive  
 Aprobado por: Esgar, Edison Tive

FECHA: 11/06/2019  
 CÓDIGO: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO (UTCA)  
 OBSERVACIONES:

- SIMBOLOGÍA**
- POZO
  - NÚMERO DE MUESTRA
  - ENSAYOS VIGA BENKELMAN
  - ESTACIÓN DE CONTEO



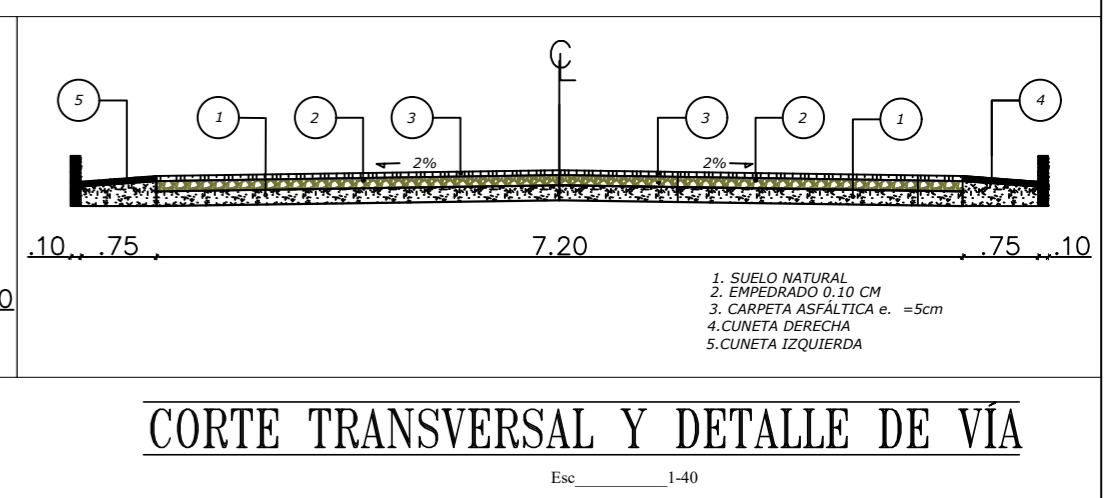
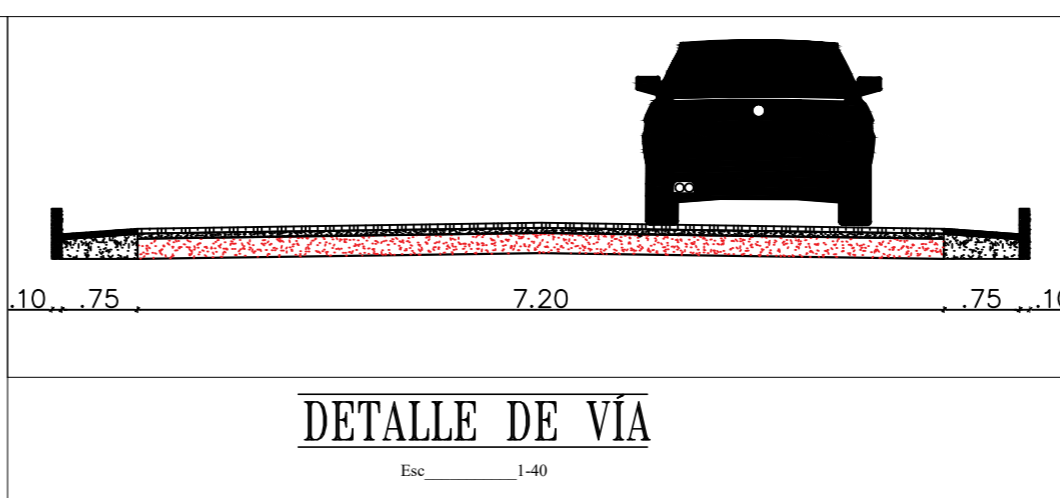
SELLOS Y APROBACION:



**TRAMO 3 (km 11+160 AL km 11+400)**

Esc. 1:750

SIMBOLOGÍA	
	POZO
	NÚMERO DE MUESTRA
	ENSAYOS VIGA BENKELMAN
	ESTACION DE CONTEO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBAI FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: CAMBIO DE INGENIERÍA CIVIL
INTEGRANTES: MARTÍN ESPINOZA DEL PRADO DIEGO ESPINOZA DEL PRADO VIA PATATE - PILLANO EN EL TRAMO km 7+600 al 11+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA	LABORATORIO: CANTÓN PATATE PARROQUIA LOS ANDES
LEVANTO: Egida, Edison Tive	DIBUJO: 7/7
COPIA: INGENIERO: km 11+390 - km 11+400 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBAI	FECHA: Año 2019
OBSERVACIONES:	
SELLOS Y APROBACION:	