



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 19+200 AL KM 23+000 DE LA PROVINCIA DE
TUNGURAHUA.

AUTOR:

JESSICA ELIZABETH CHUQUI LANCHIMBA

TUTOR:

ING. MG. BYRON CAÑIZARES

Ambato-Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Byron Cañizares, 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 19+200 AL KM 23+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** es de autoría de la Stra. Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Enero del 2019

.....

Ing. Mg. Byron Cañizares

TUTOR

AUTORÍA

Yo, Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba con C.I: 050415339-6, egresada 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 19+200 AL KM 23+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, es de mi completa autoría.

Ambato, Enero 2019

.....

Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba

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, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea 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, Enero 2018

.....

Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba

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 19+200 AL KM 23+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, de la egresada Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba, 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, Enero del 2018

Para constancia firman

.....
Ing. Betzabeth Suquillo Ph.D

.....
Ing. Mg. Rodrigo Acosta

DEDICATORIA

A dios por darme fortaleza y sabiduría en toda mi etapa como estudiante universitaria para poder llegar al término de esta maravillosa experiencia.

A mis padres, Ana Lanchimba y Jorge Chuqui que siempre me apoyaron en mis estudios, brindándome todo su amor, comprensión y sus buenos deseos, quienes me enseñaron a esforzarme, a no rendirme a pesar de las circunstancias y sobre todo, el valor de amar lo que hacemos.

A mis hermanos Alex, Mishel, Jenny, Lady y Karla que han sido mi motivo de inspiración y superación, que siempre me han apoyado de alguna u otra forma.

A mis esposo, David Andagua que llego a mi vida para ser mi motor en este camino de la vida y que siempre me ha apoyado de todas las maneras posibles.

A mi hijito querido que se ha convertido en la razón de mi vida.

Jessica Chuqui

AGRADECIMIENTO

A dios por derramarme tantas bendiciones en mi vida.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por abrirme sus puertas para la realización de este sueño brindándome todas las facilidades en la realización de la presente investigación.

A los profesores de mi facultad quienes compartieron todos sus conocimientos conmigo durante estos años de carrera.

Agradezco de manera especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a emprender este camino de superación y posteriormente agradezco muy especialmente a mi esposo que siempre me apoyo y me ayudo a culminar mi carrera universitaria, pues todos ellos me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

A toda mi familia por todo el apoyo brindado durante mis años de estudio.

A mi tutor el Ing. Mg Byron Cañizares quien con su apoyo y grata personalidad me apoyó incondicionalmente para la culminación del presente trabajo.

En fin agradezco a todas las personas que de una u otra manera han intervenido en este sueño para que ahora se haga realidad.

Jessica Chuqui

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DEL GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN EJECUTIVO	12
CAPITULO I.....	15
1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	15
1.2 ANTECEDENTES	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1 Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO II	20
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1.1. Georreferenciación	20
2.1.2 Pavimento.....	20
2.1.2.1 Estructura de un Pavimento.....	20
2.1.2.2 Tipos de Pavimentos.....	25
2.1.2.3 Tipos de Pavimentos de la Vía a Evaluar.....	26
2.1.2.4 Materiales de Afirmado.....	26
2.1.2.5 Ciclo de Vida de los Pavimentos.....	28
2.1.2.6 Fallas en los Pavimentos	30

2.1.3 Calidad de Tránsito.....	31
2.1.4 Evaluación de Pavimentos.....	31
2.1.5.3 Evaluación Funcional o Superficial del Pavimento.....	32
2.1.5.2 Evaluación Estructural del Pavimento.....	33
2.1.5.4 Importancia de la Evaluación de Pavimentos.....	34
2.1.5 Tráfico del Proyecto	34
2.1.6 Beneficios de la Conservación Vial	34
2.2 HIPÓTESIS	35
2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	35
2.3.1 Variable Independiente.....	35
2.3.2 Variable Dependiente	35
CAPITULO III.....	36
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
3.1.1 Investigación de Campo	36
3.1.2 Investigación Analítica.....	36
3.1.3 Investigación Descriptiva	37
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	37
3.2.1 Población	37
3.2.2 Muestra	38
3.3 Operacionalización de variables.....	38
3.3.1 Variable Independiente.....	38
3.3.2 Variable Dependiente	40
3.4 Plan de Recolección de Información.....	41
3.5 Plan de Procesamiento y Análisis.....	41
3.5.1. Levantamiento georreferenciado del tramo específico.....	41
3.5.2 Creación del modelo digital del terreno	41

3.5.3 Trazado de la vía existente	42
3.5.4 Conteos diarios de tráfico para priorización y clasificación vial en función del TPDA.....	42
3.5.5 Aplicación del método de evaluación PCI	42
3.5.6 Obtener la capacidad de soporte mediante la medición de las deflexiones del pavimento.	42
3.5.7 Calidad de materiales	43
3.5.8 Plan de análisis	43
CAPITULO IV	44
4.1 Recolección de datos	44
4.1.1 Ubicación Geográfica.....	44
4.1.2 Estudio de Tránsito Vehicular	44
4.1.2.1 Comportamiento de tráfico de la Vía Patate – Píllaro, tramo # 6, Km 19+200 al Km 23+000.....	45
4.1.3 Aplicación del método PCI	47
4.1.3.1 Descripción de la Sección	47
4.1.3.2 Secciones de la vía.....	47
4.1.3.3 Geometría	48
4.1.3.4 Estructura del Pavimento.....	48
4.1.3.5 Medio Ambiente y Drenaje	48
4.1.3.6 Obras Adicionales	48
4.1.3.7 Procedimiento de Evaluación de la Condición de un Pavimento.....	48
4.1.3.8 Unidades de Muestreo	50
4.1.3.9 Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación	51
4.1.3.10 Selección de las Unidades de Muestreo	52
4.1.3.11 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.....	54
4.1.3.12 Evaluación de la Condición.....	54

4.1.4 Medición de las Deflexiones del Pavimento	55
4.1.4.1 Viga Benkelman	55
4.1.4.2 Esquema de la Viga Benkelman	56
4.1.4.3 Secciones a Analizar.....	56
4.1.4.4 Sitios de Ensayos	57
4.1.4.2 Procedimiento de Uso.....	58
4.1.5 Estudios de Suelos	61
4.1.5.1 Ubicación de los Pozos.....	62
4.1.5.2 Estructura del Pavimento.....	62
4.2 Análisis de Resultados.....	62
4.2.1 Tránsito Vehicular	62
4.2.1.1 Comportamiento de Tránsito	63
4.2.1.2 Composición Vehicular	65
4.2.1.3 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)	67
4.2.1.4 Factor de Hora de Máxima Demanda (FHMD)	67
4.2.1.5 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA actual).....	67
4.2.1.6 Tránsito Futuro	68
4.2.1.7 Clasificación Vial en Función del TPDA	72
4.2.2 Aplicación de la Metodología PCI	73
4.2.2.1 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo	73
4.2.2.2 Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento	78
4.2.2.3 Valores de PCI de las Secciones	79
4.2.3 Calculo de las Deflexiones	87
4.2.3.1 Descripción de la Viga Usada	87
4.2.3.2 Corrección por Relación de Brazos (Viga Benkelman)	88
4.2.3.3 Corrección por Temperatura.....	89

4.2.3.4 Corrección por Estacionalidad	91
4.2.3.5 Determinación del Radio de Curvatura	92
4.2.3.6 Deflexión Característica	93
4.2.3.7 Deflexión Admisible	94
4.2.3.8 Deflexión Crítica	94
4.2.3.9 Análisis Deflectométrico por Secciones.....	95
4.2.4 Análisis de los Estudios de Suelos	87
4.2.4.1 Ensayo de Granulometría	99
4.2.4.2 Ensayo de los Límites de Atterberg.....	105
4.2.4.3 Ensayo de Compactación del Próctor Modificado	105
4.2.4.4 Ensayo de CBR.....	106
4.2.4.5 Resultados Finales de las Capas de la Estructura del Pavimento	106
4.2.5 Factores del Mantenimiento Vial	107
4.2.6 Plan de Mantenimiento Vial	108
4.3 Verificación de la Hipótesis	110
CAPITULO V	111
5.1 Conclusiones.....	111
5.2 Recomendaciones	113
5.3 Bibliografía.....	114
5.4 Anexos.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clase de Sub-bases	22
Tabla 2: Clase de bases.....	23
Tabla 3: Tipos de pavimentos en la vía a evaluar.....	26
Tabla 4: Ensayos para los materiales.....	28
Tabla 5: Índice de condición del pavimento.....	32
Tabla 6: Intervención en base al rango de PCI.....	33
Tabla 7: Variable independiente.....	39
Tabla 8: Variable dependiente.....	40
Tabla 9: Plan de recolección de información	41
Tabla 10: Ubicación geográfica del tramo de la vía Patate-Píllaro	44
Tabla 11: Coordenadas de la estación de conteo	45
Tabla 12: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico sentido Norte-Sur	45
Tabla 13: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico sentido Sur-Norte	46
Tabla 14: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico ambos sentidos	46
Tabla 15: Comportamiento de tráfico semanal.....	47
Tabla 16: Formato de registro para la evaluación superficial	49
Tabla 17: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.....	50
Tabla 18: Unidades de muestreo representativas de la vía.....	53
Tabla 19: Secciones de estudio para la viga Benkelman.....	57
Tabla 20: Sitios de aplicación del ensayo con la viga Benkelman.....	57
Tabla 21: Distancia de aplicación del ensayo.....	58
Tabla 22: Lecturas tomadas en campo	61
Tabla 23: Ubicación de los pozos.....	62
Tabla 24: Estructura del pavimento en cada uno de los pozos.....	62
Tabla 25: Composición vehicular total.....	65
Tabla 26: Hora pico del conteo vehicular.....	66
Tabla 27: Cálculo del TPD actual para la vía Patate-Píllaro, tramo #6.....	68
Tabla 28: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico día Domingo.....	69
Tabla 29: Tasa de crecimiento según la composición vehicular	69
Tabla 30: Cálculo del crecimiento normal de tránsito.....	70
Tabla 31: Cálculo del tránsito generado	70
Tabla 32: Cálculo del tránsito desarrollado.....	71

Tabla 33: Cálculo del tránsito futuro	72
Tabla 34: Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	72
Tabla 35: Relación función, clase MOP y tráfico	73
Tabla 36: Determinación del valor de PCI para la unidad de muestra 1	76
Tabla 37: Resumen de la Evaluación Superficial de la vía Patate – Píllaro	79
Tabla 38: Falla existentes en la sección 1	80
Tabla 39: Fallas existentes en la sección 2	81
Tabla 40: Fallas existentes en la sección 3	83
Tabla 41: Fallas existentes en la sección 4	85
Tabla 42: Lecturas realizadas en el punto 1	88
Tabla 43: Deflexiones corregidas por relación de brazos.....	89
Tabla 44: Deflexiones corregidas por temperatura.....	90
Tabla 45: Factores de corrección por estacionalidad.....	91
Tabla 46: Deflexiones corregidas por estacionalidad.....	91
Tabla 47: Radios de curvatura	92
Tabla 48: Valores de la variable t.....	93
Tabla 49: Resultados deflectométricos de la sección 1	95
Tabla 50: Resultados deflectométricos de la sección 2	96
Tabla 51: Resultados deflectométricos de la sección 3	97
Tabla 52: Ubicación de los pozos.....	99
Tabla 53: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Base Clase 3	99
Tabla 54: Clasificación de los suelos	104
Tabla 55: Límites de Atterberg del suelo de fundación.....	105
Tabla 56: Límites de Atterberg de la capa base.....	105
Tabla 57: Resultados del próctor modificado para los suelos de fundación	105
Tabla 58: Resultados del próctor modificado para la capa base.....	106
Tabla 59: CBR de la estructura del pavimento.....	106
Tabla 60: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 1.....	106
Tabla 61: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 2.....	107
Tabla 62: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 3.....	107
Tabla 63: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 4.....	107
Tabla 64: Programa de conservación vial y explotación.....	110
Tabla 65: Granulometría para las superficies de rodadura	118

Tabla 66: Granulometría para las Sub-Bases	118
Tabla 67: Granulometría para las Bases: clase 1	119
Tabla 68: Granulometría para las Bases: clase 2	119
Tabla 69: Granulometría para las Bases: clase 3	119
Tabla 70: Granulometría para las Bases: clase 4	120
Tabla 71: Tipos de severidades de la falla piel de cocodrilo	121
Tabla 72: Tipos de severidades de la falla exudación	122
Tabla 73: Tipos de severidades de la falla grietas en bloque	123
Tabla 74: Tipos de severidades de la falla abultamientos y hundimientos	125
Tabla 75: Tipos de severidades de la falla corrugación.....	126
Tabla 76: Tipos de severidades de la falla depresión	127
Tabla 77: Tipos de severidades de la falla grietas de borde	128
Tabla 78: Tipos de severidades de la falla grietas de reflexión de junta	129
Tabla 79: Tipos de severidades de la falla desnivel del carril/berma	130
Tabla 80: Tipos de severidades de la falla grietas longitudinales y transversales.....	131
Tabla 81: Tipos de severidades de la falla parches o cortes utilitarios.....	132
Tabla 82: Tipos de severidades de la falla pulimiento de agregados	133
Tabla 83: Severidad según el diámetro de los huecos	135
Tabla 84: Severidad de la falla huecos	135
Tabla 85: Severidad de la falla cruce de vía férrea.....	135
Tabla 86: Severidad de la falla ahuellamiento.....	136
Tabla 87: Severidad de la falla desplazamiento	138
Tabla 88: Severidad de la falla grietas parabólicas	139
Tabla 89: Severidad de la falla hinchamiento	140
Tabla 90: Severidad de la falla meteorización o desprendimiento de agregados.....	141
Tabla 91: Resumen de los tipos de fallas	141
Tabla 92: Resultados del conteo vehicular	205
Tabla 93: Factores de daño según el tipo de vehículo	206
Tabla 94: Factores daño para la composición vehicular	206
Tabla 95: Ejes equivalentes acumulado.....	207
Tabla 96: Tipos de deflexiones.....	209

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Paquete estructural del pavimento	21
Figura 2: Condiciones de los materiales de afirmado.....	27
Figura 3: Ciclo de vida del pavimento.....	30
Figura 4: Tramo en estudio.....	37
Figura 5: Esquema de la viga Benkelman	55
Figura 6: Ubicación del centro de gravedad del eje posterior	59
Figura 7: Alineamiento del extremo de la viga Benkelman con el centro de las llantas	60
Figura 8: Comportamiento de tráfico semanal sentido Norte-Sur.....	63
Figura 9: Comportamiento de tráfico vehicular sentido Sur-Norte.....	63
Figura 10: Comportamiento de tráfico horario sentido Norte-Sur	64
Figura 11: Comportamiento de tráfico horario sentido Sur-Norte	64
Figura 12: Composición vehicular	65
Figura 13: Curva de corrección de los valores deducidos para la falla piel de cocodrilo	77
Figura 14: Curvas de correcciones para valores deducidos finales	78
Figura 15: Tipos de fallas en la sección 1	80
Figura 16: Tipos de fallas en la sección 2	82
Figura 17: Fallas existentes en la sección 3.....	83
Figura 18: Fallas existentes en la sección 4.....	86
Figura 19: Viga usada en el ensayo	88
Figura 20: Deflectograma de la sección 1	95
Figura 21: Deflectograma de la sección 2	96
Figura 22: Deflectograma de la sección 3	97
Figura 23: Granulometría de la capa base del pozo 1.....	100
Figura 24: Granulometría de la capa base del pozo 2.....	101
Figura 25: Granulometría de la capa base del pozo 3.....	102
Figura 26: Granulometría de la capa base del pozo 4.....	103
Figura 27: Piel de cocodrilo	121
Figura 28: Exudación	122
Figura 29: Fisuras o grietas en bloque.....	123
Figura 30: Abultamientos y hundimientos	124
Figura 31: Corrugación.....	125

Figura 32: Depresión	126
Figura 33: Grieta de borde.....	127
Figura 34: Grieta de reflexión de junta.....	128
Figura 35: Desnivel del carril/berma	130
Figura 36: Grietas longitudinales y transversales.....	131
Figura 37: Parches o cortes utilitarios	132
Figura 38: Pulimiento de agregados	133
Figura 39: Huecos o baches.....	134
Figura 40: Ahuellamiento.....	136
Figura 41: Desplazamiento.....	137
Figura 42: Grietas parabólicas.....	138
Figura 43: Hinchamiento	139
Figura 44: Meteorización o desprendimiento de agregados.....	140
Figura 45: Valores deducidos para piel de cocodrilo	142
Figura 46: Valores deducidos para exudación.....	142
Figura 47: Valores deducidos para agrietamiento en bloque	143
Figura 48: Valores deducidos para abultamientos y hundimientos.....	143
Figura 49: Valores deducidos para Corrugación	144
Figura 50: Valores deducidos para depresión.....	144
Figura 51: Valores deducidos para grita de bordes	145
Figura 52: Valores deducidos para gritas de reflexión de junta	145
Figura 53: Valores deducidos para desnivel del carril/berma	146
Figura 54: Valores deducidos para gritas longitudinales y transversales.....	146
Figura 55: Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos.....	147
Figura 56: Valores deducidos para pulimiento de agregados.....	147
Figura 57: Valores deducidos para huecos	148
Figura 58: Valores deducidos para cruce de vía férrea	148
Figura 59: Valores deducidos para ahuellamiento	149
Figura 60: Valores deducidos para desplazamientos.....	149
Figura 61: Valores deducidos para Grietas parabólicas o por deslizamiento.....	150
Figura 62: Valores deducidos para hinchamiento	150
Figura 63: Valores deducidos para meteorización / desprendimiento de agregados...	151
Figura 64: Valores deducidos finales	151
Figura 65: Deflexión tipo I, curva extensa poco profunda	208

Figura 66: Deflexión tipo II, curva extensa profunda	208
Figura 67: Deflexión tipo III, curva corta poco profunda	209
Figura 68: Deflexión tipo IV, curva corta profunda.....	209

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PÍLLARO EN EL TRAMO KM 19+200 AL KM 23+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

RESUMEN EJECUTIVO

Este modelo de conservación vial se aplicó en la vía Patate –Píllaro, tramo 6 que corresponde desde el km 19+200 al km 23+000 del cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua.

Se realizó un estudio de tráfico en el que se determinó que el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual de la vía es de 2521 veh/día y clasifica a la vía como una vía de orden II tipo colectora que recoge todo el tráfico de los caminos vecinales además de que une a dos importantes parroquias como es San Miguelito y La Matriz en Píllaro

Para realizar la evaluación funcional se aplicó la metodología de Evaluación Superficial de Pavimentos, un método sencillo, económico y de fácil aplicación, que evalúa el estado superficial de la vía analizada por medio de un Índice de Condición de Pavimentos (PCI).

Se usó la viga Benkelman para evaluar el comportamiento estructural de la vía , este ensayo no destructivo de fácil aplicación y es económico a comparación con otros métodos de evaluación estructural, de los resultados obtenidos se concluyó que el comportamiento de la subrasante es buena pero el comportamiento de la estructura del pavimento es mala esto porque actualmente la vía no cuenta con una estructura de pavimento adecuada, lo cual se corroborar con los resultados obtenidos del estudio de suelos.

Con el estudio de suelos se confirmó que las propiedades que tiene la capa base, no cumple con las especificaciones propuestas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), sin embargo las características de la subrasante son muy buenas.

Realizado todo el inventario vial que propone este modelo de conservación vial se sugiere realizar la rehabilitación de la vía Patate – Píllaro, tramo 6 que corresponde al km 19+200al km 23+000, dotándote de una estructura adecuada que garantice la

funcionalidad y comodidad del tránsito, que es una inversión que vale la pena realizar para tener una estructura vial en óptimas condiciones por muchos años y no realizar malas inversiones con sobrecarpetas que solo ocultan el problema del deterioro temprano.

Abstract

This model of road conservation will be applied in the Patate -Píllaro road, section 6 that corresponds from km 19 + 200 to km 23 + 000 of the Píllaro canton of Tungurahua province.

A traffic study was carried out in which it was determined that the current Annual Average Traffic (TPDA) of the road is of 2521 vehicles / day and classifies the road as a way of order II collecting type that collects all the traffic of the neighborhood roads in addition to joining two important parishes such as San Miguelito and La Matriz in Píllaro

To perform the functional evaluation, the methodology of Surface Evaluation of Pavements was applied, a simple, economical and easy to apply method that evaluates the superficial state of the analyzed pathway by means of a Pavement Condition Index (PCI).

The Benkelman beam was used to evaluate the structural behavior of the road, this non-destructive test is easy to apply and it is economical compared to other methods of structural evaluation. From the results obtained it was concluded that the behavior of the subgrade is good but the behavior of the pavement structure is bad because currently the road does not have an adequate pavement structure, which is corroborated with the results obtained from the study of soils.

With the soil study it was confirmed that the properties of the base layer do not meet the specifications proposed by the Ministry of Transport and Public Works (MTOPE), however the characteristics of the subgrade are very good.

Carried out all the road inventory proposed by this road maintenance model, it is suggested to carry out the rehabilitation of the Patate - Píllaro road, section 6 that corresponds to km 19 + 200 to km 23 + 000, providing an adequate structure that guarantees the functionality and comfort of the road. Transit, which is an investment worth doing to have a road structure in optimal conditions for many years and not make bad investments with overprints that only hide the problem of early deterioration.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO KM 19+200 AL KM 23+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

1.2 ANTECEDENTES

Los pavimentos se exponen a diversos factores externos que afectan su rendimiento y producen afecciones tanto a la capa de rodadura como a la estructura del pavimento, disminuyendo su tiempo de vida útil. Por lo que se ha estudiado los efectos que producen los factores externos y de esta forma conocer o predecir una respuesta estructural del pavimento con el fin de estimar el daño producido en un periodo de tiempo dentro de su vida útil. [1]

La interpretación de los fenómenos que se pudieran presentar en un pavimento que se encuentra en operación ha tratado de ser estudiada a través de ensayos de laboratorios, y de esta manera intentar comprender la interacción entre cada capa y las condiciones esfuerzo-deformación de los materiales que conforman la estructura del pavimento frente a la actuación de las cargas de tránsito. Todo ello ha sido motivo de discusión entre los profesionales ya que el estudio del comportamiento en campo llevado a laboratorio implicaría alterar el equilibrio del sistema pavimento-subrasante a través de pruebas destructivas, de donde por cuestiones de tiempo y costos se correlaciona la resistencia de los materiales que componen la estructura de pavimento con ensayos como el California Bearing Ratio (CBR); a razón de ello lo que se pretende actualmente es incursionar en técnicas no destructivas que simulen un adecuado comportamiento de los pavimentos. [1]

El método PCI constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: el departamento de defensa de los Estados Unidos, el American Public Work Association (APWA) y ha

sido publicado por la American Society for Testing and Materials (ASTM) como método de análisis y aplicación, conocida como procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03). [2]

En trabajos anteriores en donde se aplica la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento nos indica de la efectividad y confiabilidad de la misma ya que se puede conocer en forma detallada el estado actual de la vía identificando el tipo de falla que posee además de su ubicación con la respectiva abscisa y de esta manera al obtener los diferentes tipos de fallas que posea toda la vía podemos identificar el estado en la que se encuentra dentro de un rango de valoración que va desde excelente hasta fallado.

Como nos muestra los resultados de “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”, en el que la evaluación superficial del pavimento flexible, determina que su estado de conservación es Excelente cuyo valor de PCI es 87.52 a lo largo de sus 3 044.70 mts., nos dice que un pavimento en esta condición no requiere de acciones correctivas inmediatas; sino ocasionalmente requiere acciones de Mantenimiento Mínimo Preventivo. [2]

En la tesis “Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja” se aplicó el método PCI como forma de evaluar la Avenida Manuel Carrión P. en la que se obtuvo un Índice de Condición Pavimento (PCI) promedio entre los dos lados de 51, de esta manera se concluyó que la calzada de la avenida, se encuentra en un estado regular indicando que en esta vía se deberá considerar una rehabilitación por lo menos con bacheo en las zonas más críticas. [3]

En las calles de la ciudad de Loja se debe cuantificar el valor del PCI para de esta manera, conseguir que se efectúen políticas de conservación y por consiguiente detener el deterioro de las calles. Conociendo el estado en que se encuentra las calles de la ciudad de Loja se podrá tomar decisiones acertadas en cada caso y se podrá definir un cronograma de rehabilitación e inclusive una estrategia de inversión. [3]

En el trabajo “Índice de Condición de Pavimento de la carretera Cajamarca-La Colpa” se hizo una zonificación de los tramos de la carretera para determinar su grado de

deterioro, en el que se obtuvieron 4 secciones cada una con sus unidades de muestra, la sección 1 y 2 presentan un estado del pavimento regular mientras que la 3 y 4 presentan un estado de pavimento bueno, por lo que se adoptaran las respectivas medidas de mantenimiento para la vía. [4]

Las carreteras del siglo XXI deben tener más en cuenta el aspecto funcional de las carreteras. En cuanto a su uso, proceso que dará lugar a vías más seguras, más económicas, eficientes, confiables e inteligentes. Además, se debe proporcionar usos innovadores. En lo que se refiere a las demandas existentes y futuras sobre los nuevos desafíos globales y de esta manera exista servicialidad para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento. [5]

1.3 JUSTIFICACIÓN

La vía siendo un importante espacio destinado al paso de personas o vehículos que van de un lugar a otro, constantemente está expuesto a múltiples factores que lo deterioran como la mala condición de la capa de rodadura, las señales de tránsito indebido y marcado, mala iluminación, etc., estos pueden afectar su funcionamiento diario y la seguridad vial. Para preservar la vía en forma adecuada para el usuario vial es importante brindarle un buen mantenimiento, que es un conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica. Por el contrario un mantenimiento inadecuado y tardío de los caminos conduce a los accidentes de tránsito, ya que el mantenimiento de vías se limita generalmente a la mejora de condición de la capa de rodadura como llenar bache etc. sin sustituir que faltan las señales de tráfico, señalización de carreteras y otras características de seguridad esenciales para la creación de una red de vías seguras. [6]

La red vial del Ecuador es un pilar básico para el fomento de la productividad basada en los principios de equidad , equivalencia, excelencia, sostenibilidad ambiental y competitividad que hace posible el cumplimiento del plan nacional de desarrollo y los principios del buen vivir. Las afectaciones de la red vial de forma directa han incidido negativamente al proceso de desarrollo económico y productivo del Ecuador, fomentando la pobreza y limitando el acceso a bienes, productos y servicios vitales garantizados por la construcción. [7]

El acceso rural es fundamental para el alivio de la pobreza pues tiene una estrecha relación con los medios de vida rural tales como el aumento de los ingresos, el aumento del bienestar social, la reducción de vulnerabilidad, la mejora de la seguridad alimentaria y un uso más sostenible de los recursos naturales. [8]

La provincia de Tungurahua tiene un gran desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas con un sustentable desarrollo turístico. Por lo tanto se trata de una economía sujeta a las acciones de la localidad, para la cual es indispensable el transporte. Las prácticas actuales de mantenimiento de carreteras no se basan en métodos científicos sistemáticos. La mayoría de las municipalidades usan un criterio para definir las prioridades de mantenimiento, que es el criterio "peores primero". [9]

De todas las vías existente en la provincia de Tungurahua tenemos a la vía Patate-Píllaro que es una de las vías más importantes de la provincia pues une dos importantes cantones, tiene aproximadamente 23 km de longitud y atraviesa diferentes localidades dedicadas a actividades económicas y turísticas como son la agricultura y la ganadería por lo que requieren de una vía adecuada para comercializar sus productos no solo hacia las parroquias aledañas sino también dentro y fuera de la provincia, además que los turistas puedan conocer el potencial turístico que existen durante el recorrido.

Recientemente, las tecnologías de mantenimiento del pavimento se han estudiado a fondo en el país y en el extranjero, especialmente para el pavimento de asfalto. Sin embargo, no ha habido mucha investigación sobre la evaluación de las diferentes tecnologías de mantenimiento en función de sus aspectos económicos y de beneficios debido a la falta de aplicaciones prácticas y aplicaciones de ingeniería reales que siempre han sido un desafío. [10]

La construcción de vías óptimas tiene gran importancia en cualquier situación geográfica, porque facilitan el traslado de los habitantes de las poblaciones cercanas y de ser estos agricultores proporcionan el traslado de sus productos a las diversas ciudades; de esta manera se garantiza el desarrollo socioeconómico del sector, además de ofrecer un mejor acceso a las necesidades básicas. Debemos reconocer que una excelente comunicación terrestre es la principal arma para mitigar y eliminar la pobreza en la provincia, mejorando el desarrollo socioeconómico del país impulsando a los ecuatorianos a días mejores y productivos.

Se desea conocer el estado físico de la vía en el tramo Km 19+200 al KM 23+000 aplicando el método de evaluación del PCI que es ampliamente aceptado como un estándar adecuado para aeropuertos, carreteras y aceras de estacionamiento. Este índice tiene funciones adicionales para caminos interurbanos y es una escala numérica con valores que van desde 0 (para un pavimento inutilizable) a 100 (para un pavimento intacto y bien diseñado). Una vez que se aplique el método PCI se tomara decisiones para seleccionar el mantenimiento y estrategias de mejora. Por lo tanto, todas las decisiones y políticas están destinadas a mantener el valor de PCI por encima de un punto crítico y de esta manera proponer un sistema de mantenimiento y conservación vial. [11]

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Proponer de un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Patate – Píllaro en el tramo km 19+200 al km 23+000 de la provincia de Tungurahua.

1.4.2 Objetivos específicos

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Patate – Píllaro en el tramo km 19+200 al km 23+000.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate – Píllaro en el tramo km 19+200 al km 23+000.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Patate – Píllaro en el tramo km 19+200 al km 23+000.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Georreferenciación

La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. La capacidad de localizar de manera precisa las entidades geográficas es fundamental tanto en la representación cartográfica como en SIG. [12]

Los mapas representan ubicaciones en la superficie de la Tierra que utilizan cuadrículas, gráficas y marcas de graduación con etiquetas de diversas ubicaciones terrestres (tanto en medidas de latitud-longitud como en sistemas de coordenadas proyectadas [como metros de UTM]). Los elementos geográficos incluidos en diversas capas de mapa se trazan en un orden específico para la extensión del mapa determinado. [12].

Gracias a la georreferenciación se obtiene la ubicación de la vía que posteriormente nos ayudara a la creación de un modelo digital.

2.1.2 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. [13]

2.1.2.1 Estructura de un Pavimento

La estructura de un pavimento básicamente 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. Cada una de estas capas que constituyen la estructura del pavimento en conjunto con la subrasante, tienen por objeto transmitir de manera adecuada los esfuerzos producidos por las cargas de tránsito, de donde dichas cargas son las que inciden en el diseño de espesores de cada una de las capas. [1]

Figura 1: Paquete estructural del pavimento



Fuente: Daniel Rodríguez, tesis “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de castilla”, 2009

En la conservación de vías es fundamental conocer el diseño de su estructura, para esto hay que recurrir a los informes de diseño y de fiscalización, si se construyó de acuerdo al diseño o se produjo algún cambio, de no tener estos datos se procede a realizar calicatas en campo para determinar su estructura. [14]

2.1.2.1.1 Sub-rasante

Es el suelo natural o mejorado sobre el cual se construirá la estructura del pavimento. Este suelo de soporte debe tener dos condiciones básicas que son:

- El valor de soporte debe ser alto, para que las capas del pavimento tengan un menor espesor y el costo sea menor.
- Mantener un movimiento diferencial vertical mínimo, para disminuir las ondulaciones en la superficie y el confort sea el óptimo. [14]

Para la sub-rasante se deberán utilizarse mezclas homogéneas de grava y arcilla o arena y arcilla, exentas de materiales vegetales, que formen una capa de espesor compactado uniforme.

La mezcla de materiales deberá tener un límite líquido máximo de 35 y un índice de plasticidad no mayor de 9, y la granulometría deberá cumplir los requisitos indicados en el anexo 1.

2.1.2.1.2 Sub-base

Es la primera capa de material seleccionado que va sobre la sub-rasante, tanto en pavimentos rígidos como en flexibles. La función de esta capa es:

- Absorber las cargas de tráfico, sin sufrir deformaciones permanentes.
- Funcionar como drenaje del agua y evitar que el agua suba por capilaridad
- Los materiales que conforman esta capa son más fáciles de obtener y de menor costo, disminuyendo de esta manera los costos de construcción.
- Funciona como superficie de rodadura temporal.
- Minimizar los efectos del congelamiento.
- Servir de base para la siguiente capa y como pista durante la construcción. [14]

Tabla 1: Clase de Sub-bases

Sub-Bases		
Clase 1	Clase 2	Clase 3
Agregados obtenidos por trituración de rocas o gravas, que estén dentro de los límites de granulometría para clase 1 donde por lo menos el 30% del agregado preparado deberá obtenerse por trituración.	Agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturales o de gravas, y que estén dentro de los límites de granulometría para clase 2.	Agregados naturales y procesados, y que se hallen graduados dentro de los límites indicados para la granulometría clase 3
Sub-Bases modificadas		
Sub-base modificada con arena o limo	Sub-base modificada con cal	
Se modifica la plasticidad mediante la incorporación de limos inorgánicos no plásticos o arenas finas no plásticas.	Se modifica la plasticidad mediante la incorporación de cal hidratada para que la mezcla cumpla con las especificaciones.	

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP, 2003

La granulometría deberá cumplir los requisitos indicados en el anexo 1

2.1.2.1.3 Base

Esta capa de material seleccionado se construye sobre la sub-base. Por las características del material que conforma esta capa es la más importante del pavimento, los materiales que forman esta capa son de alta calidad y las especificaciones son más exigentes que para los materiales de sub-base, debe cumplir con resistencia, plasticidad, granulometría y uniformidad de construcción. Entre sus funciones tenemos:

- Deberá absorber la mayor parte los esfuerzos que produce el constante paso de los vehículos sobre la capa de rodadura y transmitirlos a la sub-base o sub-rasante y minimizar las formaciones o desplazamientos excesivos en las capas que conforman la estructura del pavimento.
- Servir como elemento de drenaje de las aguas, que por capilaridad llegaron a la sub-base o la sub-rasante impidiendo que lleguen a la capa de rodadura.
- Minimizar los peligrosos efectos del congelamiento.
- Servir como capa de rodadura hasta que se coloque la carpeta. [14]

Tabla 2: Clase de bases

Base	Descripción
Clase 1	Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100%.
Clase 2	Son bases constituidas por fragmento de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso.
Clase 3	Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso.
Clase 4	Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas.

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP, 2003

La granulometría deberá cumplir los requisitos indicados en los anexos 1

2.1.2.1.4 Capa de Rodadura

Es la última capa que conforma la estructura del pavimento, esta se asienta sobre la base, puede ser asfáltica, mezcla de agregados y asfalto y está conformada por una o varias capas asfálticas que se pegan entre sí, con el riego de liga, dependiendo de su espesor; o, puede ser hidráulico mezcla de agregados y cemento hidráulico

Sobre esta capa de pavimento circulan directamente los vehículos y peatones. Las funciones que debe cumplir son:

- Recibir y absorber en primera instancia el peso de los vehículos que circulan sobre la vía.
- Absorber y reducir sensiblemente los esfuerzos que se transmiten hacia las capas de terracería.
- Establecer una superficie estable, impermeable y uniforme para el tránsito, con textura y color convenientes, que sea capaz de resistir los efectos de pulimento y abrasión del continuo tráfico sobre esta.
- Cuando la capa de rodadura tiene un espesor mayor o igual a cinco centímetros, está trabajando en conjunto con el resto de capas para absorber las cargas y distribuir uniformemente los esfuerzos. [14]

2.1.2.1.5 Sello

Se coloca en pavimentos asfálticos sobre la capa de rodadura, formada por una mezcla bituminosa de asfalto. Generalmente después de haber colocado el sello sobre esta superficie se coloca un riego de arena o chispa con el objetivo de lograr la impermeabilización de la capa de rodadura y evitar la infiltración del agua lluvia. [14]

2.1.2.1.6 Suelo de Fundación

El suelo es el lugar donde se asienta toda la estructura del pavimento y se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tráfico previsto. Los factores que deben ser considerados son la resistencia y la susceptibilidad a la humedad.

2.1.2.2 Tipos de Pavimentos

Los pavimentos más conocidos se pueden clasificar de tres formas:

2.1.2.2.1 Por el material que conforma la capa de rodadura

- **Pavimentos con adoquines.-** Su capa de rodadura está conformada por adoquines de hormigón, colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre sus juntas. [15]
- **Pavimentos de tierra.-** Se refiere únicamente a una subrasante estabilizada, pues la estabilización de suelos ofrece unas altas prestaciones técnicas tanto para su uso peatonal como para vehículos ligeros. La tierra estabilizada evita la formación de fango, nueva vegetación y arrastres del árido. [16]
- **Pavimentos de piedra.-** Este pavimento consiste en una capa de piedra bruta colocada a mano y martillo sobre un colchón de arena (o de otro tipo de suelo suelto), confinado lateralmente por piezas de Hormigón, denominados cordón, con su perfil transversal tipo abovedado de forma parabólica. [17]

2.1.2.2.2 Por su estructura que soporta y transmite las cargas aplicadas en la superficie

- **Pavimentos de concreto Asfáltico.-** Su superficie o capa de rodadura es de hormigón asfáltico, sin juntas, y no debe tener menos de 10 cm de espesor. Su base tiene, por lo general un espesor de 20 cm o más, pudiendo tener adicionalmente una sub-base. Se les conoce como pavimentos flexibles y son de color oscuro o negro. [15]
- **Pavimentos de concreto Hidráulico.-** Están formados por losas de hormigón, separados por juntas y colocadas sobre una base. La losas no deben tener menos de 15 cm de espesor y la base casi nunca tendrá más de 15 cm, bien sea de material granular o de suelo cemento. También se les conoce como pavimentos rígidos y son de color gris claro. [15]

2.1.2.2.3 Por como el pavimento transmite las cargas aplicadas sobre él

- **Pavimentos Flexibles.-** Consiste en una superficie de desgaste o carpeta relativamente delgada construida sobre una o más capas base y sub-base, esta

capa de rodamiento asfáltica de óptima calidad y de poco espesor es capaz de acomodarse a las deformaciones de las capas que están debajo de esta, sin que falle su estructura. Por esta razón es primordial tener una buena calidad de los materiales utilizados en cada una de las capas, especialmente la base, para tener una estructura que resista a las cargas de repetición de los vehículos y que sea económica. [14]

- **Pavimentos Rígidos.-** Consisten en una losa de concreto hidráulico y pueden o no tener una capa de sub-base entre la losa y la sub-rasante, posee una buena resistencia a la flexión, lo cual le permite trabajar como una viga. [14]
- **Pavimentos Semi-rígidos o Semi-flexibles.-** La superficie de rodadura está conformada por dos capas, los semirrígidos la inferior está formada por agregados estabilizados con asfalto y la superior con concreto hidráulico; en cambio en los semiflexibles la capa inferior está formada de concreto y la capa superior por agregados estabilizados con asfalto. [14]

2.1.2.3 Tipos de Pavimentos de la Vía a Evaluar

En la vía Patate-Píllaro de 23 km de longitud en su totalidad, se consideró para el estudio, el tramo número 6 que va desde el Km 19+200 al Km 23+000. Este tramo une a la parroquia San Miguelito con La Matriz Píllaro, y tenemos los siguientes tipos de pavimentos.

Tabla 3: Tipos de pavimentos en la vía a evaluar

Tramo	Descripción	Longitud (km)	Tipo de pavimento
6.1	San Miguelito- Píllaro	3,50	Asfaltada
6.2	Píllaro- Parque central	0,30	Adoquinado

Fuente: Autor

2.1.2.4 Materiales de Afirmado

Un material bien compactado, adquiere características de resistencia y difícil deformabilidad, permanentes en el tiempo y muy poco dependientes del contenido de

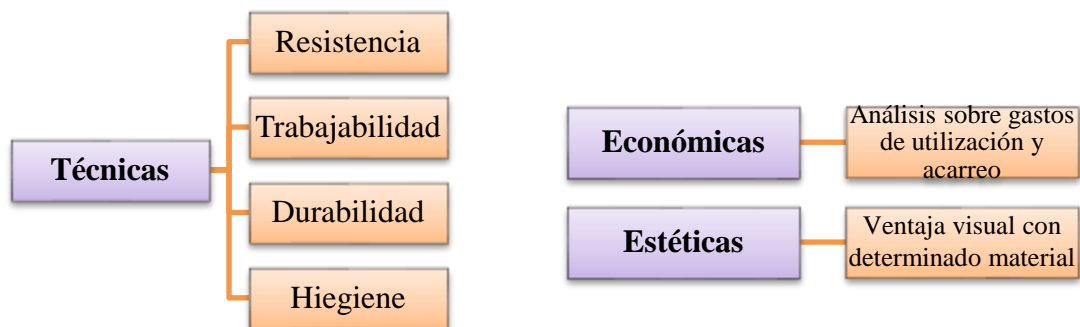
agua que el material adquiera con el transcurso del tiempo. Estas características son favorables para el desempeño estructural de las carreteras. [18]

Evidentemente, el empleo prudente de los materiales térreos con límites adecuados en el contenido de materiales finos arcillosos, permite el empleo de estándares de compactación adecuados, para dar a las capas de la sección estructural de una carretera la consistencia necesaria, de manera que se garantice la permanencia de sus propiedades durante su vida de servicio. [18]

2.1.2.4.1 Condiciones que Debe Satisfacer los Materiales de Afirmado

Un afirmado es una capa compactada de material granular natural o procesada con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. El material que conforma el afirmado debe cumplir con ciertas condiciones para que funcione como superficie de rodadura en carreteras.

Figura 2: Condiciones de los materiales de afirmado



Fuente: Ing. Fricson Moreira, Material para la asignatura de pavimentos, 2017.

2.1.2.4.2 Especificación de los Materiales de Afirmado

Los materiales que se utilizan para construir la estructura del pavimento en su totalidad deben ser de buena calidad, se debe cuidar que este sea de suelo granular, material rocoso o una combinación de ambos, libre de material orgánico y escombros.

2.1.2.4.3 Ensayo de los Materiales

Para la realización de los ensayos, se debe considerar la finalidad o el uso que va a tener el material, en el cuadro que sigue, se indican los diferentes ensayos para cada caso.

Tabla 4: Ensayos para los materiales

Ensayos	Obras	Especificaciones
Granulometría	Sub-bases Bases Capa de rodadura Hormigones	MTOP. Tabla 403-1.1 MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 MTOP. Tabla 405-3.1 MTOP. Tabla 404.5.1 o 405.5.1
Límites de consistencia	Sub-bases Bases Capa de rodadura	Límite líquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 Límite líquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 Límite líquido ≤ 35 Índice plástico ≤ 4 INEN 691 Y 692
CBR	Sub-bases Bases	CBR ≥ 30 CBR ≥ 80
Abrasión	Sub-bases Bases Capas de rodadura Hormigones	$\leq 50\%$ INEN 860 y 861 $\leq 40\%$ INEN 860 y 861 $\leq 40\%$ INEN 860 $\leq 40\%$ INEN 860
Desgaste por acción de sulfatos	Bases Capa de rodadura Hormigones	$\leq 12\%$ INEN 863 $\leq 12\%$ INEN 863 $\leq 12\%$ INEN 863
Adherencia al asfalto o porcentaje de peladura	Capas de rodadura	Adherencia 95% Peladura 5% AASHTOT-182

Fuente: Moreira Fricson, Material para la asignatura de pavimentos, 2017.

2.1.2.5 Ciclo de Vida de los Pavimentos

Los pavimentos son inversiones importantes que exigen mantenimiento y reparación a lo largo de su vida para mantener los estándares de calidad y prolongar su vida útil. [4]

En la actualidad ha aumentado la necesidad de conservar su adecuado funcionamiento, pero los pavimentos sufren constantes deterioros debido a las sollicitaciones externas (lluvia, tránsito, etc.), el efecto que estas producen es permanente y puede resultar en un pavimento intransitable. [4]

El deterioro de un pavimento se da desde una etapa inicial, con un deterioro casi imperceptible hasta el deterioro total. Es por ello que los pavimentos se proyectan para que sirvan un determinado número de años, esta proyección es denominada ciclo de vida útil. [4]

El ciclo de vida del pavimento puede clasificarse en cuatro etapas, estas son:

2.1.2.5.1 Etapa 1: Construcción

En esta etapa, el estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad necesarios para satisfacer a los usuarios. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural. [4]

2.1.2.5.2 Etapa 2: Deterioro Imperceptible

El pavimento ha sufrido un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe pero es poco visible y no es apreciable por los usuarios. Generalmente el mayor daño se produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y clima. [4]

Para disminuir el deterioro o desgaste se hace necesario aplicar una serie de medidas de mantenimiento y conservación, caso contrario la vida útil del pavimento se reduce drásticamente. [4]

El camino está en buenas condiciones y sirve adecuadamente a los usuarios, el costo del mantenimiento anual esta alrededor del 0.4 a 0.6% del costo de construcción. El estado del camino varía desde excelente a regular. [4]

2.1.2.5.3 Etapa 3: Deterioro Acelerado

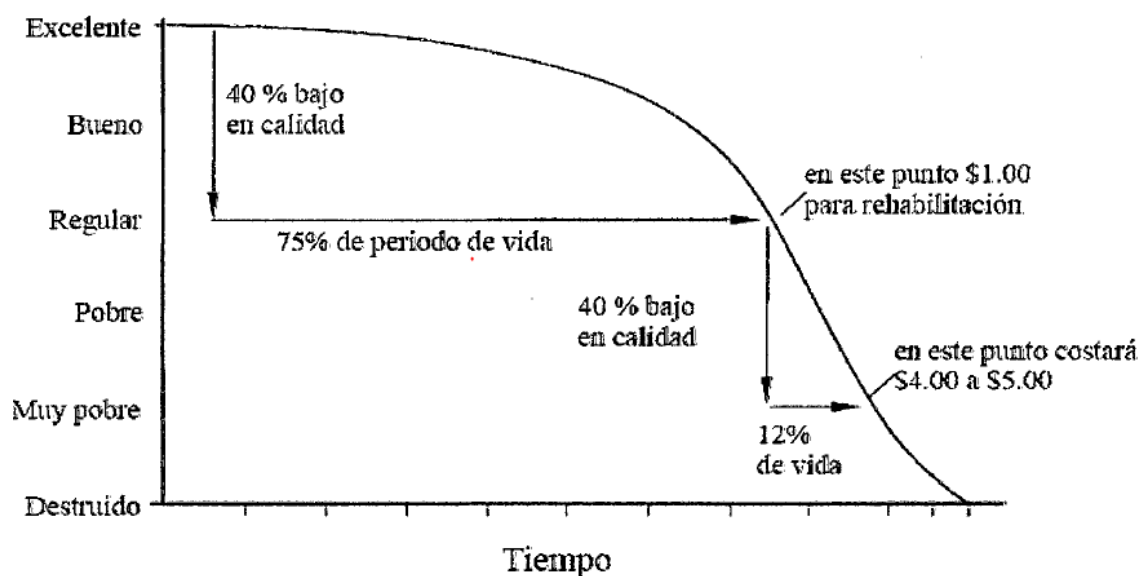
Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados, la resistencia al tránsito se ve reducida. La estructura básica del pavimento está dañada, esto lo podemos constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura.

Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada. El estado del camino varía desde regular hasta muy pobre. [4]

2.1.2.5.4 Etapa 4: Deterioro total

Esta última etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La transitabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos empiezan a experimentar danos en sus neumáticos, ejes, etc. Los costos de operación de los vehículos aumenta y la vía se hace intransitable para autos. [4]

Figura 3: Ciclo de vida del pavimento



Fuente: Cinthia Pereda, Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca - La Colpa, 2014.

2.1.2.6 Fallas en los Pavimentos

En todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, superficiales y estructurales.

2.1.2.6.1 Fallas Superficiales

Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada.

La corrección de estas se fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad. [3]

2.1.2.6.2 Fallas Estructurales

Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos. [3]

Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado. [3]

2.1.3 Calidad de Tránsito

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito. [19]

- L: (Low: Bajo). Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad.
- M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.
- H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o 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.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

2.1.4 Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre. [3]

Existen diferentes tipos y métodos de evaluación de pavimentos. En muchos casos los resultados de varios ensayos pueden compararse entre sí con el objeto de confirmar las

razones del deterioro o de la falla y, de esta manera, entender mejor el comportamiento del mismo. [2]

2.1.5.3 Evaluación Funcional o Superficial del Pavimento

Se entiende por evaluación superficial o funcional, aquella evaluación realizada en una vía con el objeto de determinar los deterioros que afectan al pavimento y al usuario, y conocer el estado en el que se encuentra el mismo. [2]

Existen diversos métodos para la evaluación superficial de los pavimentos. Son métodos sencillos de aplicar y no requieren de equipos sofisticados. La inspección visual que se realiza, es una de las herramientas más importantes en la aplicación de estos métodos, y forma parte esencial de esta investigación. Por lo general la evaluación se realiza en dos etapas, una inicial y otra detallada. [2]

2.1.5.3.2 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un índice numérico que clasifica la superficie en condiciones del pavimento, varía desde cero (0), para un pavimento con fallas o en mal estado hasta cien (100), para un pavimento en perfecto estado. En la Tabla 5 se presentan los rangos de PCI con su clasificación cualitativa de la condición del pavimento. [20]

Tabla 5: Índice de condición del pavimento

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-75	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Fuente: Ing. Esp. Luis Vásquez, Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen las categorías para cada daño en función al estado de afectación que presente. 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. [19]

En base al valor de PCI obtenido de la evaluación de campo se podría determinar cuál es el nivel de intervención como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Intervención en base al rango de PCI

Rango	Clasificación	Intervención
100-71	Bueno	Mantenimiento
70-30	Regular	Rehabilitación
30-0	Malo	Construcción

Fuente: Raúl Robles, Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – Surco – Lima, 2015.

2.1.5.2 Evaluación Estructural del Pavimento

Uno de los tipos de evaluación fundamentales que se debe realizar es la que determina la condición estructural del pavimento. El principal objetivo que se tiene con dicha evaluación es analizar la capacidad portante del sistema pavimento-subrasante. La falta de capacidad estructural en el pavimento se hace presente a través de un deterioro progresivo, el cual se relaciona con la aparición de agrietamientos y deformaciones. [1]

Para evaluar un pavimento se lo hacía mediante pruebas destructivas como perforaciones o calicatas. A través de dichas pruebas se procedía a aplicar métodos indirectos como la extracción de muestras, las que posteriormente eran llevadas al laboratorio. Si bien esta práctica aun es usada, ya no se lo hace en la misma magnitud. El avance tecnológico ha permitido ampliar los horizontes del ingeniero de pavimentos hacia la aplicación de pruebas no destructivas [1]

En el presente estudio emplearemos procesos no destructivos para la evaluación del pavimento que se llevara a cabo mediante medidas de deflexiones que son una herramienta importante en el análisis no destructivo de los pavimentos. La magnitud de la deflexión producida por la carga, son útiles para investigar las propiedades “in situ” del pavimento. Se trata de aplicar una sollicitación tipo y medir la respuesta de la estructura. [2]

2.1.5.4 Importancia de la Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una servicialidad óptima. [3]

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto. [3]

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores. [3]

2.1.5 Tráfico del Proyecto

Del tráfico depende el diseño de la estructura del pavimento pues la capa de rodadura constituye el elemento más importante, ya que es la estructura que recibirá el mayor impacto por parte de los vehículos en circulación y la que determina la comodidad del conductor en función de su estado. [14]

En el presente estudio se determinará el volumen y composición de los vehículos que circulan por la vía mediante conteos manuales. [14]

Los conteos manuales permiten tener un valor de vehículos que transitan por esa vía; estos conteos se realizan durante un lapso de 7 días seguidos. Cuando se obtiene el Tráfico Promedio Diario Anual, se lo proyecta utilizando tasas de crecimiento vehicular, cuyos datos se obtienen de una base de datos para cada tipo de vehículo. [14]

Conocer la composición y el comportamientos de los vehículos que circulan en la vía es un factor importante para la conservación durante la vida útil de la vía es, pues la capa de rodadura recibe directamente el impacto del tránsito de los vehículos provocando el desgaste constante de la misma. [14]

2.1.6 Beneficios de la Conservación Vial

Es importante tener un plan de conservación vial, ya que con estas acciones se disminuirá los costos, manteniendo operable la vía o red, generando beneficios económicos al sector. [14]

Los beneficios de la conservación son:

- Disminuye los costos de operación vehicular generando un ahorro.
- Disminuyen los tiempos de viaje para los usuarios.
- Preserva la inversión realizada por las instituciones administradoras viales.
- Genera a los usuarios seguridad, rapidez y confort.
- Fácil comunicación a servicios como salud, educación y sitios de producción.

2.2 HIPÓTESIS

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 19+200 al Km 23+000 de la provincia de Tungurahua.

2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 Variable Independiente

Implementación del proceso de conservación vial en función de las características físicas de la vía

2.3.2 Variable Dependiente

Estructura de la capa de rodadura

- Condición funcional: Método del índice de condición del pavimento (PCI)
- Condición estructural: Medición de las deflexiones
- Calidad de los materiales: Ensayos

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Considerando las características de este trabajo experimental, es necesario realizar varios tipos de investigación, ya que en el transcurso de su desarrollo se presentarán varios factores que deben ser considerados y analizados para que de esta manera se ejecute la realización de este trabajo de la manera más correcta posible.

3.1.1 Investigación de Campo

Conocida también como investigación in situ ya que se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Ello permite el conocimiento más a fondo del investigador, puede manejar los datos con más seguridad y podrá soportarse en diseños exploratorios, descriptivos y experimentales. [21]

La recolección de datos se lo realizara en campo, específicamente en la vía Patate – Píllaro Km 19+200 al Km 23+000, tramo 6; que conecta las ciudades de La Matriz y San Miguelito; se realizarán los ensayos de medición de la deflexión con el uso de la viga Benkelman, como también la extracción de muestras de suelo para su posterior análisis en laboratorio y finalmente la evaluación superficial de la capa de rodadura con la aplicación del método PCI que consiste en realizar una inspección visual recorriendo toda la vía detenidamente y registrando los datos para su posterior análisis y procesamiento.

3.1.2 Investigación Analítica

La investigación analítica estudia un evento identificando sus posibles causas, tratando de entender las situaciones en términos de sus componentes y se convierte en una herramienta para descomponer el fenómeno. [22]

El presente proyecto tiene un nivel de investigación analítica debido a que para el desarrollo del trabajo se debe indagar, recopilar y organizar información no solo del tema en investigación sino también de todos los resultados de temas similares. Además mediante la aplicación del método PCI; se pretende conocer el estado actual de la capa de rodadura y además conocer las características físicas de los materiales que componen

la estructura de la vía y para posteriormente sugerir las respectivas acciones de mantenimiento a realizarse.

3.1.3 Investigación Descriptiva

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. [23]

Con la inspección visual que se realiza a la capa de rodadura realizamos 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.

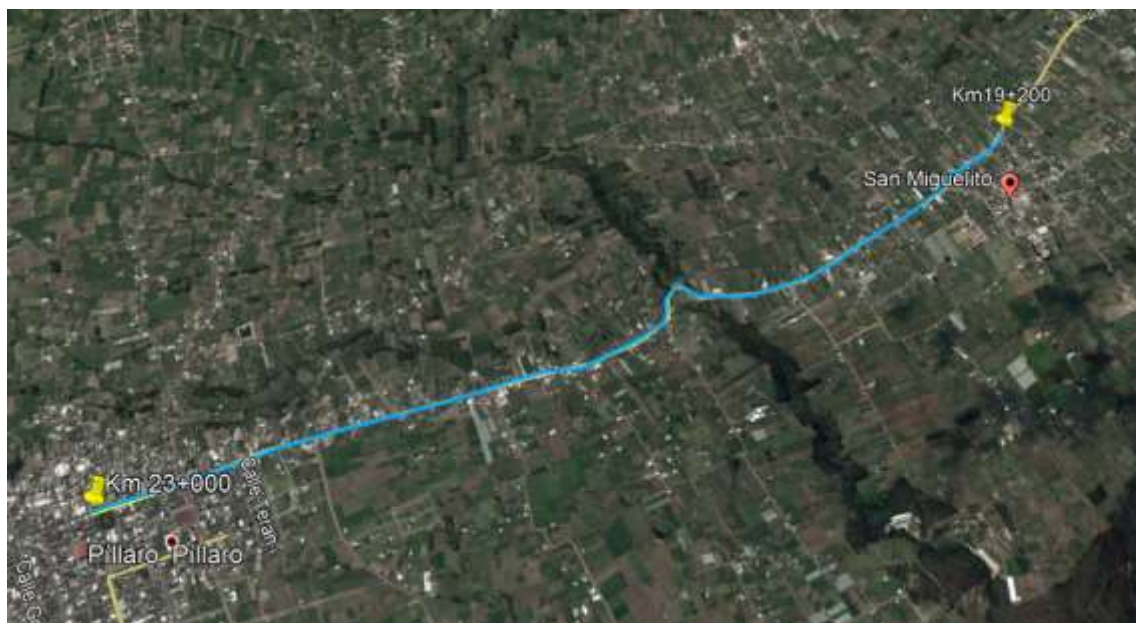
Con el análisis de las muestras de suelo se describirá las características actuales de la estructura del pavimento y su incidencia en el deterioro de la vía.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

La población de estudio es la vía Patate-Píllaro, el tramo 6, que corresponde desde el Km 19+200 al Km 23+000, es decir, una longitud de 3.800 m, ubicada en la provincia de Tungurahua.

Figura 4: Tramo en estudio



Fuente: Google Earth Pro 2018

3.2.2 Muestra

Para conocer las características de la vía se realiza diferentes evaluaciones aplicando metodologías en las que en cada una se tiene diferentes tipos de muestras que unas son procesadas en laboratorio y otras en computadora.

Como parte del estudio se pretende realizar un conteo vehicular manual durante 7 días en un periodo de 12 horas diarias, para conocer el TPDA actual de la vía y por medio de esta variable poder clasificar y priorizar a la vía según el MTOP.

Para realizar la evaluación superficial de la capa de rodadura se aplicara el método PCI en el cual conociendo la longitud de la vía y el ancho de la calzada se calcula el número de muestras totales, pero se evalúa un cierto número seleccionado de unidades de muestra, registrando todas las fallas existentes en la unidad de muestra en una ficha de campo que posteriormente se tabulan y así poder conocer el estado actual de toda la vía.

Dentro de los procesos de evaluación estructural y rehabilitación de los pavimentos asfálticos la medición de deflexiones ha formado parte integral durante las últimas cinco décadas, por lo que se medirá las deflexiones en la vía con el uso de la viga Benkelman. Para el caso de carreteras de dos carriles, las medidas de deflexión se deben realizar en ambos carriles de forma alternada y se realizara los ensayos a cada 200 m a lo largo de todo el tramo.

Finalmente para conocer las características físicas de los materiales que conforman la estructura del pavimento se realizara calicatas de 1m x 1m x1.50m en zonas de la vía que sea factible, aproximadamente a 1000 m de distancia de cada calicata. Donde se extrajo aproximadamente 50 kg de material por cada capa de la estructura del pavimento.

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variable Independiente

Implementación del proceso de conservación vial en función de las características físicas de la vía

Tabla 7: Variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumento
La Conservación vial puede definirse como el conjunto de actividades de obras de ingeniería vial, que requieren realizarse de forma inmediata cada vez que se detecta un deterioro del camino, y que debe ser subsanado en el mínimo tiempo de ejecución desde el momento en que es detectado para de esta manera garantizar la movilidad vehicular	Proceso de conservación	Conservación rutinaria: Conservación Periódica:	¿Cómo realizar el monitoreo diario y determinar la conservación rutinaria? ¿Cuál es el estado vial que se considera para aplicar la conservación periódica?	Ensayos Planes de mantenimiento Ensayos Planes de mantenimiento
	Movilidad Vehicular	Determinación del TPDA	¿Cuál es el tráfico que circula por la vía Patate-Píllaro en el tramo 6 Km 19+200 al Km 23+000?	Conteos manuales durante 7 días

Fuente: Autor

3.3.2 Variable Dependiente

Estructura de la capa de rodadura

Tabla 8: Variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumento
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.	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 Granulometrías Límites de plasticidad y líquido Desgate

Fuente: Autor

3.4 Plan de Recolección de Información

Tabla 9: Plan de recolección de información

Preguntas	Explicación
¿Para qué?	Para conocer el estado de la estructura vial y de esta manera proponer un sistema de conservación vial.
¿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?	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba
¿A qué se evalúa?	A la vía Patate – Píllaro
¿Dónde se evalúa?	En el tramo 6 Km19+200 al Km 23+000
¿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

Fuente: Autor

3.5 Plan de Procesamiento y Análisis

3.5.1. Levantamiento georreferenciado del tramo específico

Se realizará el levantamiento georreferenciado de la vía por lo que se requiere de algunos implementos como son: GPS, cinta métrica, libreta de campo, cámara fotográfica y asistentes de topografía.

3.5.2 Creación del modelo digital del terreno

Con la ayuda del software AutoCAD Civil3D se realizará la creación del modelo digital del terreno, este trabajo es de escritorio en donde los datos del levantamiento georeferenciado se procesaran para crear el modelo digital del terreno

3.5.3 Trazado de la vía existente

En el modelo digital del terreno se trazara la vía existente con sus respectivas características.

3.5.4 Conteos diarios de tráfico para priorización y clasificación vial en función del TPDA.

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.

Factores como el número de vehículos que transitarán en la carretera, las características técnicas y de operación de los vehículos como su peso bruto, pesos por ejes, la presión usada en sus neumáticos, tienen una influencia importante “sobre el tipo de estructura de pavimento y sus características geométricas de la carretera.”

Por lo que se realizara un conteo vehicular durante una semana durante 12 horas diarias para de esta manera priorizar y clasificar la vía en función del TPDA existente.

3.5.5 Aplicación del método de evaluación PCI

Consiste en realizar un recorrido en la vía y registrar todas las fallas que esta tenga pero solo en tramos seleccionados que se denominan unidades de muestreo que han sido determinados por un proceso de cálculo y de esta manera se podrá conocer el estado físico de toda la vía.

3.5.6 Obtener la capacidad de soporte mediante la medición de las deflexiones del pavimento.

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. [1]

3.5.7 Calidad de materiales

Para obtener las características físicas de los materiales que conforman la vía se realizara calicatas a cada kilómetro para obtener las respectivas muestras que serán ensayadas en los laboratorios de la facultad y así determinar la calidad de los materiales.

3.5.8 Plan de análisis

Método PCI

- Calcular el valor del PCI para cada unidad de muestra
- Calcular el valor del PCI de toda la vía
- Analizar los resultados y determinar el estado superficial de la vía

Capacidad de soporte

- Obtener las deflexiones de la vía
- Calcular el radio de curvatura
- Realizar el análisis correspondiente

Calidad de materiales

- Realizar los ensayos en los laboratorios
- Obtener las granulometrías de las capas que conforman la estructura del pavimento
- Obtener el CBR
- Interpretar los resultados estableciendo comparaciones, diferencias y novedades encontradas con los valores establecidos en las especificaciones técnicas.
- Verificar si se cumple la hipótesis: 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 19+200 al Km 23+000 de la provincia de Tungurahua.
- Determinar conclusiones en referencia a los objetivos planteados en un principio
- Realizar recomendaciones en base a la experiencia del trabajo para plantear nuevas líneas de investigación.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recolección de datos

4.1.1 Ubicación Geográfica

El tramo de vía en estudio se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, en el corredor que une las poblaciones de San Miguelito hasta Santiago de Píllaro, el tramo tiene una longitud de 3.8 km, con las siguientes coordenadas geográficas.

Tabla 10: Ubicación geográfica del tramo de la vía Patate-Píllaro

Abscisa	Norte	Este
Km 19 + 200	9866750.83 m S	774226.73 m E
Km 23 + 000	9870322.44 m S	773546.73 m E

Fuente: Autor

4.1.2 Estudio de Tránsito Vehicular

El volumen de tráfico es una variable cambiante para una misma vía según el ciclo dentro del cual se lo considera, como puede ser anual, mensual, semanal, diario y horario; debido a estas variaciones es que se debe analizar para conocer el comportamiento de una vía que tendrá influencia en diferentes aspectos como estudios económicos y de ingeniería vial.

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) corresponde al número de vehículos que pasan por una sección de vía durante un año, dividido para 365, este valor desde el punto de vista técnico es el de mayor importancia pues interviene en el planeamiento, clasificación de carreteras, programación de mejoramiento, estudio económico y determinación de ciertas características de la vía.

La estación de conteo se encuentra ubicada en la iglesia del barrio San Vicente en el Km 21+360 en el que se realizó un conteo vehicular manual durante 7 días en el mes de octubre en un periodo de 12 horas seguidas, desde las 07h00 hasta las 19h00 en el que contemplamos los siguientes resultados y en el anexo 3 se tiene las fichas de conteo.

Tabla 11: Coordenadas de la estación de conteo

Coordenadas de la estación de conteo	
Norte:	9868570,83m
Este:	773668,49m
Elevación:	2781m

Fuente: Autor

4.1.2.1 Comportamiento de tráfico de la Vía Patate – Píllaro, tramo # 6, Km 19+200 al Km 23+000

Tabla 12: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico sentido Norte-Sur

Comportamiento vehicular SENTIDO: NORTE-SUR							
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
7H00 - 8H00	164	181	146	111	117	139	107
8H00 - 9H00	122	153	132	111	93	181	97
9H00 - 10H00	127	167	103	94	92	178	114
10H00 - 11H00	159	168	98	111	100	168	160
11H00 - 12H00	123	160	82	106	91	219	167
12H00 - 13H00	133	150	80	114	94	162	162
13H00 - 14H00	182	183	86	117	108	160	163
14H00 - 15H00	168	175	107	141	114	153	136
15H00 - 16H00	135	179	93	164	135	184	143
16H00 - 17H00	177	172	98	167	112	164	113
17H00 - 18H00	136	183	139	183	115	196	121
18H00 - 19H00	155	152	123	178	85	165	99
SUMATORIA	1781	2032	1287	1597	1256	2069	1582

Fuente: Autor

Tabla 13: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico sentido Sur-Norte

Comportamiento vehicular							
SENTIDO: SUR- NORTE							
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
7H00 - 8H00	138	180	76	127	115	136	140
8H00 - 9H00	146	199	99	143	101	154	145
9H00 - 10H00	127	196	137	142	108	149	142
10H00 - 11H00	117	172	137	164	85	174	125
11H00 - 12H00	139	170	135	180	104	159	120
12H00 - 13H00	154	206	117	157	123	150	158
13H00 - 14H00	135	173	95	160	120	147	116
14H00 - 15H00	140	170	118	151	136	144	146
15H00 - 16H00	137	192	113	167	89	165	155
16H00 - 17H00	150	173	107	148	97	150	132
17H00 - 18H00	120	187	161	153	114	171	117
18H00 - 19H00	132	141	178	185	107	162	124
SUMATORIA	1635	2159	1473	1877	1299	1861	1620

Fuente: Autor

Tabla 14: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico ambos sentidos

Comportamiento vehicular							
SENTIDO: AMBOS SENTIDOS							
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
7H00 - 8H00	302	361	222	238	232	275	247
8H00 - 9H00	268	352	231	254	194	335	242
9H00 - 10H00	254	363	240	236	200	327	256
10H00 - 11H00	276	340	235	275	185	342	285
11H00 - 12H00	262	330	217	286	195	378	287
12H00 - 13H00	287	356	197	271	217	312	320
13H00 - 14H00	317	356	181	277	228	307	279
14H00 - 15H00	308	345	225	292	250	297	282
15H00 - 16H00	272	371	206	331	224	349	298
16H00 - 17H00	327	345	205	315	209	314	245
17H00 - 18H00	256	370	300	336	229	367	238
18H00 - 19H00	287	293	301	363	192	327	223
SUMATORIA	3416	4182	2760	3474	2555	3930	3202

Fuente: Autor

Tabla 15: Comportamiento de tráfico semanal

COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO SEMANAL			
DÍAS	SENTIDO		Totales
	NORTE-SUR	SUR-NORTE	
Lunes	1781	1635	3416
Martes	2023	2159	4182
Miércoles	1287	1473	2760
Jueves	1597	1877	3474
Viernes	1256	1299	2555
Sábado	2069	1861	3930
Domingo	1582	1620	3202

Fuente: Autor

4.1.3 Aplicación del método PCI

4.1.3.1 Descripción de la Sección

Después de realizar una previa inspección visual y de realizar calicatas a lo largo de la vía se observa que la vía se divide en varias secciones. La evaluación superficial de la vía se lo realizo desde el km 19+200 al km 22+700 debido a que esta metodología de evaluación es aplicable solo para pavimentos flexibles y de concreto; y desde la abscisa km 22+700 al km 23+000 se tiene una vía adoquinada, por lo que se excluyó esta sección de la vía.

4.1.3.2 Secciones de la vía

- **Sección 1:** comprende desde el km 19+200 al km 19+328, la vía tiene un promedio de 7,40 m. se decide separar de las demás unidades de muestreo para evitar errores en el cálculo del PCI total de la sección.
- **Sección 2:** comprende desde el km 19+328 al km 20+544, la vía es de dos carriles con un ancho promedio de 8,50m. A primera inspección visual la vía se encuentra en buen estado y cuenta con pocas fisuras leves.
- **Sección 3:** comprende desde el km 20+544 al km 21+184, la vía es de dos carriles con un ancho promedio de 9,40m. A primera inspección visual de la se encuentra en buen estado, dentro de la sección se encuentra el redondel a la

entrada de San Miguelito, y se considera como otra sección por la estructura del pavimento diferente a las demás secciones.

- **Sección 4:** comprende desde el km 21+184 al km 22+688, la vía es de dos carriles con un ancho promedio de 7,70m. Visualmente la vía se encuentra en buen estado y se considera otra sección por la estructura del pavimento.

4.1.3.3 Geometría

El tramo 6 que une las parroquias rurales San Miguelito a La Matriz tiene una longitud de 3800 metros con pocas curvas y en gran parte tramos rectos.

4.1.3.4 Estructura del Pavimento

Desde el km 19+200 al km 22+700 la capa de rodadura es de asfalto con un espesor variable a lo largo de toda la vía por lo que se dividió en secciones, desde el km 22+700 al km 23+000 la capa de rodadura es adoquinada, toda la capa de rodadura se encuentra asentada sobre un empedrado por lo que no tiene una estructura adecuada.

4.1.3.5 Medio Ambiente y Drenaje

En ambos lados de toda la vía se puede encontrar edificaciones de mediana altura, además cuenta con cunetas solo en ciertos tramos de la vía.

4.1.3.6 Obras Adicionales


La señalización horizontal está muy deteriorada y es poco visible mientras que la señalización vertical es insuficiente.

4.1.3.7 Procedimiento de Evaluación de la Condición de un Pavimento

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende una etapa de trabajo de campo y otra etapa de cálculos aplicando la metodología respectiva; y es el siguiente:

Primera etapa: corresponde al trabajo de campo, en donde se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos, registrando la información en los formatos elaborados para tal fin. A continuación se muestra el formato empleado para pavimentos de concreto asfáltico. [22]

Tabla 16: Formato de registro para la evaluación superficial

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																								
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																								
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																								
	Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)																								
Nombre de la vía:					Esquema:																				
Evaluado por:																									
Fecha:																									
Tramo:		Sección:																							
Área de la muestra (m2):		Unidad de muestra:																							
Abscisa inicial:		Abscisa final																							
TIPOS DE FALLAS																									
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. Piel de cocodrilo (m2)</td> <td style="width: 50%;">11. Parcheo</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación (m2)</td> <td>12. Pulimiento de agregado</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque (m2)</td> <td>13. Huecos o baches</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamientos y hundimientos (m2)</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>15. Ahuellamiento</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión</td> <td>16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>7. Grietas de borde</td> <td>17. Grietas parabólicas</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel carril/berma</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>10. Grieta longitudinal y transversal</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo	2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado	3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches	4. Abultamientos y hundimientos (m2)	14. Cruce de vía férrea	5. Corrugación	15. Ahuellamiento	6. Depresión	16. Desplazamiento	7. Grietas de borde	17. Grietas parabólicas	8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento	9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados	10. Grieta longitudinal y transversal	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo																								
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado																								
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches																								
4. Abultamientos y hundimientos (m2)	14. Cruce de vía férrea																								
5. Corrugación	15. Ahuellamiento																								
6. Depresión	16. Desplazamiento																								
7. Grietas de borde	17. Grietas parabólicas																								
8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento																								
9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados																								
10. Grieta longitudinal y transversal																									
FALLAS EXISTENTES																									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido																	
Número de deducidos > 2(q):							Total VD:																		
Valor deducido más alto (HDVi):																									
Número admisible de deducidos (mi):																									
CÁLCULO DEL PCI																									
#	Valores deducidos					Total	q	CVD																	
							Máx. CDV:																		
PCI=100 - Máx. CDV PCI=																									

Fuente: ASTM D6433-07, 2017

4.1.3.8 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 el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Tabla 17: 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 D6433-07, 2017

El ancho de la calzada de la vía Patate-Píllaro es de 7.50 m aproximadamente, por lo tanto de acuerdo a la tabla anterior la longitud de la unidad de muestreo debe ser de $L=31.5 \text{ m}$ pero se tomara una longitud de 32 m para comodidad e cálculos.

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

$$A = a * L \quad \text{Ec. 1}$$

Donde

A: Área de la unidad de muestra

a: Ancho de la calzada

L: Longitud de la unidad de muestra

$$A = 7.50 \text{ m} * 32.00 \text{ m}$$

$$A = 240.00 \text{ m}^2$$

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

Calculamos el número total de muestras para los dos tramos de las calzadas en ambos sentidos. El tramo a analizar va desde el Km 19+200 al Km 23+000 que comprende desde la parroquia San Miguelito hasta el parque de la parroquia Píllaro, pero debido a que desde el parque hasta la entrada a la ciudad posee capa de rodadura del pavimento de 300 m aproximadamente es de adoquín, esta distancia no se tomara en cuenta para el análisis respectivo debido a que la metodología es aplicable solo para pavimentos hidráulicos y asfálticos.

$$N = \frac{LT}{L} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

N: Número de muestras

LT: Longitud total de la vía

L: Longitud de la unidad de muestra

Valor para ambos carriles

$$N = \frac{3500 \text{ m}}{32.00 \text{ m}} = 109.34 \cong 110 \text{ UM}$$

4.1.3.9 Determinación 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 ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \cdot (N-1) + \sigma^2} \quad \text{Ec.3}$$

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%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) 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 proyecto tiene una longitud mayor a 3 Km y es muy extensa según el manual PCI debemos calcular el valor “n” que como se menciona anteriormente es un numero aleatorio demuestras mucho menor.

$$n = \frac{110 * (10)^2}{\frac{5^2}{4} * (110 - 1) + 10^2} = \frac{11000}{781.25} = 14.08 \cong 14$$

4.1.3.10 Selección de las Unidades de Muestreo

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 Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ec.4}$$

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

$$i = \frac{110}{14} = 7,85 \cong 7$$

- 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 de muestras totales que calculamos es 14 pero se analizará más muestras para tener un porcentaje más de confiabilidad por lo que se tienen las siguientes muestras.

Tabla 18: Unidades de muestreo representativas de la vía

No. De muestras	UM	ABSCISA	
		INICIAL	FINAL
1	1	Km 19+ 200,00	Km 19+ 232,00
2	5	Km 19+ 328,00	Km 19+ 360,00
3	9	Km 19+ 456,00	Km 19+ 488,00
4	13	Km 19+ 584,00	Km 19+ 616,00
5	17	Km 19+ 712,00	Km 19+ 744,00
6	21	Km 19+ 840,00	Km 19+ 872,00
7	25	Km 20+ 0,00	Km 19+ 32,00
8	29	Km 20+ 128,00	Km 20+ 160,00
9	33	Km 20+ 256,00	Km 20+ 288,00
10	37	Km 20+ 384,00	Km 20+ 416,00
11	41	Km 20+ 512,00	Km 20+ 544,00
12	45	Km 20+ 640,00	Km 20+ 672,00
13	49	Km 20+ 768,00	Km 20+ 800,00
14	53	Km 20+ 896,00	Km 20+ 928,00
15	57	Km 21+ 24,00	Km 20+ 56,00
16	61	Km 21+ 152,00	Km 21+ 184,00
17	65	Km 21+ 280,00	Km 21+ 312,00
18	69	Km 21+ 408,00	Km 21+ 440,00
19	73	Km 21+ 536,00	Km 21+ 568,00
20	77	Km 21+ 664,00	Km 21+ 696,00
21	81	Km 21+ 792,00	Km 21+ 824,00
22	85	Km 21+ 920,00	Km 21+ 952,00
23	89	Km 22+ 48,00	Km 21+ 80,00
24	93	Km 22+ 176,00	Km 22+ 208,00
25	97	Km 22+ 304,00	Km 22+ 336,00
26	101	Km 22+ 432,00	Km 22+ 464,00
27	105	Km 22+ 560,00	Km 22+ 592,00
28	109	Km 22+ 688,00	Km 22+ 720,00

Fuente: Autor

4.1.3.11 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.

4.1.3.12 Evaluación de la Condición

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a) Equipo.

- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b) **Procedimiento.** Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se usa un formulario para cada unidad de muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

c) El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

4.1.4 Medición de las Deflexiones del Pavimento

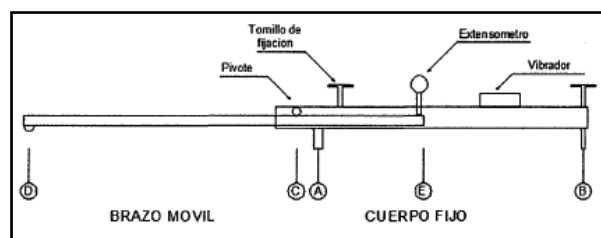
El sistema más difundido de medición de deflexión es mediante el empleo de la viga Benkelman. Este dispositivo se utiliza para realizar mediciones en sectores en los que se observan fallas visibles y en los que no se observan fallas, de esta forma es posible acotar las propiedades actuales del pavimento “in situ”, e integrar sus resultados para una interpretación global. [1]

4.1.4.1 Viga Benkelman

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. [23]

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. [24]

Figura 5: Esquema de la viga Benkelman



Fuente: Javier Balarezo, Tesis “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicado a un pavimento”, 2017.

4.1.4.2 Esquema de la Viga Benkelman

Consiste en un dispositivo sencillo que opera por medio de 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. [24]

A continuación se detalla los procedimientos para lograr las medidas de las deflexiones.

Equipo requerido

- Deflectómetro viga Benkelman.
- Extensómetro con dial indicador de divisiones cada 0.01 mm.
- 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.
- Vehículo auxiliar para transportar al personal y al equipo, se recomienda que sea una camioneta.
- 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.
- Termómetro o sistema de termopares con escala de -10 °C a 50 °C.
- Manómetro, que disponga de una boquilla adecuada para medir la presión de inflado.
- Accesorios de seguridad como: cascos, conos y señales de seguridad.
- 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. [23]

4.1.4.3 Secciones a Analizar

Para realizar el ensayo con la viga Benkelman se ha dividido a la vía en tres secciones, debido a que la estructura del pavimento cambia en una parte de la vía, por lo que es conveniente realizar el ensayo por secciones.

Tabla 19: Secciones de estudio para la viga Benkelman

Secciones	Abscisa inicial	Abscisa final
Sección 1	Km 19+200	Km 20+600
Sección 2	Km 20+600	Km 21+200
Sección 3	Km 21+200	Km 22+600

Fuente: Autor

4.1.4.4 Sitios de Ensayos

Se procede a medir las deflexiones en el pavimento a cada 200m a lo largo de toda la vía, alternando los carriles, en la siguiente tabla tenemos la ubicación de los puntos a medir.

Tabla 20: Sitios de aplicación del ensayo con la viga Benkelman

No.	Abscisa	Carril		Distancia del borde al punto de ensayo	Secciones
		Izquierdo	Derecho		
1	Km 19+200	x		90 cm	1
2	km 19+400		x	90 cm	
3	Km 19+600	x		70 cm	
4	Km 19+800		x	75 cm	
5	km 20+000	x		75 cm	
6	Km 20+200		x	75 cm	
7	km 20+400	x		75 cm	
8	km 20+600		x	75 cm	
9	km 20+800	x		90 cm	2
10	km 21+000		x	90cm	
11	Km 21+200	x		75 cm	3
12	km 21+400		x	75 cm	
13	km 21+600	x		75 cm	
14	km 21+800		x	90 cm	
15	Km 22+000	x		90 cm	
16	Km 22+200		x	90 cm	
17	Km 22+400	x		90 cm	
18	Km 22+600		x	90 cm	

Fuente: Autor

En cada sitio de ensayo se mide las deflexiones en D0, D25, D50, D100, D500, D800.

4.1.4.2 Procedimiento de Uso

1. Antes de comenzar con el ensayo se verifica que la volqueta usada tenga un peso de 8.2 ton pesados desde los 2/3 del ejes posterior hacia adelante. Además la presión del aire en las llantas debe ser de 75 85 PSI.
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 tabla 21.

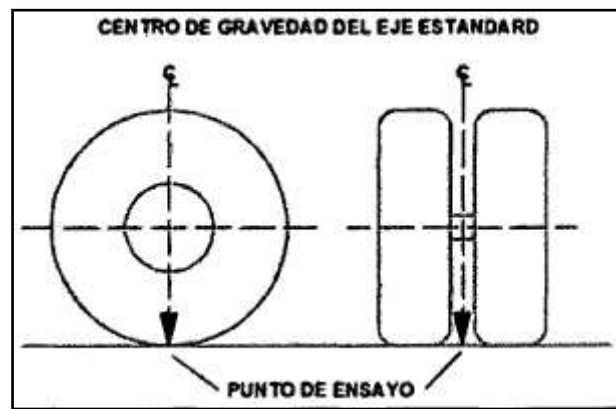
Tabla 21: Distancia de aplicación del ensayo

Ancho del carril	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento
2.70m	0.45 m
3.00	0.60 m
3.30	0.75 m
3.60 m o mas	0.90m

Fuente: Manual de ensayo de materiales del PERÚ, 2016.

3. La rueda dual externa deberá ser colocada sobre el punto seleccionado, quedando este ubicado entre ambas llantas. 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 (ver Fig. 6). para toda esta operación es aceptable una tolerancia en el rango de 3" alrededor del punto. [24]

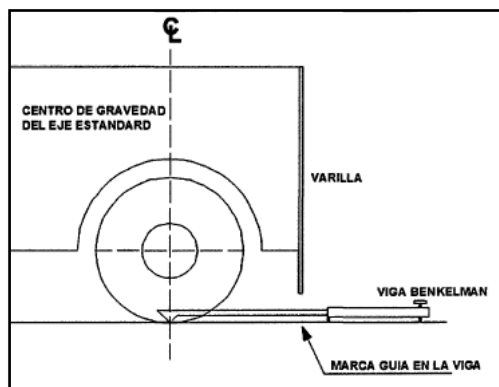
Figura 6: Ubicación del centro de gravedad del eje posterior



Fuente: Javier Balarezo, Tesis "Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicado a un pavimento", 2017.

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 (del primer brazo de mayor longitud, el caso sea doble) coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las cubiertas de las llantas de la rueda dual. Dado que eso último se dificulta por la inaccesibilidad tanto visual como manual, se realizara previamente la siguiente operación: [24]
5. Se coloca la viga en la posición como estuviera entre las llantas pero en la parte exterior de las mismas, haciendo coincidir igualmente, haciendo uso de una plomada, el extremo del brazo móvil con el eje vertical del centro de gravedad, tomando como punto de referencia la varilla vertical adosada a la parte trasera del camión (ver Fig. 7), se efectúa una marca en la viga de manera tal que, en adelante, basta con hacerlas coincidir para asegurarse que el extremo de la viga coincide con el centro de las llantas, en el momento de iniciar las mediciones.

Figura 7: Alineamiento del extremo de la viga Benkelman con el centro de las llantas



Fuente: Javier Balarezo, Tesis “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicado a un pavimento”, 2017.

6. De igual forma se puede efectuar, a partir de la primera, sucesivas marcas a distancias elegidas a las cuales se desee medir deflexiones adicionales (puede ser a 25, 50, 75 y 100 cm) o por lo menos 3 lecturas, pero se pueden obtener más, con fines de verificación, lo cual es recomendable, o si es que se desea obtener una idea grafica del tipo de curva de deflexiones que se producen.
7. Una vez instalada la viga en el punto de medición haciendo coincidir con la guía vertical y la marca inicial, se verificara que esta se encuentre alineada longitudinalmente con la dirección del movimiento del camión.
8. 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.
9. 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.
10. 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 °C). 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. Es conveniente establecer una relación deflexión-temperatura, ubicando unos pocos puntos de ensayo y efectuando medidas repetidas de deflexión en ellos a diferentes horas del día, desde las primeras horas de la mañana hasta las últimas

de la tarde, efectuando determinaciones simultaneas de la temperatura del pavimento. [5]

De las lecturas realizadas en campo tenemos la siguiente tabla de datos.

Tabla 22: Lecturas tomadas en campo

Sección	No	Abscisa	Carril		Lecturas					
					Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
			Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	1	Km 19+200	X		0	18	20	22	23	23
	2	Km 19+400		X	0	17	19	20	21	21
	3	Km 19+600	X		0	20	22	23	24	24
	4	Km 19+800		X	0	16	17	19	20	20
	5	Km 20+000	X		0	19	20	21	22	22
	6	Km 20+200		X	0	15	17	20	21	21
	7	Km 20+400	X		0	20	22	23	24	24
	8	Km 20+600		X	0	16	19	22	23	23
2	1	Km 20+800	X		0	14	18	19	21	21
	2	Km 21+000		X	0	13	17	19	20	20
	3	Km 21+200	X		0	15	18	20	21	21
3	1	Km 21+400		X	0	17	20	22	23	23
	2	Km 21+600	X		0	13	15	17	18	18
	3	Km 21+800		X	0	15	18	20	21	21
	4	Km 22+000	X		0	18	20	22	23	23
	5	Km 22+200		X	0	14	16	17	18	18
	6	Km 22+400	X		0	17	19	20	21	21
	7	Km 22+600		X	0	15	17	18	19	19

Fuente: Autor

4.1.5 Estudios de Suelos

Para conocer las características físicas de los materiales que conforman la estructura del pavimento se realizó calicatas de 1m x 1m x1.50m 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.

4.1.5.1 Ubicación de los Pozos

Tabla 23: Ubicación de los pozos

Pozo	Denominación	Abscisa	Coordenadas		
			Este	Norte	Altitud (m)
1	M1	Km 19+740	774015,07	9867132.31	2771
2	M2	Km 20+850	773900.35	9868188.86	2753
3	M3	Km 21+480	773665.94	9868690.40	2790
4	M4	Km 22+080	773646.66	9869294.55	2792

Fuente: Autor

4.1.5.2 Estructura del Pavimento

Después de realizar los pozos se descubrió que a lo largo de toda la vía la estructura del pavimento está asentada sobre un empedrado por lo que no posee una estructura adecuada, sin embargo se halló tramos en los que cambia la estructura, a continuación los detalles.

Tabla 24: Estructura del pavimento en cada uno de los pozos

Pozo	Ubicación	Estructura del pavimento
1	Se encuentra a la entrada de la parroquia San Miguelito.	Está compuesta por una capa asfáltica de 20 cm asentada sobre una capa base de 15cm sobre un empedrado, por lo que se extrajo dos muestras de suelo de este pozo para su análisis, siendo muestra de la capa base y del suelo de fundación.
2	Se encuentra en el redondel de la Virgen María.	Está compuesta por una capa asfáltica de 4 cm asentada sobre una capa base de 20cm sobre un antiguo asfalto y a su vez toda esta estructura está asentada sobre un empedrado.
3	Se encuentra ubicado cerca a la iglesia del barrio San Vicente.	Está compuesta por una capa asfáltica de 20 cm montada sobre una capa base de 15cm sobre un empedrado.
4	Se encuentra ubicada a la entrada de Píllaro	Está compuesta por una capa asfáltica de 20 cm montada sobre una capa base de 15cm sobre un empedrado.

Fuente: Autor

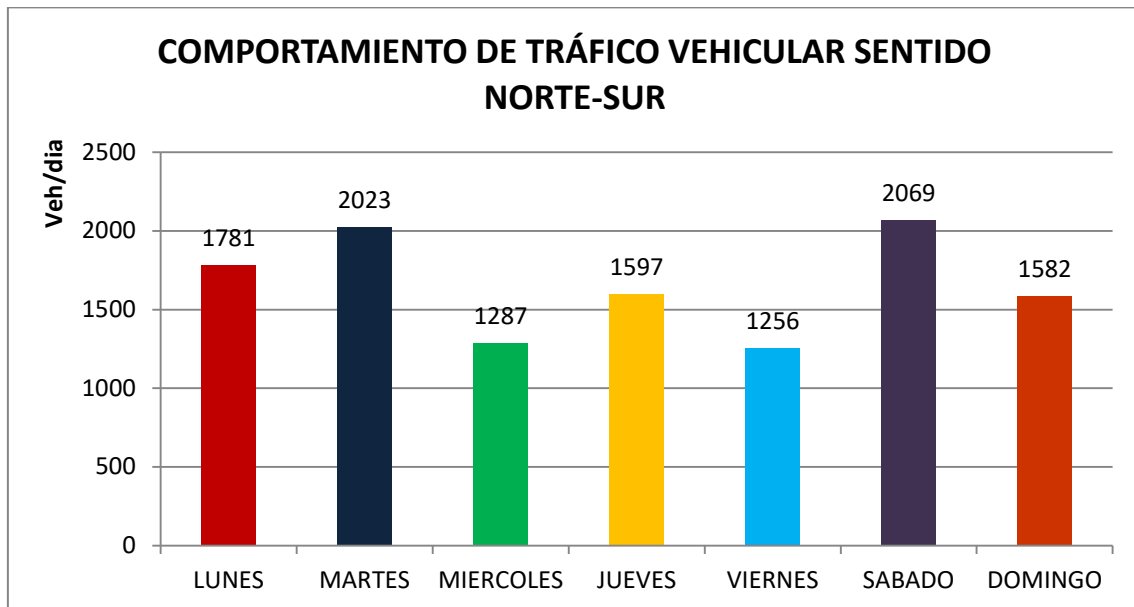
4.2 Análisis de Resultados

4.2.1 Tránsito Vehicular

Se realizó un conteo vehicular manual durante una semana por 12h en el mes de octubre del 2018 de los cuales tenemos los siguientes resultados.

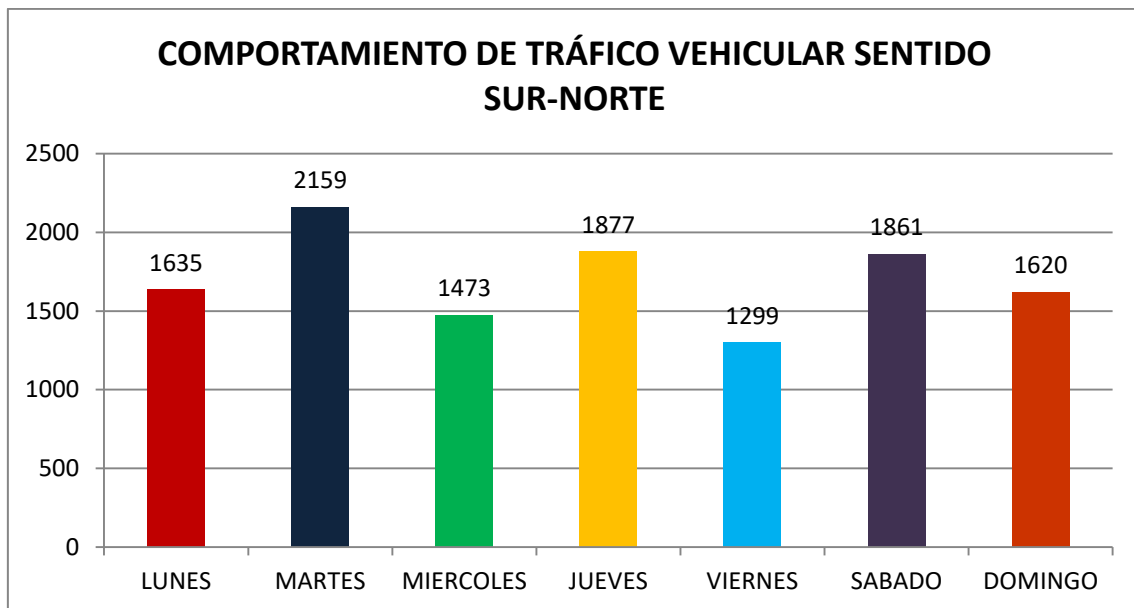
4.2.1.1 Comportamiento de Tránsito

Figura 8: Comportamiento de tráfico semanal sentido Norte-Sur



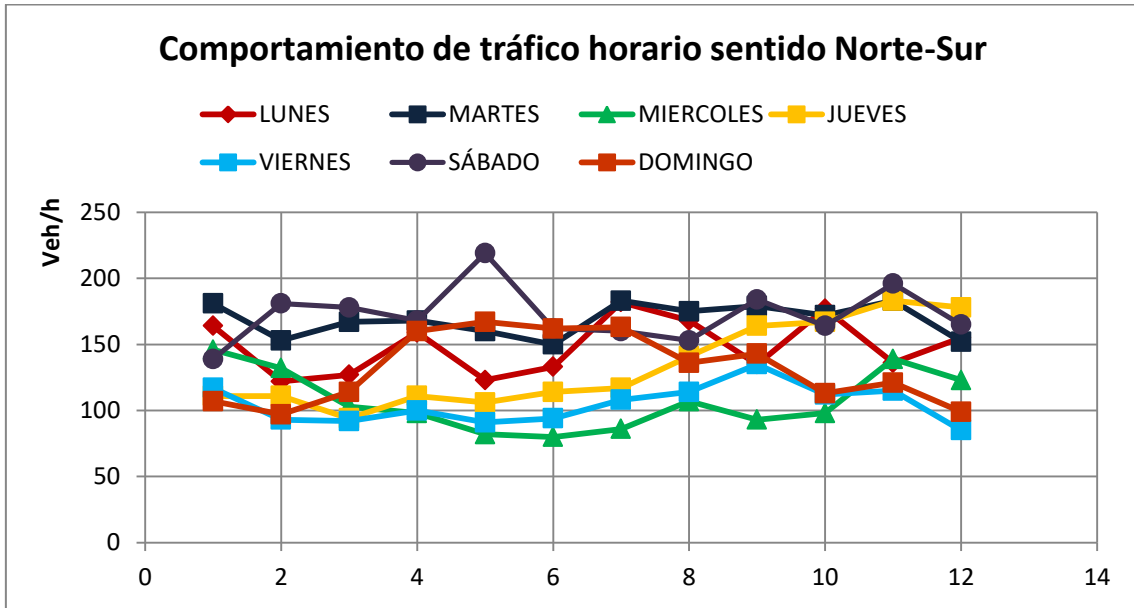
Fuente: Autor

Figura 9: Comportamiento de tráfico vehicular sentido Sur-Norte



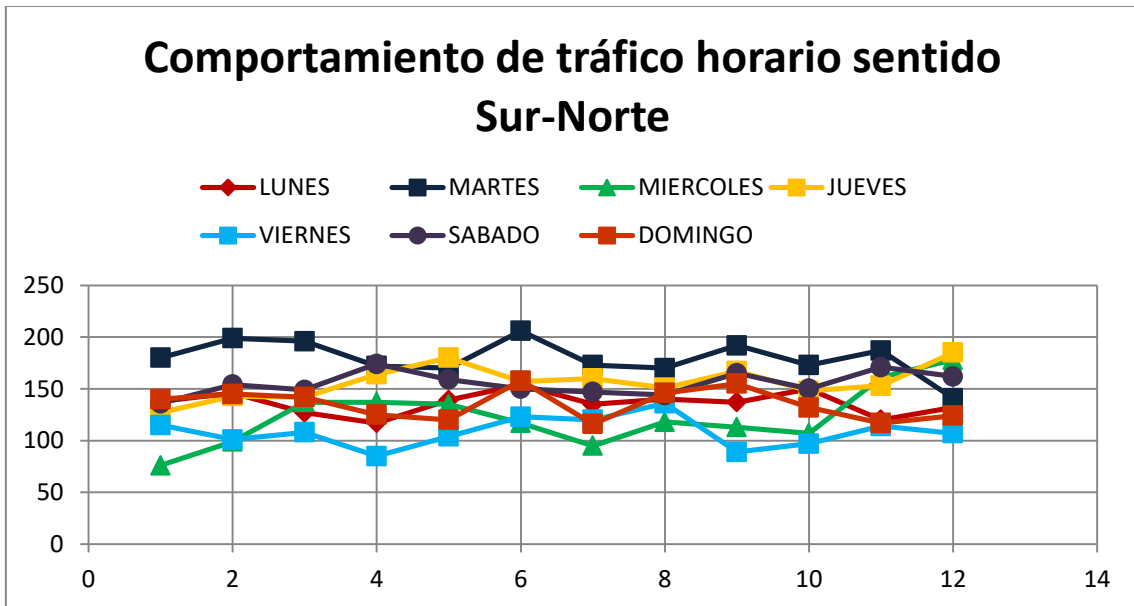
Fuente: Autor

Figura 10: Comportamiento de tráfico horario sentido Norte-Sur



Fuente: Autor

Figura 11: Comportamiento de tráfico horario sentido Sur-Norte



Fuente: Autor

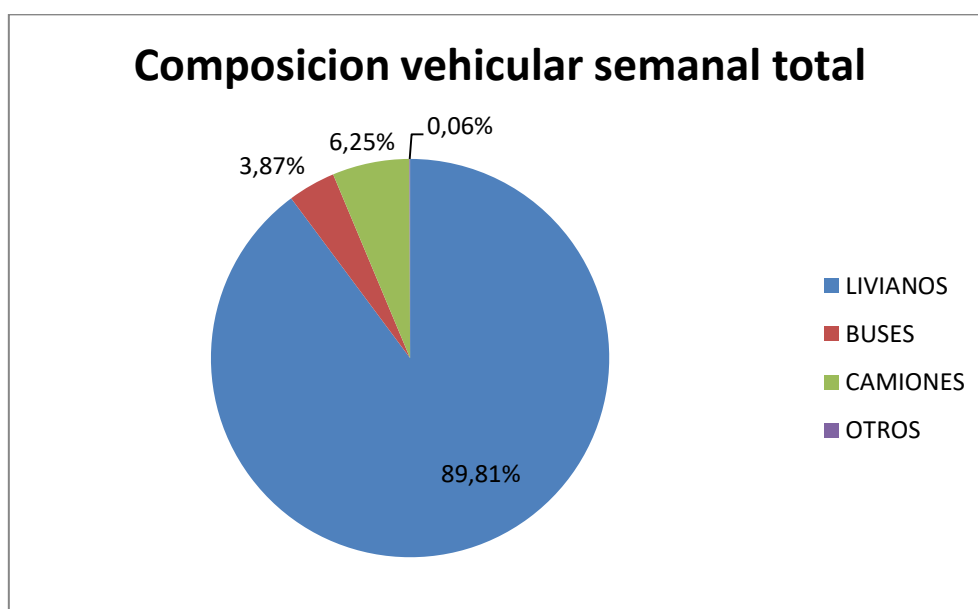
4.2.1.2 Composición Vehicular

Tabla 25: Composición vehicular total

Composición vehicular Semanal total		
Tipo de Vehículos	# vehículos	Porcentaje
Livianos	21123	89,81%
Buses	911	3,87%
Camiones	1471	6,25%
Otros	14	0,06%
Total	23519	100,00%

Fuente: Autor

Figura 12: Composición vehicular



Fuente: Autor

Del conteo vehicular se tiene que la hora pico es el día sábado desde las 11h00 hasta las 12h00 esto es debido a que la población del cantón se dedica a la agricultura por tal motivo es ese día en el que sacan sus productos para comercializar con ellos no solo dentro del cantón sino también los llevan a otros cantones como Ambato, Pelileo, Patate, entre otros; también el cantón se caracteriza por tener sitio turístico que son atractivos para la población local y visitante, por tales motivos se consideró la hora pico para este día.

Tabla 26: Hora pico del conteo vehicular

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO														
PROYECTO		ESTACIÓN N°			UBICACIÓN:			Iglesia- San Vicente		SENTIDO:		Ambos sentidos		HOJA N°
FECHA:		DÍA:			ESTADO DEL TIEMPO:			Soleado		RESPONSABLE		Jessica Chuqui		
HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTRO S N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
11H00	11H15	36	50	1	1	1	0	3	4	0	0	1	97	378
11H15	11H30	43	38	0	3	2	0	5	0	0	0	0	91	
11H30	11H45	46	50	0	1	2	0	5	5	0	0	0	109	
11H45	12H00	31	42	0	1	2	0	5	0	0	0	0	81	
Sumatoria		156	180	1	6	7	0	18	9	0	0	1	378	
Composición vehicular		337			13			27				1		
Porcentaje		89,15%			3,44%			7,14%				0,26%		100,00 %

Fuente: Autor

4.2.1.3 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 11h00 y las 12h00.

$$\text{VHMD}=97+91+109+81$$

$$\text{VHMD}=378$$

4.2.1.4 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.

$$\text{FHMD}=\frac{\text{VHMD}}{4*Q_{\text{Max}}} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde

FHMD: Factor de hora de máxima demanda

VHMD: Volumen horario de máxima demanda

Q_{Max} : Flujo máxima

$$\text{FHMD}=\frac{378}{4*109}=0,8670$$

Nota: para efectos de cálculo se considerara FHMD=1

4.2.1.5 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA actual)

$$\text{TPDA}=\frac{\text{VHP}*FHMD}{k} \quad \text{Ec. 5}$$

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

- $k=0.10$ Para zona urbana
- $k=0.15$ Para zona rural

$$TPDA = \frac{378 * 1}{0.15} = 2520 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

Tabla 27: Cálculo del TPDA actual para la vía Patate-Píllaro, tramo #6

Tipo de vehículo	VHP	TPDA Actual
Livianos	337	2247
Buses	13	87
Camiones	27	180
Otros	1	7
Total	378	2521

Fuente: Autor

4.2.1.6 Tránsito Futuro

$$TF = TA + IT \quad \text{Ec. 6}$$

$$TF = (TE + T_{atr.}) + (TCNT + TG + TD) \quad \text{Ec. 7}$$

Cálculo del Tránsito Actual (TA)

$$TA = TE + T_{atr} \quad \text{Ec. 8}$$

Datos:

- Tránsito Existente $TE = TPDA = 2521 \text{ veh/día}$
- Tránsito Atraído $T_{atr} = 10\% * TE$

$$TA = TE + T_{atr}(10\%)$$

$$TA = 2521 \frac{\text{veh}}{\text{día}} + 0.1 * 2521 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

$$TA = 2774 \text{ veh/día}$$

Tabla 28: Resumen de conteo Manual de Tráfico Volumétrico día Domingo

Tipo de vehículo	Tránsito existente (TE)	Tránsito Atraído (Tatr)	Tránsito Actual (TA)
Livianos	2247	225	2472
Buses	87	9	96
Camiones	180	18	198
Otros	7	1	8
TOTAL	2521	253	2774

Fuente: Autor

INCREMENTO DE TRÁNSITO

$$IT=TCNT+TG+TD$$

Ec. 9

Cálculo del Tránsito por Crecimiento normal del tránsito (T_{CNT})

Datos:

- Tránsito Existente TE=2521 veh/día
- Tasa de crecimiento (i)
- Período de diseño (n)

Tabla 29: 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 – 202	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 %

Fuente: José Gutiérrez, 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”, 2017.

$$T_{CNT} = TE * (1+i)^n$$

Ec. 10

$$T_{CNT} = 2521 \text{ veh} * \left(1 + \frac{1.95}{100}\right)^5$$

$$T_{CNT} = 2777 \text{ veh}$$

Tabla 30: Cálculo del crecimiento normal de tránsito

Tipo de vehículo	Tránsito existente (TE)	T_{CNT} 5 años	T_{CNT} 10 años	T_{CNT} 15 años	T_{CNT} 20 años
Livianos	2247	2459	2691	2945	3223
Buses	87	94	97	98	99
Camiones	180	220	269	328	401
Otros	7	8	8	9	10
TOTAL	2521	2780	3065	3380	3733

Fuente: Autor

Cálculo del Tránsito Generado (TG)

$$TG = 10\% * TE$$

Ec. 11

$$TG = 0,10 * 2521 \text{ veh}$$

$$TG = 252 \text{ veh}$$

Tabla 31: Cálculo del tránsito generado

Tipo de vehículo	Tránsito existente (TE)	TG = 10 % TE
Livianos	2247	225
Buses	87	9
Camiones	180	18
Otros	7	1
TOTAL	2521	253

Fuente: Autor

Cálculo del Tránsito Desarrollado (TD)

$$TD=5\%*TE$$

Ec.12

$$TD=0,05*2521 \text{ veh}$$

$$TD=126 \text{ veh}$$

Tabla 32: Cálculo del tránsito desarrollado

Tipo de vehículo	Tránsito existente (TE)	TD = 5 % TE
Livianos	2247	113
Buses	87	5
Camiones	180	9
Otros	7	1
TOTAL	2521	128

Fuente: Autor

Cálculo del tránsito futuro (TF)

Datos:

- Tránsito Existente TE = 2521 veh
- Tránsito Generado TG
- Tránsito Desarrollado TD
- Crecimiento Normal de Tránsito

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

$$TF=2521 \text{ veh}+253 \text{ veh}+2780 \text{ veh}+253 \text{ veh}+128$$

$$TF=5935 \text{ veh}$$

Tabla 33: 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	5269	5501	5755	6033
Buses	204	207	208	209
Camiones	445	494	553	626
Otros	18	18	19	20
TOTALES	5935	6220	6535	6888

Fuente: Autor

4.2.1.7 Clasificación Vial en Función del TPDA

Una es determinad el TPDA actual de la vía Patate – Píllaro, tramo # 6 se desea conocer el tipo de carretera que une estas dos importante parroquias como son San Miguelito y La Matriz.

Tabla 34: 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 35: 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
	IV	De 100 a 300
Vecinal	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 2521veh/día se puede notar que la vía Patate-Píllaro en una vía de clase II y de según el cuadro de relación función, clase MTOP y tráfico es una vía colectora ya que recibe el tráfico de los caminos vecinales además sirve a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

Para un periodo de diseño de 20 años se puede estimar que la vía Patate –Píllaro se convertirá en una vía de clase I pues se espera un TPDA de 6888 veh/día.

4.2.2 Aplicación de la Metodología PCI

4.2.2.1 Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

La vía en estudio es de una capa de rodadura asfáltica por lo que se debe seguir el siguiente procedimiento para su evaluación superficial.

Cálculo para carreteras con capa de rodadura asfáltica

Eta **p** **1.** Calculo de los valores deducidos (VD)

1. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
2. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
3. Determine el VALOR DEDUCIDO (VD) para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Etapa 2. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

1. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos (VD)” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2. Y 3
2. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
3. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i

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

4. El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

Etapa 3: Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido, (CDV)

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- 1) Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
- 2) Determine el “Valor Deducido Total (CDT)” sumando TODOS los valores deducidos individuales.



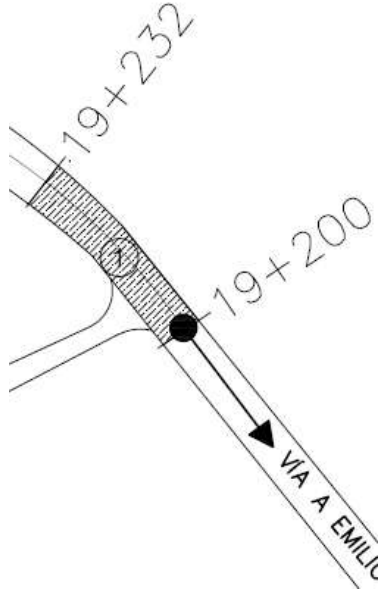
- 3) Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total (CDT)” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- 4) Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita los pasos 1 al 3 hasta que q sea igual a 1.
- 5) El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapa 4. Cálculo del PCI

Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

Tenemos el siguiente ejemplo en el que calculamos el valor de PCI de la unidad de muestra 1 (U1).

Tabla 36: Determinación del valor de PCI para la unidad de muestra 1

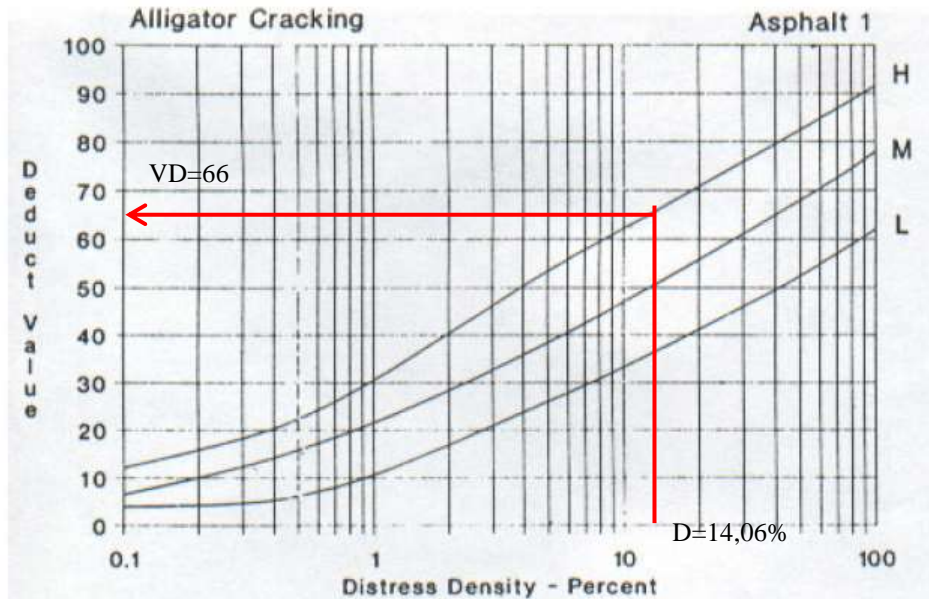
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
	Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)							
Nombre de la vía:	Patate-Píllaro						Esquema: 	
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba							
Fecha:	27 – Noviembre - 2018							
Tramo:	6	Sección:	1					
Área de la muestra (m2):	236,8	Unidad de muestra:	1					
Abscisa inicial:	km 19+200	Abscisa final	km 19+232					
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo							
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado							
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches							
4. Abultamientos y hundimientos (m2)	14. Cruce de vía férrea							
5. Corrugación	15. Ahuellamiento							
6. Depresión	16. Desplazamiento							
7. Grietas de borde	17. Grietas parabólicas							
8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento							
9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados							
10. Grieta longitudinal y transversal								
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
11	M	0,50				0,50	0,21%	4,00
1	A	7,14	7,65	4,90		33,29	14,06%	66,00
1	M	0,56	1,60			2,16	0,91%	20,00
Número de deducidos > 2(q):					3	Total VD:	90,00	
Valor deducido más alto (HDVi):					66,00			
Número admisible de deducidos (mi):					4,12			
CÁLCULO DEL PCI								
#	Valores deducidos				Total	Q	CVD	
1	66,00	20,00	4,00		90,00	3	57,9	
2	66,00	20,00	2,00		88,00	2	63,9	
3	66,00	2,00	2,00		70,00	1	70	
						Máx. CDV:	70	
PCI=100 - Máx. CDV PCI=30 MALO								

Fuente: Autor

De los datos registrados tenemos que dentro de la unidad de muestra, está presente la falla piel de cocodrilo con 33,29 m² de severidad alta que representa 14,06% de la

sección por lo que nos dirigimos al monograma numero 1 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 intersecar con la curva de nuestro tipo de severidad, en este caso severidad alta, luego trazamos una línea horizontal hacia los valores deducidos, en este caso nos arroja un valor deducido de 66.

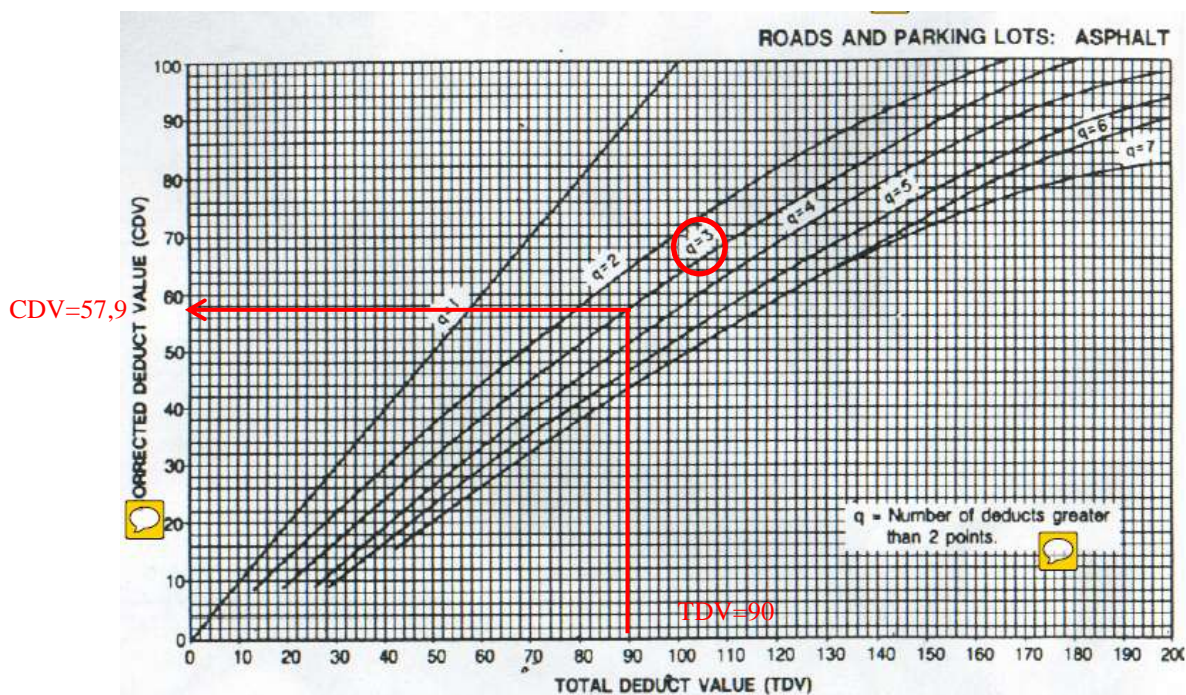
Figura 13: Curva de corrección de los valores deducidos para la falla piel de cocodrilo



Fuente: Manual de evaluación superficial de pavimentos PCI, 2002.

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 90 con un valor de $q=3$ tenemos:

Figura 14: Curvas de correcciones para valores deducidos finales



Fuente: Manual de evaluación superficial de pavimentos PCI, 2002.

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 30 con una clasificación de Malo

4.2.2.2 Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N-A)*PCI_R] + (A*PCI_A)}{N} \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

PCI_S:PCI de la sección del pavimento

PCI_R:PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas

PCI_A:PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales

N:Número total de unidades de muestreo en la sección

A:Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas

4.2.2.3 Valores de PCI de las Secciones

Tabla 37: Resumen de la Evaluación Superficial de la vía Patate – Píllaro

Resumen de los Índice de Condición del Pavimento (PCI)									
N	UM	ABSCISA		ÁREA (m ²)	PCI	CLASIFICACIÓN	SECCIONES		
		INICIAL	FINAL						
1	1	Km 19+	200,00	Km 19+	232,00	236,80	30,00	MALO	1
					PROMEDIO	30,00	MALO		
2	5	Km 19+	328,00	Km 19+	360,00	289,60	100,00	EXCELENTE	2
3	9	Km 19+	456,00	Km 19+	488,00	287,04	89,00	EXCELENTE	
4	13	Km 19+	584,00	Km 19+	616,00	288,00	93,80	EXCELENTE	
5	17	Km 19+	712,00	Km 19+	744,00	243,20	73,30	MUY BUENO	
6	21	Km 19+	840,00	Km 19+	872,00	241,60	85,80	EXCELENTE	
7	25	Km 20+	0,00	Km 19+	32,00	284,80	78,90	MUY BUENO	
8	29	Km 20+	128,00	Km 20+	160,00	230,40	77,00	MUY BUENO	
9	33	Km 20+	256,00	Km 20+	288,00	265,60	61,80	BUENO	
10	37	Km 20+	384,00	Km 20+	416,00	304,00	67,80	BUENO	
11	41	Km 20+	512,00	Km 20+	544,00	294,40	71,20	MUY BUENO	
					PCI de la sección	79,86	MUY BUENO		
12	45	Km 20+	640,00	Km 20+	672,00	268,80	59,90	BUENO	3
13	49	Km 20+	768,00	Km 20+	800,00	291,20	62,70	BUENO	
14	53	Km 20+	896,00	Km 20+	928,00	304,00	86,80	MUY BUENO	
15	57	Km 21+	24,00	Km 21+	56,00	230,40	68,00	BUENO	
16	61	Km 21+	152,00	Km 21+	184,00	310,40	72,60	MUY BUENO	
					PCI de la sección	70,00	MUY BUENO		
17	65	Km 21+	280,00	Km 21+	312,00	233,60	39,50	MALO	4
18	69	Km 21+	408,00	Km 21+	440,00	233,60	57,00	BUENO	
19	73	Km 21+	536,00	Km 21+	568,00	262,40	40,10	REGULAR	
20	77	Km 21+	664,00	Km 21+	696,00	233,60	74,00	MUY BUENO	
21	81	Km 21+	792,00	Km 21+	824,00	243,20	36,20	MALO	
22	85	Km 21+	920,00	Km 21+	952,00	259,20	57,90	BUENO	
23	89	Km 22+	48,00	Km 22+	80,00	262,40	84,00	MUY BUENO	
24	93	Km 22+	176,00	Km 22+	208,00	262,40	54,20	REGULAR	
25	97	Km 22+	304,00	Km 22+	336,00	224,00	70,10	MUY BUENO	
26	101	Km 22+	432,00	Km 22+	464,00	240,00	57,00	BUENO	
27	105	Km 22+	560,00	Km 22+	592,00	236,80	67,00	BUENO	
28	108	Km 22+	656,00	Km 22+	688,00	236,80	62,00	BUENO	
					PCI de la sección	58,25	BUENO		

Fuente: Autor

En el anexo 12, se presenta el plano de planta de la vía Patate-Píllaro, tramo 6, que va desde el km 19+200 al km 23+000; donde se aprecia la vía. Este tramo tiene 3.800 m en

total pero para realizar la evaluación superficial se consideró solo 3.500 m que corresponde al pavimento flexible, en el cual tenemos 110 unidades de muestra.

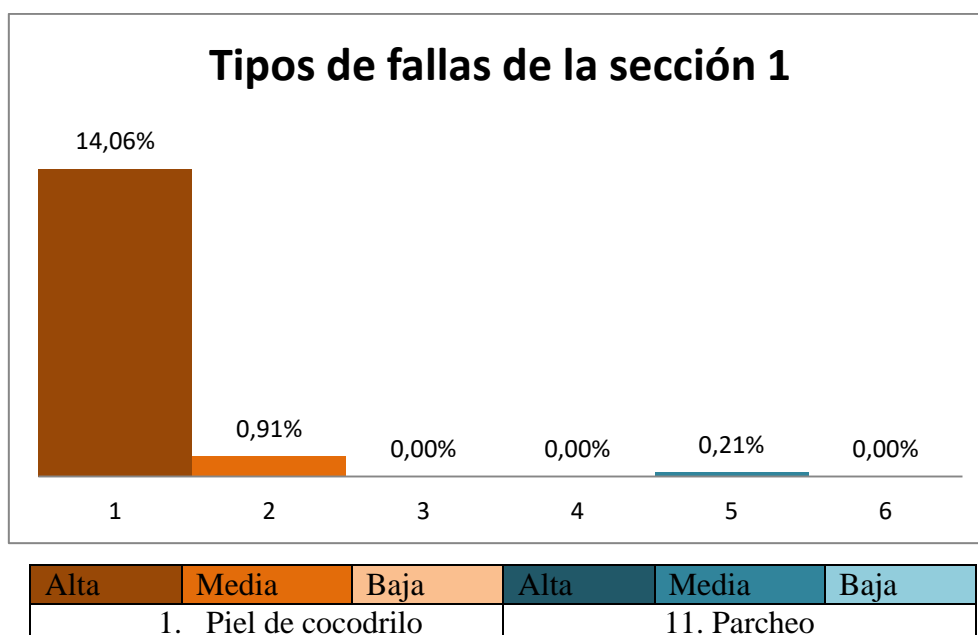
- Sección 1:** corresponde a una unidad de muestra debido a que su valor de PCI es muy bajo a comparación con los valores de las demás unidades de muestra, por tal motivo se ha separado convirtiéndose en una sección, dentro de esta sección tenemos dos tipos de fallas que son la piel de cocodrilo de alta y media severidad y parches. El área de la sección es de 236,80 m² y dentro de esta tenemos 14,06% de la falla piel de cocodrilo de alta severidad, 0,91% de severidad media y 0,21 % de parche de media severidad lo que nos arroja un valor de PCI de 30 que está dentro del rango de malo.

Tabla 38: Falla existentes en la sección 1

Tipo de falla	Severidad	U5
1. Piel de cocodrilo	A	14,06%
	M	0,91%
	B	0,00%
11. Parcheo	A	0,00%
	M	0,21%
	B	0,00%

Fuente: Autor

Figura 15: Tipos de fallas en la sección 1



Fuente: Autor

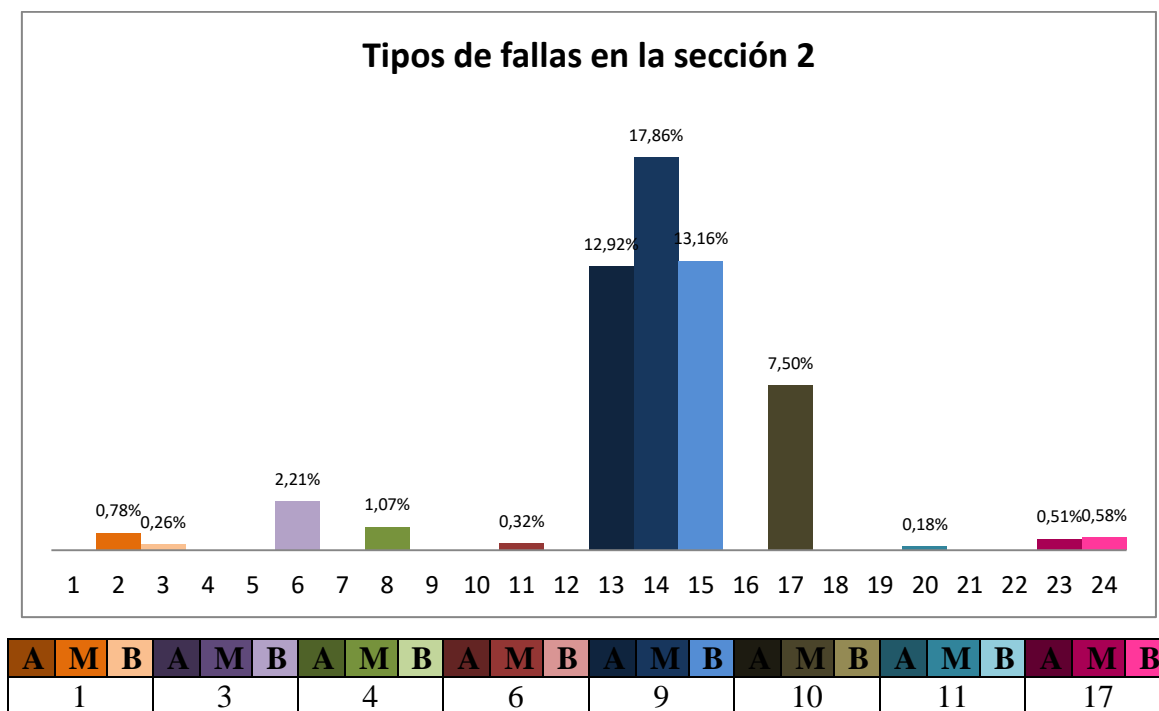
- Sección 2:** compuesta por 5 unidades de muestra representativas y 5 unidades de muestra adicionales presenta un valor de PCI de 79,86 con una clasificación de Muy Bueno, según la tabla descrita a continuación dentro de esta sección existen 8 tipos de fallas pero la falla que más se presenta es el desnivel del carril/berma teniendo los tres grados de severidad con un valor alto de 17,86% perteneciente a la severidad media, posteriormente le sigue las grietas longitudinales de severidad media con un promedio de 7,50%, luego le sigue las grietas en bloque de severidad baja con un valor promedio de 2,21%, existen otros tipos de fallas con valores bajos que igualmente están presentes en la sección del pavimento causando más deterioro.

Tabla 39: Fallas existentes en la sección 2

Tipo de falla	Severidad	U5	U9	U13	U17	U21	U25	U29	U33	U37	U41	Total
1. Piel de cocodrilo	A											0,00%
	M				0,37%				1,36%		0,61%	0,78%
	B			0,25%					0,27%			0,26%
3. Agrietamiento en bloque	A											0,00%
	M											0,00%
	B							2,21%				2,21%
4. Abultamientos y hundimientos	A											0,00%
	M									1,07%		1,07%
	B											0,00%
6. Depresión	A											0,00%
	M		0,32%									0,32%
	B											0,00%
9. Desnivel carril/berma	A							8,68%	9,04%	21,05%		12,92%
	M					13,25%	22,47%					17,86%
	B				13,16%							13,16%
10. Grieta longitudinal y transversal	A											0,00%
	M				5,10%	3,35%	4,99%	7,25%	9,28%	8,91%	13,62%	7,50%
	B											0,00%
11. Parcheo	A											0,00%
	M		0,18%	0,17%			0,18%					0,18%
	B											0,00%
17. Grietas parabólicas	A											0,00%
	M									0,51%		0,51%
	B							0,58%				0,58%

Fuente: Autor

Figura 16: Tipos de fallas en la sección 2



Fuente: Autor

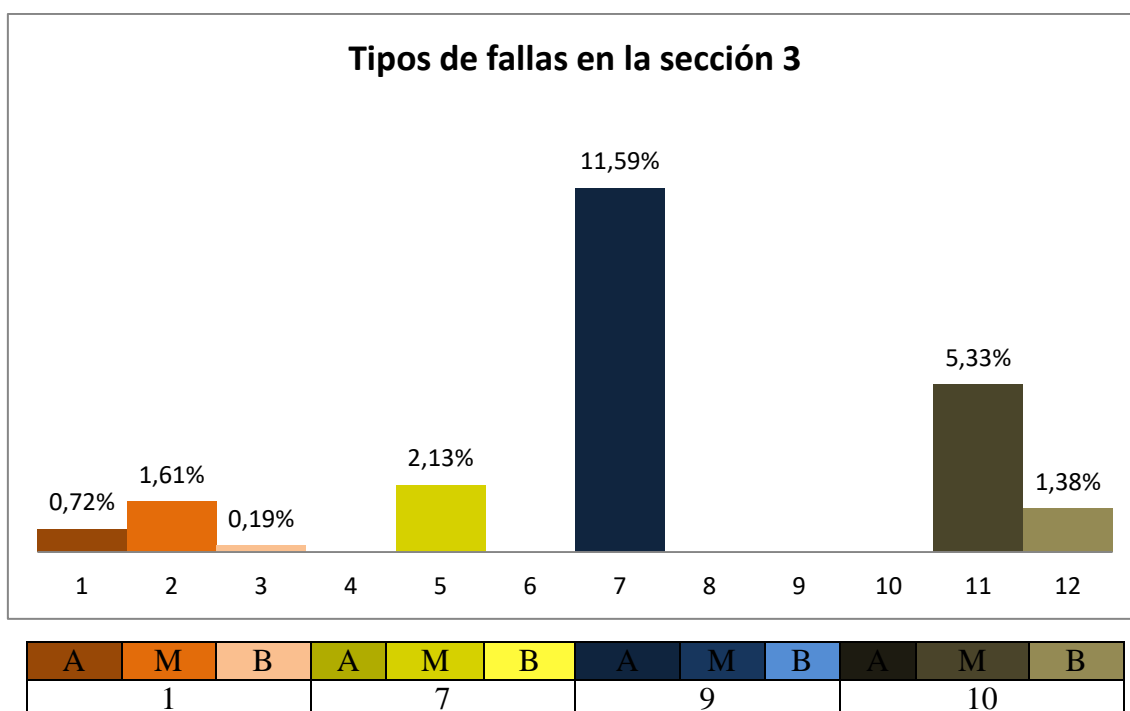
- Sección 3:** compuesta por 2 unidades de muestra representativas y 3 unidades de muestra adicionales presenta un valor de PCI de 70 con una clasificación de Muy Bueno, según la tabla descrita a continuación dentro de esta sección existen 4 tipos de fallas pero la falla que más se presenta es el desnivel del carril/berma con un valor promedio de 17,86% perteneciente a la severidad alta, posteriormente le sigue las grietas longitudinales y transversales de severidad media con un promedio de 7,50%, luego le sigue las grietas en bloque de severidad media y baja con un valor promedio de 5,33% perteneciente a la severidad media, existe también grietas de borde de severidad media además de otros tipos de fallas con valores bajos que igualmente están presentes en la sección del pavimento causando más deterioro.

Tabla 40: Fallas existentes en la sección 3

Tipo de falla	Severidad	U45	U49	U53	U57	U61	Promedio
1. Piel de cocodrilo (m2)	A		0,72%				0,72%
	M	2,66%			0,56%		1,61%
	B	0,19%					0,19%
7. Grietas de borde (m)	A						0,00%
	M				2,13%		2,13%
	B						0,00%
9. Desnivel carril/berma (m)	A	11,16%	10,99%		13,89%	10,31%	11,59%
	M						0,00%
	B						0,00%
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	A						0,00%
	M	5,65%	1,89%	6,32%	2,69%	10,12%	5,33%
	B	1,86%	0,34%			1,93%	1,38%

Fuente: Autor

Figura 17: Fallas existentes en la sección 3



Fuente: Autor

- Sección 4:** compuesta por 6 unidades de muestra representativas y 6 unidades de muestra adicional presenta un valor de PCI de 58,25 con una clasificación de Bueno, según la tabla descrita a continuación dentro de esta sección existen 6 tipos de fallas pero la falla que más se presenta es el desnivel del carril/berma teniendo los dos grados de severidad con valores promedio de 16,33% para la

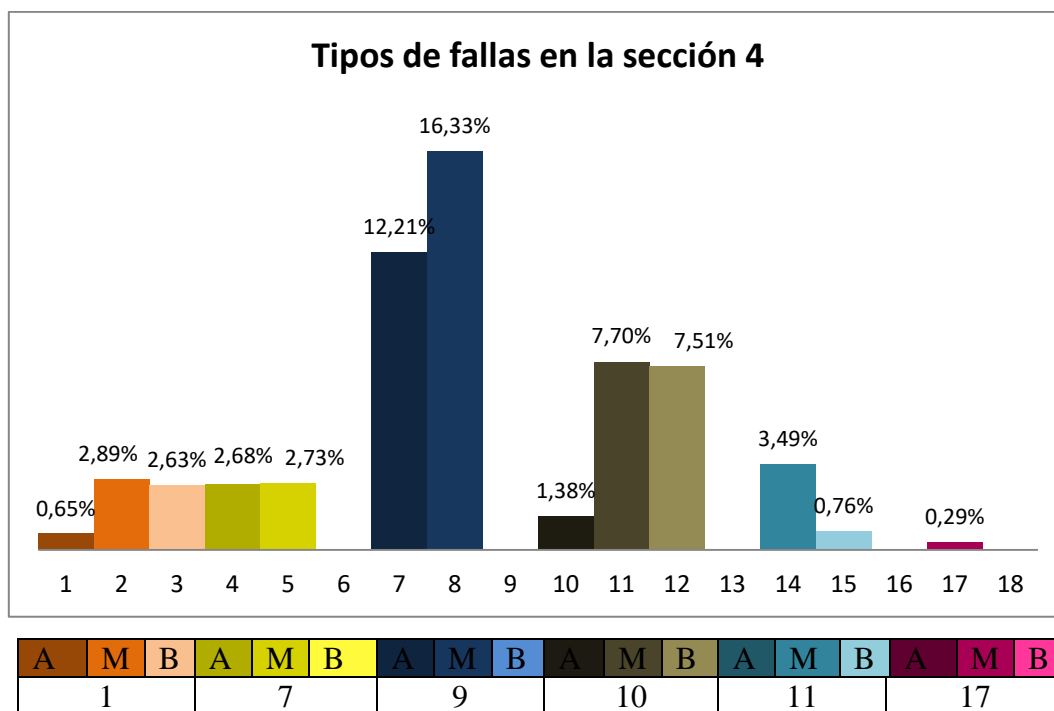
severidad media y 12,21% para la severidad alta, posteriormente le sigue las grietas longitudinales y transversales con 1,38% para la severidad alta, 7,70% para la severidad media y 7,51% para la severidad baja, luego le sigue las grietas de borde de alta y media severidad, existen otros tipos de fallas con valores bajos que igualmente están presentes en la sección del pavimento causando más deterioro.

Tabla 41: Fallas existentes en la sección 4

Tipo de falla	Severidad	U65	U69	U73	U77	U81	U85	U89	U93	U97	U101	U105	U108	Promedio
1. Piel de cocodrilo (m2)	A	0,65%												0,65%
	M	8,66%	3,41%	0,39%	0,56%	4,23%	3,82%	2,86%	3,59%		2,05%	1,71%	0,51%	2,89%
	B					7,56%			0,32%		1,68%	0,95%		2,63%
7. Grietas de borde (m)	A									2,68%				2,68%
	M			3,42%	2,13%			2,63%						2,73%
	B													0,00%
9. Desnivel carril/berma (m)	A	0,06%	8,56%		13,89 %	26,32 %								12,21%
	M						12,35 %	12,20 %	12,20 %	28,57 %				16,33%
	B													0,00%
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	A										1,38%			1,38%
	M	7,32%		8,71%	2,69%		8,95%		12,73 %	8,75%	11,13 %	3,80%	5,24%	7,70%
	B	7,94%	8,48%			11,72 %		1,91%						7,51%
11. Parcheo (m2)	A													0,00%
	M		0,09%										6,89%	3,49%
	B												0,76%	0,76%
17. Grietas parabólicas (m2)	A													0,00%
	M	0,33%	0,22%						0,18%				0,42%	0,29%
	B													0,00%

Fuente: Autor

Figura 18: Fallas existentes en la sección 4



Fuente: Autor

Según el manual de evaluación superficial de pavimentos PCI las opciones de reparación para una falla de piel de cocodrilo de severidad alta y media se recomienda realizar un parcheo parcial, una sobrecarpeta o una reconstrucción, y si la severidad es baja se recomienda hacer un sello superficial.

Para una falla de agrietamiento en bloque de severidad baja se recomienda realizar un sellado de grietas cuando el ancho es mayor a 3mm.

Para una falla por abultamiento o hundimiento de severidad media se recomienda realizar un reciclado en frío o realizar un parcheo.

Para una falla por depresión de severidad media se recomienda realizar un parcheo superficial.

Para una falla por grietas de borde de severidad media y alta se recomienda realizar un sellado de grietas o un parcheo parcial- profundo.

Para la falla por desnivel del carril/berma de cualquier nivel de severidad se recomienda realizar la re nivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

Para una falla por grietas longitudinales y transversales de severidad media y alta se recomienda realizar un sellado de grietas o un parcheo parcial.

Para una falla por parcheo de severidad media se recomienda sustituir el parche.

Para una falla por grietas parabólicas de severidad media y alta se recomienda realizar un parcheo parcial.

4.2.3 Calculo de las Deflexiones

Se debe calcular la diferencia entre la lectura inicial y la lectura final. Para el caso de la deflexión a 25 cm, se debe encontrar la diferencia entre la lectura a 25 cm y la lectura final, 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 la estacionalidad.

$$D=(LF-LR)*RB \qquad \text{Ec. 15}$$

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 ó 1:4)

4.2.3.1 Descripción de la Viga Usada

La viga Benkelman usada para la ejecución del ensayo tiene una relación de brazos 2:1, el brazo largo mide 2,44 m y el corto mide 1,22 m.

Figura 19: Viga usada en el ensayo



Fuente: Autor

4.2.3.2 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, se le denotará por RB. [25]

Ejemplo con los datos de la sección 1 punto 1 en la abscisa 19+200.

Tabla 42: Lecturas realizadas en el punto 1

No.	Abscisa	Carril		Lecturas (10^{-2} mm)					
				Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
		Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	Km 19+200	X		0	18	20	22	23	23

Fuente: Autor

$$D0=(23-0)*2$$

$$D0=46 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Realizamos el mismo procedimiento para las demás deflexiones y tenemos la siguiente tabla de resultados:

Tabla 43: Deflexiones corregidas por relación de brazos

Sección	Abscisa	Carril	Deflexiones (x 10 ²) mm					
			Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500 cm	Final
			D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	Km 19+200	I	46	10	6	1	0	0
	Km 19+400	D	42	8	4	1	0	0
	Km 19+600	I	48	8	4	1	0	0
	Km 19+800	D	40	8	6	1	0	0
	Km 20+000	I	44	8	4	1	0	0
	Km 20+200	D	42	12	8	1	0	0
	Km 20+400	I	48	8	4	1	0	0
	Km 20+600	D	46	14	8	1	0	0
2	Km 20+800	I	42	14	6	2	0	0
	Km 21+000	D	40	14	6	1	0	0
	Km 21+200	I	42	12	6	1	0	0
3	Km 21+400	D	46	12	6	1	0	0
	Km 21+600	I	36	10	6	1	0	0
	Km 21+800	D	42	12	6	1	0	0
	Km 22+000	I	46	10	6	1	0	0
	Km 22+200	D	36	8	4	1	0	0
	Km 22+400	I	42	8	4	1	0	0
	Km 22+600	D	38	8	4	1	0	0

Fuente: Autor

4.2.3.3 Corrección por Temperatura

La temperatura del pavimento afecta las deflexiones recuperables, de tal forma que los datos tomados en un mismo punto a diferentes temperaturas indicarán resultados diferentes, la magnitud de la deflexión aumenta con el incremento de la temperatura de las capas asfálticas, debido a la disminución de la rigidez de las mezclas bituminosas, por lo que el efecto dependerá del espesor de dichas capas y de la rigidez de las capas subyacentes. [25]

De esta manera, para poder comparar entre deflexiones de un mismo tramo obtenidas a diferentes temperaturas, las deflexiones son corregidas y llevadas a una temperatura estándar o de referencia de 20°C, para lo cual se utilizará la metodología de la División Nacional vial de Argentina, cuya fórmula de cálculo es la siguiente: [25]

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{D_t}{K^{*(t-20^{\circ}\text{C})^*e+1}} \quad \text{Ec.16}$$

Donde

$D_{(20^{\circ}\text{C})}$:Deflexión recuperable estándar 20°C (0.01mm)

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

K: 1×10^{-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)

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{46}{0,001 \cdot (37 - 20^{\circ}\text{C}) \cdot 20 + 1}$$

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = 34,33 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Realizamos el mismo procedimiento para las demás deflexiones

Tabla 44: Deflexiones corregidas por temperatura

Sección	Abscisa	Carril	Deflexiones corregidas por temperatura (x 10 ²) mm							
			Temperatura	Espesor Carpeta	Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500 cm	Final
			(°C)	(cm)	D0	D25	D50	D100	D800	D800
1	Km 19+200	I	37	20	34,33	7,46	4,48	0,75	0,00	0,00
	Km 19+400	D	37	20	31,34	5,97	2,99	0,75	0,00	0,00
	Km 19+600	I	37	20	35,82	5,97	2,99	0,75	0,00	0,00
	Km 19+800	D	37	20	29,85	5,97	4,48	0,75	0,00	0,00
	Km 20+000	I	35	20	33,85	4,62	3,08	0,77	0,00	0,00
	Km 20+200	D	35	20	32,31	9,23	6,15	0,77	0,00	0,00
	Km 20+400	I	35	20	36,92	6,15	3,08	0,77	0,00	0,00
2	Km 20+600	D	35	20	35,38	10,77	6,15	0,77	0,00	0,00
	Km 20+800	I	33	4	39,92	13,31	5,70	1,90	0,00	0,00
	Km 21+000	D	33	4	38,02	13,31	5,70	0,95	0,00	0,00
3	Km 21+200	I	33	4	39,92	11,41	5,70	0,95	0,00	0,00
	Km 21+400	D	30	20	38,33	10,00	5,00	0,83	0,00	0,00
	Km 21+600	I	30	20	30,00	8,33	5,00	0,83	0,00	0,00
	Km 21+800	D	30	20	35,00	10,00	5,00	0,83	0,00	0,00
	Km 22+000	I	30	20	38,33	8,33	5,00	0,83	0,00	0,00
	Km 22+200	D	25	20	32,73	7,27	3,64	0,91	0,00	0,00
	Km 22+400	I	25	20	38,18	7,27	3,64	0,91	0,00	0,00
Km 22+600	D	25	20	34,55	7,27	3,64	0,91	0,00	0,00	

Fuente: Autor

4.2.3.4 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. [25]

Tabla 45: Factores de corrección por estacionalidad

Tipo de suelo subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa-permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa-sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Guillermo Carrera, Tesis “Control de la deflexión vertical con viga Benkelman, monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km 110+000 al Km 112+000”, 2010.

El ensayo se lo realizo en estación seca y el tipo de suelo en la subrasante es arenoso-permeable por lo tanto el factor de corrección es 1,2 y tenemos los siguientes resultados.

Tabla 46: Deflexiones corregidas por estacionalidad

Sección	Abscisa	Carril	Deflexiones corregidas por estacionalidad (x 10 ²) mm					
			Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500 cm	Final
			D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	Km 19+200	I	41,19	8,96	5,37	0,90	0,00	0,00
	Km 19+400	D	37,61	7,16	3,58	0,90	0,00	0,00
	Km 19+600	I	42,99	7,16	3,58	0,90	0,00	0,00
	Km 19+800	D	35,82	7,16	5,37	0,90	0,00	0,00
	Km 20+000	I	40,62	5,54	3,69	0,92	0,00	0,00
	Km 20+200	D	38,77	11,08	7,38	0,92	0,00	0,00
	Km 20+400	I	44,31	7,38	3,69	0,92	0,00	0,00
2	Km 20+600	D	42,46	12,92	7,38	0,92	0,00	0,00
	Km 20+800	I	47,91	15,97	6,84	2,28	0,00	0,00
	Km 21+000	D	45,63	15,97	6,84	1,14	0,00	0,00
3	Km 21+200	I	47,91	13,69	6,84	1,14	0,00	0,00
	Km 21+400	D	46,00	12,00	6,00	1,00	0,00	0,00
	Km 21+600	I	36,00	10,00	6,00	1,00	0,00	0,00
	Km 21+800	D	42,00	12,00	6,00	1,00	0,00	0,00
	Km 22+000	I	46,00	10,00	6,00	1,00	0,00	0,00
	Km 22+200	D	39,27	8,73	4,36	1,09	0,00	0,00
	Km 22+400	I	45,82	8,73	4,36	1,09	0,00	0,00
	Km 22+600	D	41,45	8,73	4,36	1,09	0,00	0,00

Fuente: Autor

4.2.3.5 Determinación 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.

$$RC = \frac{10 \cdot (25)^2}{2 \cdot (D_o - D_{25})} \quad \text{Ec. 17}$$

Donde

RC: Radio de curvatura

Do: 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

$$RC = \frac{10 \cdot (25)^2}{2 \cdot (41,19 - 8,96)}$$

$$RC = \frac{6250}{2 \cdot (41,19 - 8,96)}$$

$$RC = 96,96$$

Tabla 47: Radios de curvatura

Sección	Abscisa	Carril		Radio de curvatura
		Izquierdo	Derecho	RC
1	Km 19+200	X		96,93
	Km 19+400		X	102,63
	Km 19+600	X		87,24
	Km 19+800		X	109,05
	Km 20+000	X		89,09
	Km 20+200		X	112,85
	Km 20+400	X		84,64
	Km 20+600		X	105,79
Promedio				98,45
2	Km 20+800	X		97,84
	Km 21+000		X	105,37
	Km 21+200	X		91,32
Promedio				98,17
3	Km 21+400		X	91,91
	Km 21+600	X		120,19
	Km 21+800		X	104,17
	Km 22+000	X		86,81
	Km 22+200		X	102,31
	Km 22+400	X		84,25
Km 22+600		X	95,49	
Promedio				97,87

Fuente: Autor

4.2.3.6 Deflexión Característica

Los datos recopilados en la evaluación deflectométrica, se procesan estadísticamente considerando la distribución normal, de acuerdo a la ley de Gauss. Luego se podrá determinar la deflexión media (D), desviación estándar (δ) y el coeficiente de variación (cv), para "n" determinaciones, mediante las expresiones siguientes: [24]

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad \text{Ec. 18}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{(n-1)}}, \quad \text{para } n > 30 \quad \text{Ec. 19}$$

$$Cv = \frac{\delta}{D} * 100 \quad \text{Ec. 20}$$

Donde:

δ : Corresponde a la distorsión de resultados que posean el mismo valor medio

D : Deflexión

Cv : Valor que indica un menor o mayor grado de dispersión

Para realizar el diseño del refuerzo, la deflexión característica representa mejor a una determinada sección, mediante la expresión:

$$D_c = \bar{D} + t * \delta \quad \text{Ec. 21}$$

El valor de "t" corresponde a un porcentaje del área total con probabilidades de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica.

Tabla 48: Valores de la variable t

Valor de diseño	Dc	Área D>Dc%
50	D	50
75	D+0,674δ	25
85	D + δ	15
90	D+ 1.3δ	10
95	D+ 1.645δ	5
98	D+ 2δ	2
99	D+ 2.33δ	1

Fuente: Ronald Carahuatay, Tesis "Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera Sam Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante el análisis deflectométrico, 2015.

El método CONREVIAl adopta un valor De igual a (D+ 1.645 8) que corresponde al 95% de probabilidad de diseño, superada sólo por el 5% de las determinaciones efectuadas.

4.2.3.7 Deflexión Admisible

La deflexión admisible es un parámetro definido en función al tráfico de diseño, 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 expresión analítica que define este parámetro es: [24]

$$Da = \left(\frac{1.15}{N18} \right)^{1/4} \quad \text{Ec. 21}$$

Donde

Da: Deflexión admisible inicial (mm)

N18: Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton. Expresado en millones

4.2.3.8 Deflexión Crítica

Se define como aquella que alcanza el pavimento al término del periodo de servicio, luego de soportar el tránsito proyectado, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Dcr = \left(\frac{1.90}{N18} \right)^{1/5.3} \quad \text{Ec.22}$$

Donde:

Dcr: Deflexión crítica (mm)

N18: Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton. Expresado en millones

En el anexo 7 se contempla el cálculo de ejes equivalentes actual y tenemos que W18= 80 950 ejes equivalentes

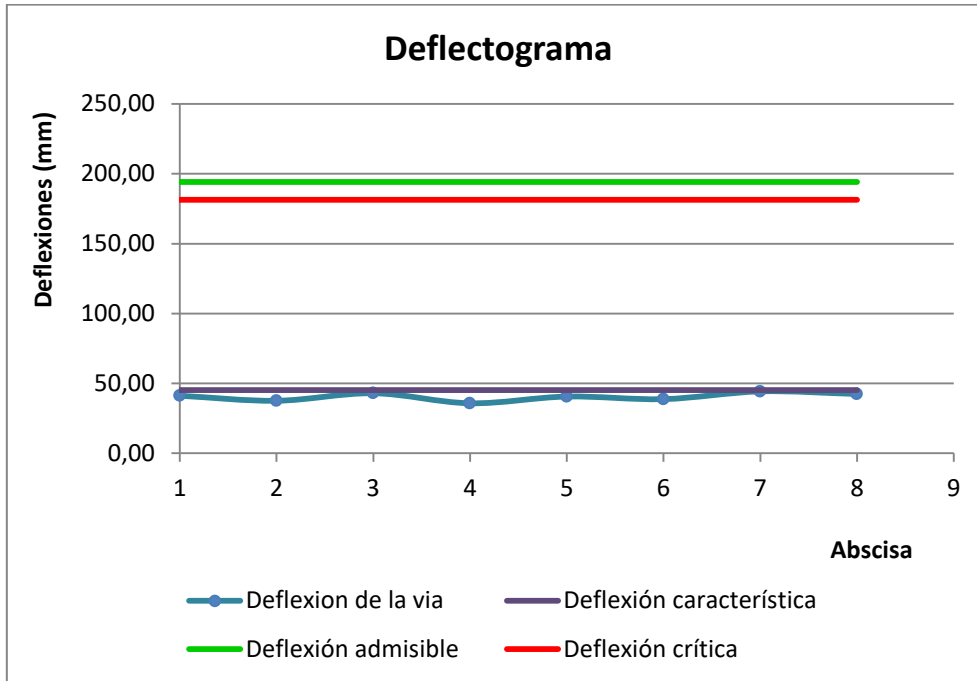
$$Da = \left(\frac{1.15}{N18} \right)^{1/4} = \left(\frac{1.15}{80,950} \right)^{1/4} * 100 = 194,14 \text{ mm Deflexión admisible}$$

$$Dcr = \left(\frac{1.90}{N18} \right)^{1/5.3} = \left(\frac{1.90}{80,950} \right)^{1/5.3} * 100 = 181,40 \text{ mm Deflexión crítica}$$

4.2.3.9 Análisis Deflectométrico por Secciones

Sección 1

Figura 20: Deflectograma de la sección 1



Fuente: Autor

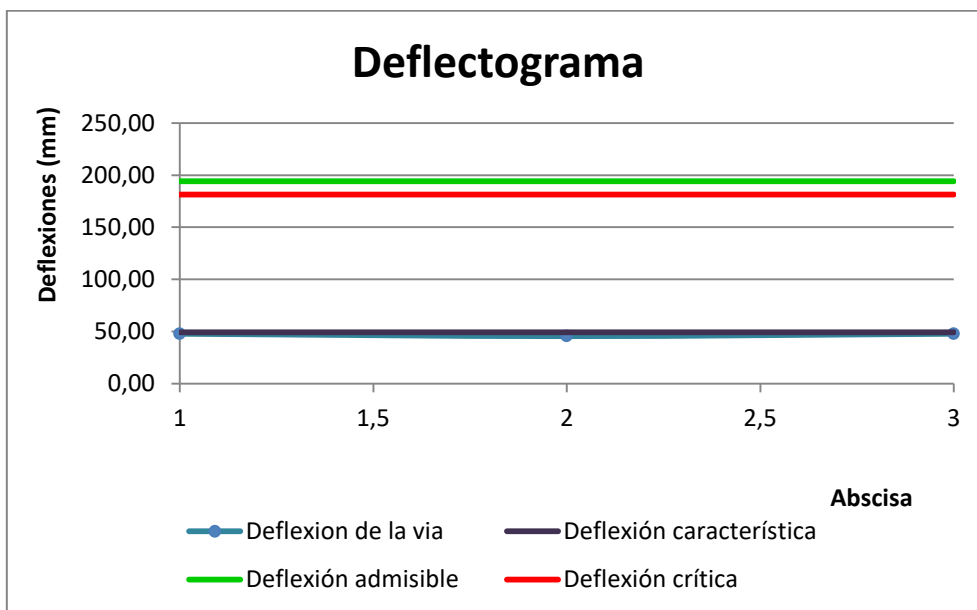
Tabla 49: Resultados deflectométricos de la sección 1

Resultados de la sección 1			
No.	Abscisa	Do (mm)	Resultados
1	Km 19+200	41,19	$\bar{D} = 40,47 \text{ mm}$ Deflexión promedio $\delta = 2,88$ Desviación estándar $Dc = 45,24 \text{ mm}$ Deflexión característica $Da = 194,14 \text{ mm}$ Deflexión admisible $Dcr = 181,38 \text{ mm}$ Deflexión crítica
2	Km 19+400	37,61	
3	Km 19+600	42,99	
4	Km 19+800	35,82	
5	Km 20+000	40,62	
6	Km 20+200	38,77	
7	Km 20+400	44,31	
8	Km 20+600	42,46	
Criterio de evaluación estructural			
Comportamiento de la subrasante		Tipo de deflexión	
$D < Da$ $45,24 < 194,15$		Tipo III	
Comportamiento del pavimento			
$Ro < 100$ $98,53 < 100$			

Fuente: Autor

Sección 2

Figura 21: Deflectograma de la sección 2



Fuente: Autor

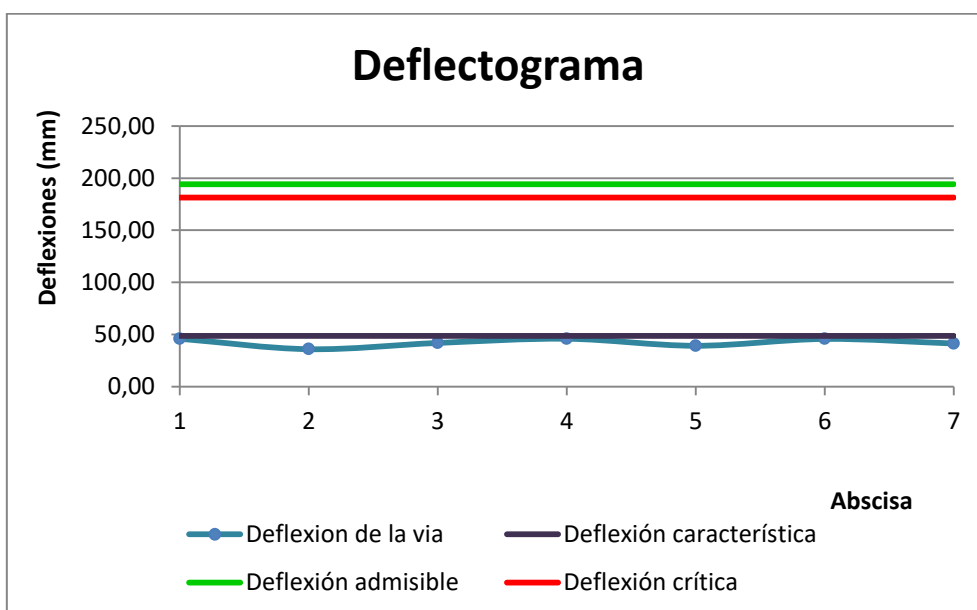
Tabla 50: Resultados deflectométricos de la sección 2

Resultados de la sección 2			
No.	Abscisa	Do (mm)	Resultados
1	Km 20+800	47,91	$\bar{D} = 47,15 \text{ mm}$ Deflexión promedio $\delta = 1,32$ Desviación estándar $D_c = 49,39 \text{ mm}$ Deflexión característica $D_a = 194,14 \text{ mm}$ Deflexión admisible $D_{cr} = 181,38 \text{ mm}$ Deflexión crítica
2	Km 21+000	45,63	
3	Km 21+200	47,91	
Criterio de evaluación estructural			
Comportamiento de la subrasante		Tipo de deflexión	
$D < D_a$ $49,33 < 194,15$		Tipo III	
Comportamiento del pavimento			
$R_o < 100$ $98,18 < 100$			

Fuente: Autor

Sección 3

Figura 22: Deflectograma de la sección 3



Fuente: Autor

Tabla 51: Resultados deflectométricos de la sección 3

Resultados de la sección 3			
No.	Abscisa	Do (mm)	Resultados
1	Km 21+400	46,00	$\bar{D} = 42,36 \text{ mm}$ Deflexión promedio $\delta = 3,86$ Desviación estándar $D_c = 48,75 \text{ mm}$ Deflexión característica $D_a = 194,14 \text{ mm}$ Deflexión admisible $D_{cr} = 181,38 \text{ mm}$ Deflexión crítica
2	Km 21+600	36,00	
3	Km 21+800	42,00	
4	Km 22+000	46,00	
5	Km 22+200	39,27	
6	Km 22+400	45,82	
7	Km 22+600	41,45	
Criterio de evaluación estructural			
Comportamiento de la subrasante		Tipo de deflexión	
$D < D_a$ $48,75 < 194,15$		Tipo III	
Comportamiento del pavimento			
$R_o < 100$ $97,87 < 100$			

Fuente: Autor

Interpretación de resultados

Según los criterios de evaluación estructural del pavimento que se encuentra en el anexo 8 tenemos que para todas las secciones el tipo de deflexión que predomina es el tipo III pues en todas las secciones la deflexión característica es menor a la deflexión admisible indicándonos que el comportamiento de la subrasante es buena, mientras que el radio de curvatura es menor a 100 pero son valores cercanos a 100 en todas las secciones, lo que nos indica es que el comportamiento del pavimento es regular debido a que no tiene una estructura adecuada, aun así soporta las deflexiones ocasionadas especialmente por el tráfico pesado debido a que el espesor de la capa de rodadura que posee es en la mayoría de 20cm, pero carece de una estructura adecuada que no cumple con los estándares de calidad que debía poseer una buena estructura del pavimento.

4.2.4 Análisis de los Estudios de Suelos

Una vez que se obtuvo las muestras de suelo de 4 calicatas, realizadas en diferentes lugares de la vía se procedió a secar estas muestras antes de ser llevadas a los laboratorios, aproximadamente estuvieron secándose al aire libre por 15 días, luego de eso se llevó las muestras de suelo a los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para con la aplicación de diferentes ensayos conocer las características de estas muestras y establecer cuál es la calidad de materiales que se encontraba en la estructura del pavimento existente, por lo que tenemos los siguientes resultados.

Realizadas las calicatas se pudo notar que el pavimento carece de una estructura adecuada pues la capa de rodadura está asentada sobre un empedrado ligeramente mejorado por lo que se lo ha considerado como una base, carece totalmente de una sub-base. Además se extrajo material de la subrasante para de igual manera conocer sus características, en total se realizaron 4 calicatas extrayendo de cada una 2 muestras de suelo, 1 para base y otra para subrasante, a las cuales se les aplicaron los ensayos respectivos como granulometría, límites de Atterberg, próctor modificado y CBR.

A continuación los resultados:

4.2.4.1 Ensayo de Granulometría

Base

Del estudio de tráfico se concluye 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 52: Tipos de base según el tipo de carreteras

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: Diseño Geométrico de Vías MTOP, 2003

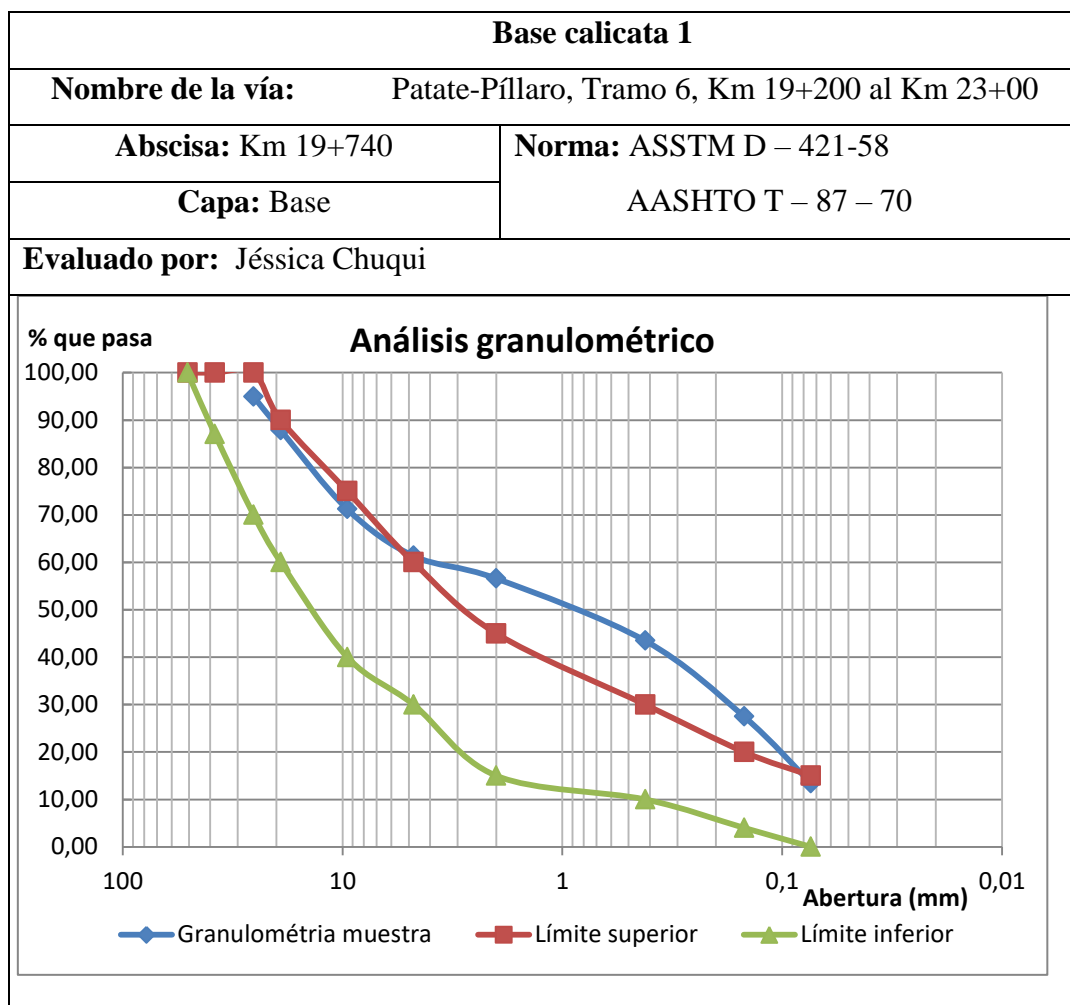
La granulometría que debe tener una base clase 3 es la siguiente:

Tabla 53: 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: Diseño Geométrico de Vías MTOP, 2003

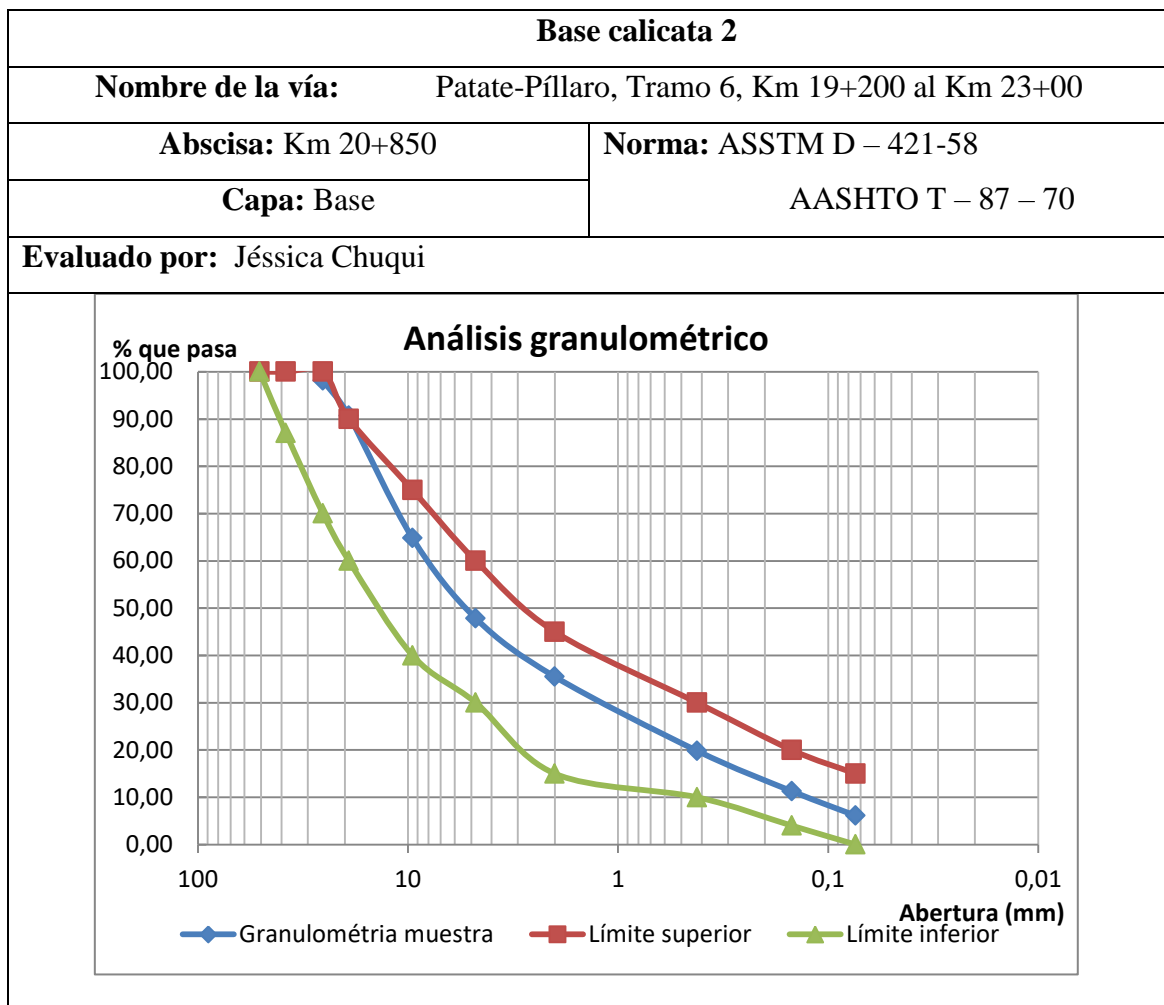
Figura 23: Granulometría de la capa base del pozo 1



Fuente: Autor

Descripción: 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 47,96% de acumulado retenido y para el tamiz #4 tenemos que un 61,35% ha pasado el tamiz #4, por lo que se considera a toda la muestra como una arena terrosa con finos mal graduada.

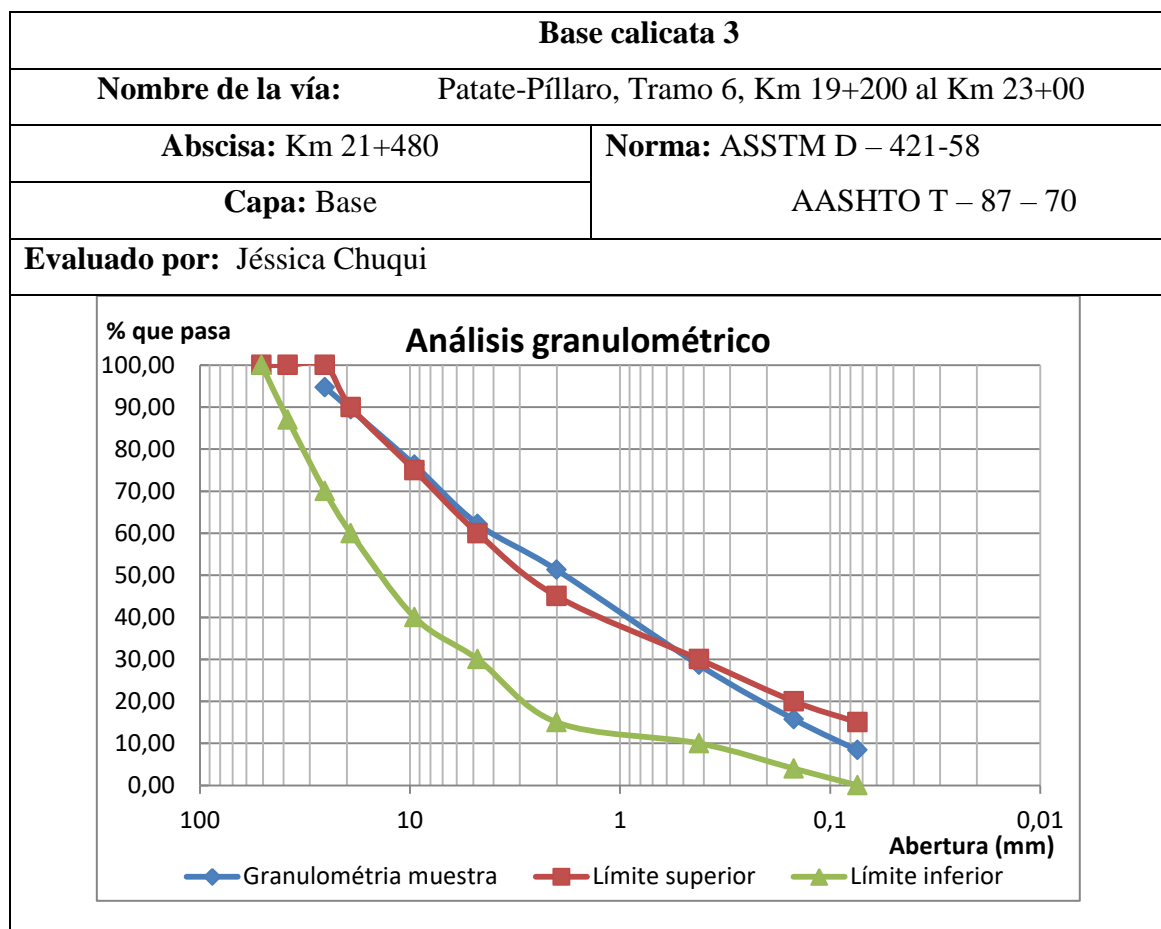
Figura 24: Granulometría de la capa base del pozo 2



Fuente: Autor

Descripción: La gráfica nos muestra que la mayoría de la curva está dentro de los límites especificados por la norma, y para clasificar al suelo tenemos que en el tamiz #200 el porcentaje de acumulado retenido es de 41,73% mientras que en el tamiz #4 tenemos el 52,15 % como acumulado retenido por lo que se clasifica al suelo como un suelo grueso terroso con finos. Tiene una granulometría bien distribuida.

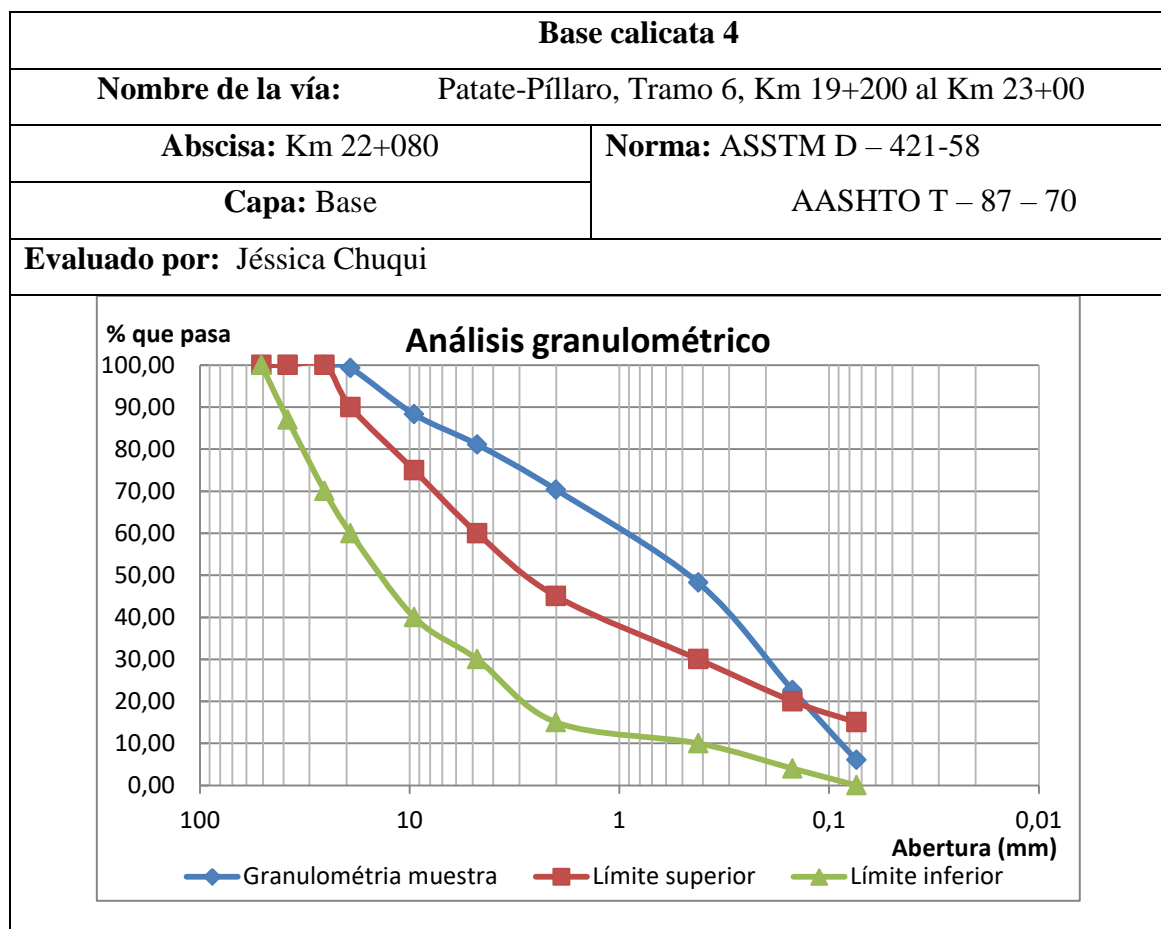
Figura 25: Granulometría de la capa base del pozo 3



Fuente: Autor

Descripción: La gráfica nos muestra la curva no está dentro de los límites especificados por la norma, para la clasificación tenemos que en el tamiz #200 hay un 53,82% de material acumulado retenido y en el tamiz #4 tenemos un 62,19% de material que sí pasó por lo que la muestra se considera una arena terrosa con finos mal graduada.

Figura 26: Granulometría de la capa base del pozo 4





Fuente: Autor

Descripción: La gráfica nos muestra que toda la curva está fuera de los límites establecidos por la norma, para clasificar el suelo tenemos que en el tamiz #200 hay un 75,09% de material acumulado retenido y en el tamiz #4 tenemos un 81,10% de materia que si por lo que se considera a la muestra como una arena terrosa con finos mal graduada.

Suelo de fundación

De los ensayos realizados con la muestra de los suelos de fundación se tienen los siguientes resultados:

Tabla 54: Clasificación de los suelos

 Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil 		
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00		
Evaluated por: Jéssica Chuqui		Norma: ASSTM D – 421-58
Capa: Suelo de fundación		AASHTO T – 87 – 70
Análisis granulométrico		
Abscisa	Pozo	Descripción
Km 19+740	1	Tenemos en el tamiz #200 un 81,27% de material acumulado retenido y en el tamiz #4 tenemos un 90,13% de material que si pasa por lo que su clasificación es SM (arena limosa). Es una arena terrosa con finos mal graduada.
Km 20+850	2	Tenemos en el tamiz #200 un 93,75% de material acumulado y el en tamiz #4 tenemos un 78,09% que si pasa, por lo que su clasificación es SM (arena limosa). Es una arena terrosa con finos mal graduada
Km 21+480	3	Tenemos que en el tamiz #200 hay un 87,18% de material acumulado retenido y en el tamiz #4 tenemos un 86,93% de material que si pasa el tamiz, por lo que su clasificación es SM (arena limosa). Es una arena terrosa con finos mal graduada
Km 22+080	4	Tenemos que en el tamiz #200 hay un 95,84% de material acumulado retenido y en el tamiz #4 un 82,04% del material si paso el tamiz, por lo que su clasificación es SM (arena limosa). Es una arena terrosa con finos mal graduada.

Fuente: Autor

4.2.4.2 Ensayo de los Límites de Atterberg

Tabla 55: Límites de Atterberg del suelo de fundación

Suelo de Fundación				
Ubicación	Muestra	Límite líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
Km 19+740	1	25,82%	21,89%	3,93%
Km 20+850	2	26,87%	26,38%	0,49%
Km 21+480	3	33,10%	32,89%	0,21%
Km 22+080	4	26,44%	25,63%	0,81%

Fuente: Autor

Tabla 56: Límites de Atterberg de la capa base

BASE				
Ubicación	Muestra	Límite líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
Km 19+740	1	24,18%	24,06%	0,12%
Km 20+850	2	27,68%	21,81%	5,87%
Km 21+480	3	28,07%	25,71%	2,36%
Km 22+080	4	24,14%	23,71%	0,43%

Fuente: Autor

4.2.4.3 Ensayo de Compactación del Próctor Modificado

Tabla 57: Resultados del próctor modificado para los suelos de fundación

Suelo de fundación			
Abscisa	Pozo	Densidad Máxima (gr/cm³)	Humedad Óptima
Km 19+740	1	1,580	11,21%
Km 20+850	2	1,772	11,60%
Km 21+480	3	1,718	10,00%
Km 22+080	4	1,688	11,50%

Fuente: Autor

Tabla 58: Resultados del próctor modificado para la capa base

Base			
Abscisa	Pozo	Densidad Máxima (gr/cm³)	Humedad Óptima
Km 19+740	1	1,762	13,50%
Km 20+850	2	2,127	9,50%
Km 21+480	3	1,762	12,25%
Km 22+080	4	1,774	10,20%

Fuente: Autor

4.2.4.4 Ensayo de CBR

Tabla 59: CBR de la estructura del pavimento

		Suelo de fundación	Base
Abscisa	Pozo	CBR	CBR
Km 19+740	1	28,64	16,57
Km 20+850	2	22,72	25,42
Km 21+480	3	21,99	15,48
Km 22+080	4	22,12	18,25

Fuente: Autor

4.2.4.5 Resultados Finales de las Capas de la Estructura del Pavimento

Tabla 60: 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=24,18% Ip=0,12%	Límite líquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 INEN 691 Y 692	Si cumple Si cumple
CBR	16,57	CBR ≥ 80	No cumple

Fuente: Autor

Tabla 61: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 2

Especificaciones para una base (Calicata 2)			
Ensayos		Especificaciones	
Granulometría	GM	MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 Anexo 10	Si cumple
Límites de consistencia	LL=27,68% Ip=5,87%	Límite liquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 INEN 691 Y 692	No cumple Si cumple
CBR	25,42	CBR ≥ 80	No cumple

Fuente: Autor

Tabla 62: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 3

Especificaciones para una base (Calicata 3)			
Ensayos		Especificaciones	
Granulometría	SM	MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 Anexo 10	No cumple
Límites de consistencia	LL=28,07% Ip=2,36%	Límite liquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 INEN 691 Y 692	No cumple Si cumple
CBR	15,48	CBR ≥ 80	No cumple

Fuente: Autor

Tabla 63: Comparación de resultados vs especificaciones de la base calicata 4

Especificaciones para una base (Calicata 4)			
Ensayos		Especificaciones	
Granulometría	SM	MTOP. Tabla 404-1.1 a 1.4 Anexo 10	No cumple
Límites de consistencia	LL=24,14% Ip=0,43%	Límite liquido ≤ 25 Índice plástico ≤ 6 INEN 691 Y 692	Si cumple Si cumple
CBR	18,25	CBR ≥ 80	No cumple

Fuente: Autor

4.2.5 Factores del Mantenimiento Vial

- **Serviciabilidad.-** El nivel de serviciabilidad básicamente esta simbolizado por el estado en el que se encuentra la vía y la satisfacción que presta al usuario.
- **Deterioro del pavimento.-** El deterioro del pavimento está sujeto a factores que deben ser considerados al momento del diseño de la vía, el tráfico, el tipo de suelo, la hidrología y el tiempo.
- **Mantenimiento vial.-** El mantenimiento vial enfrasca varias actividades o rubros los cuales deben ser asignados y acatados periódicamente, ocasionalmente o emergente.

- **Rehabilitación.-** Sera necesario trabajos de reconstrucción cuando las condiciones de la vía tenga un daño considerable, el cual no pueda mantener un nivel de seguridad con trabajos periódicos u ocasionales.

4.2.6 Plan de Mantenimiento Vial

Un plan de mantenimiento vial contempla varios aspectos o tipos de mantenimiento como son:

- **Mantenimiento Rutinario:** Representa los trabajos que se pueden realizar a la vía de manera constante para mantener a la vía en un buen estado de servicio, se lo realiza con inspecciones continuas para determinar los estados diarios y los trabajos de prevención que se pueden realizar a la misma.

- ✓ Mantenimiento de espaldones.
- ✓ Limpieza de cunetas a mano.
- ✓ Limpieza de alcantarillas.
- ✓ Limpieza de maleza a mano
- ✓ Mantenimiento de señalización vertical.
- ✓ Mantenimiento de Guardavías
- ✓ Reparación de Cunetas
- ✓ Reposición de tachas reflectiva
- ✓ Mantenimiento en señalización Horizontal.

- **Mantenimiento Periódico:** Se realiza los trabajos de mayor grado de envergadura que requieren tener un mantenimiento cíclico y son necesarios para reponer los aspectos propios de la vía que ha perdido debido a factores como el tráfico, clima y tiempo para mantenerla en buenas condiciones.

Según los resultados obtenidos con la metodología de evaluación superficial en el que tenemos un valor de PCI en la sección 2 de 79,86 que clasifica al pavimento como Muy Bueno y de igual forma para la sección 3 que tiene un valor de PCI de 70 que clasifica a la vía como Muy Buena, el rango que cumple con esta clasificación es desde la abscisa 19+260 al km 21+200 por lo que se recomienda realizar un mantenimiento periódico que contempla las siguientes actividades.

- Sellado asfaltico de 3/8
- Sellado asfaltico de arena

- Doble tratamiento superficial bituminoso.
- Recapeo.
- Reposición del material de la calzada.
- Reparación de espaldones.
- Lechada asfáltica.
- Otros mantenimientos periódicos.

El cálculo de estas actividades se cuantifica por kilómetro y se determinan en función de factores determinantes propios de la zona como son:

- ✓ Topografía y suelo de la subrasante
- ✓ Material y espesor de las capas del pavimento
- ✓ Drenajes
- ✓ Calidad de la construcción.
- ✓ Medio ambiente
- ✓ Trafico
- ✓ Estado y tiempo de la estructura de la vía.

- **Mantenimiento de emergencia:** Comprenden todos los trabajos inesperados que puede sufrir la vía debido a factores abióticos propios de la zona, para corregir las amenazas y permitir el tráfico de una manera segura

La vía no sufre de afectaciones propias de la zona por estar ubicada en la región sierra por lo que no hay riesgos de derrumbes que perjudiquen la circulación vehicular.

- **Mejora de uno a varios elementos de la carretera:** Se basa en trabajos especiales que puede requerir la vía que no estuvo presente en el diseño original para agregar nuevas características a la misma

Según los resultados obtenidos en la evaluación superficial PCI tenemos que la sección 4 tiene una clasificación 58,25 que clasifica al tramo como Bueno, pero los resultados de la viga Benkelman nos indica que la subrasante es muy buena pero el comportamiento de la estructurales mala y con el estudio de suelos se corroboró que carecía de estructura, es la razón por la cual existen fallas en el pavimento, pero al tener una buena subrasante se recomienda mejorar al pavimento dotándole de una estructura adecuada para que la vía este en óptimas condiciones

Programa de conservación y explotación

Tabla 64: 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: Norma Ecuatoriana Vial, 2013

En resumen este modelo de conservación vial permitirá que los encargados de la administración vial del Cantón Píllaro tengan una guía de cómo reconocer las fallas, el método a utilizar para la evaluación, tráfico-pavimento y de esta manera tomar las mejores decisiones al momento de realizar un mantenimiento vial.

4.3 Verificación de la Hipótesis

La hipótesis que se planteó en esta investigación 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 19+200 al Km 23+000 de la provincia de Tungurahua.

En base 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 6 que corresponde al km19+200 al km 23+00, 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.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Del estudio de tráfico se obtiene un TPDA actual de 2521 veh/día y en base a la tabla de clasificación propuesta por el MTOP la vía en estudio es una vía de clase II tipo colector ya que la vía recibe todo el tráfico de los caminos vecinales, pero debido al desarrollo comercial y agrícola que tiene el cantón se estima que para un periodo de 20 años la vía se convertirá en una vía de clase I con un TPDA futuro de 6888 veh/día.
- En base al comportamiento vehicular se tiene que el tipo de vehículos que más circulan son los livianos con un 89,81% pues se pudo constatar en el conteo que en la vía circulan más automóviles y camionetas, seguidamente tenemos a los camiones con un 6,25%, luego tenemos a los buses con un 3,87 % y finalmente con un 0,06% para otros tipos de vehículos como pueden ser tractores y remolques.
- Al realizar la evaluación superficial del pavimento con la aplicación de la metodología PCI se tuvo que para la sección 1 el valor de PCI es de 30 que significa una clasificación de malo, para la sección 2 tenemos un valor de PCI de 79,86 con una clasificación de muy bueno, para la sección 3 tenemos un valor de PCI de 79 que significa una clasificación de muy bueno y para la sección 4 tenemos un valor de PCI de 58,25 que significa una clasificación de bueno.
- Los tipos de fallas que se hallaron a lo largo de toda la vía fueron, piel de cocodrilo de severidad media y alta, agrietamientos en bloque de severidad baja, abultamientos y hundimientos de severidad media, depresión de severidad media, grietas de borde de severidad media, desnivel del carril/berma de severidad alta, grietas longitudinales y transversales de todas las severidades, parcheo de severidad media y baja y las grietas parabólicas de severidad media y baja.
- Del análisis deflectométrico se concluye que el tipo de deflexión que predomina es el tipo III, ya que se tiene las siguientes deflexiones características: 45,24 mm, 49,33mm y 48,75 mm para las secciones 1,2 y 3 respectivamente; que son menores a la deflexión admisible que es de 194,15 mm , indicando que la

subrasante tiene un buen comportamiento, en cuanto a los valores de radios de curvatura tenemos valores cercanos a 100 lo que significa que el comportamiento de la estructura del pavimento es regular, debido a que posee una carpeta asfáltica de espesor considerable.

- Al realizar el análisis de la calidad de materiales que posee la estructura del pavimento se pudo constatar que posee una inadecuada estructura pues la capa de rodadura está asentada sobre un empedrado ligeramente mejorado por tales motivos se consideró como base a esta capa pero al realizar los ensayos pertinentes se verificó que no cumple con las especificaciones requeridas para una base.
- El tipo de suelo que se halló al realizar tres calicatas y que se desempeñaban como base fue una arena limosa (SM) y ninguna de estas muestras cumplía con los parámetros de granulometría especificados por el MTOP a excepción de la calicata 3 realizada en el km 20+850 en la que se halló una grava limosa (GM), pues si contenía material granular.
- Los límites líquidos de las muestras de suelo de las bases 1 y 4 son 24,18% y 24,14% respectivamente son menores al 25% que especifica la norma por lo que cumple con este parámetro a excepción de las muestras de suelo de las calicatas 2 y 3 cuyos valores son 27,68% y 28,07% respectivamente son mayores al especificado incumpliendo con la norma, mientras que el índice plástico para todas las bases si cumple pues son menores al 6%, pero al tener valores muy bajos se considera a las muestras como no plásticos (NP)
- En cuanto a CBR tenemos para la calicata 1 un CBR=16,57, calicata 2 un CBR=25,42, calicata 3 un CBR=15,48 y para la calicata 4 un CBR=18,25; estos valores son bajos al ser comparado con lo que especifica la norma pues el CBR para una base debe ser mayor o igual a 80, además podemos notar que solo en la calicata 2 hay un CBR de 25,42 un valor cercano al CBR de una sub-base que es de 30.
- De las muestras de subrasante obtenidas en las 4 calicatas se conoció que es un suelo arenoso limoso (SM), con límites de Atterberg entre el 25% y el 33% e índices plásticos menores al 4% lo que nos indica que es un suelo no plástico (NP), y en cuanto al CBR tenemos valores que oscilan entre el 22 y el 29 que

según la clasificación propuesta por la norma MTOP es una subrasante muy buena.

5.2 Recomendaciones

- En base a los resultados obtenidos en este trabajo se propone realizar un mantenimiento periódico que consiste en el tratamiento y renovación de la superficie de la vía.
- Se debe construir las cunetas en las zonas que no existen para confinar al pavimento y por consiguiente evitar que exista las grietas de borde.
- En la evaluación superficial del pavimento se debe considerar dentro de la lista de materiales, el catálogo de fallas del PCI para registrar adecuadamente cada tipo de falla
- Cuando se realice la evaluación superficial del pavimento con la metodología PCI también se debe complementar la evaluación estructural del pavimento con el uso de la viga Benkelman debido que es un ensayo de fácil y rápido procedimiento de trabajo así como económico
- Con el fin de mantener un control sobre el comportamiento del pavimento, se debe aplicar este modelo de conservación vial por lo menos una vez cada dos años, mismas que deberán ser documentadas y dirigidas por escrito al ente responsable.
- En la recolección de datos de campo se debe contar con todos los equipos de seguridad y protección personal.

5.3 Bibliografía

- [1] 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, 2014.
- [2] 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: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.
- [3] C. R. Armijos Salinas y Á. Tapia, Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja, Loja: Universidad Técnica Particular de Loja, 2009.
- [4] C. V. Pereda Huamán y S. Huamán Sangay, Índice de Condición de Pavimento de la carretera Cajamarca - La Colpa, Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca , 2014.
- [5] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, «Norma Ecuatoriana Vial,» de *Conservación Vial*, vol. VI, Quito, MTOP, 2013, p. 508.
- [6] P. Agarwal Kumar, V. Jain y U. Bhawsar, «Development of a hierarchical structure to identify critical maintenance components affecting road safety,» *Procedia Social and Behavioral Science*, vol. 104, pp. 293-301, 2013.
- [7] Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, «Norma Ecuatoriana Vial,» de *Manual de evaluación económica de proyectos de infraestructura del transporte*, vol. I, Quito, MTOP, 2013, p. 50.
- [8] A. Faiz, A. Faiz, W. Wang y C. Bennett, «Sustainable rural roads for livelihoods and livability,» *Procedia Social and Behavioral Science*, vol. 53, pp. 1-8, 2012.
- [9] A. Issa y S. Abu-Eisheh, «Evaluation of implementation of municipal roads' maintenance plans in Palestine: A pilot case study,» *International Journal of Pavement Research and Technology* , vol. 10, pp. 454-464, 2017.
- [10] B. Zhou, C. Zhang, J. Tsai, X. Guo y X. Zhou, «Asphalt pavement maintenance technologies evaluation model based on "Economic-Benefit" index,» *Procedia Social and Behavioral Science*, vol. 96, pp. 2115-2122, 2013.
- [11] P. Babashamsi, A. Golzadfar, N. I. Md Yusoff, H. Ceylan y N. G. Md Nor, «Integrated fuzzy analytic hierarchy process and VIKOR method in the prioritization of pavement maintenance activities,» *International Journal of*

Pavement Research and Technology, vol. 9, n° 2, pp. 112-120, 2016.

- [12] ArcGIS Resources, «Georreferenciación y sistemas de coordenadas,» esri, [En línea]. Available: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>. [Último acceso: 29 09 2018].
- [13] Especificar CDT, «LA PLATAFORMA ONLINE DE APOYO A LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA,» [En línea]. Available: <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/Pavimentos.pdf>. [Último acceso: 22 Agosto 2018].
- [14] W. P. Navarro Batallas, Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del cantón Santo Domingo, Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016.
- [15] ICH, «Instituto del cemento y del hormigón de Chile,» [En línea]. Available: http://ich.cl/descargas/wp-content/uploads/13-04-24_PAV_CON_construccion-de-pav-adoquines-de-hormigon.pdf. [Último acceso: 23 Agosto 2018].
- [16] Massachs, «Estabilización de suelos y caminos de tierra,» [En línea]. Available: <http://www.massachs.com/estabilizacion-de-suelos-y-caminos-de-tierra/>. [Último acceso: 23 Agosto 2018].
- [17] Dirección Nacional de Contrataciones Públicas , «Especificaciones técnicas,» [En línea]. Available: <https://www.contrataciones.gov.py/sicp/download/getFile;jsessionid=3D1B00FED8D3F338A81F561F616145DD.jboss8?cid=3870&fileName=OAwkXiYNi6QOh%2BTIKqR3782C1d%2Fp2D6FjLiEs6npdi%2FhvPo15a%2BvOZoEg1Tm%2Fu%2Ft9X%2BsQ628ea7OwbneuCs47kAKAMWAIRAIVETqGaf2gVBZbZbmGoV1>. [Último acceso: 23 Agosto 2018].
- [18] Universidad Mayor de San Simón , «Udocz,» [En línea]. Available: <https://www.udocz.com/read/libro-de-pavimentos-pdf>. [Último acceso: 02 10 2018].
- [19] I. E. L. R. Vásquez Varela, Pavement Condition Index(PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras, Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- [20] R. Robles Bustios , Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015.

- [21] R. Graterol, «José Filippi L. Asesoría profesional y académica,» 12 Marzo 2011. [En línea]. Available: <https://jofillop.files.wordpress.com/2011/03/metodos-de-investigacion.pdf>. [Último acceso: 1 Abril 2019].
- [22] A. González, «Prezi,» 8 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://prezi.com/tdsrx-myxzsk/investigacion-analitica-y-comparativa/>. [Último acceso: 1 Abril 2019].
- [23] D. B. V. D. y. W. J. Meyer, «Noemagico,» 12 Septiembre 2006. [En línea]. Available: <https://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php>. [Último acceso: 1 Abril 2019].
- [24] I. E. Mba Lozano y I. R. Tabares Gonzales , Diagnóstico de la 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 ciudadadela del café - vía La Badea, Manizales: Universidad Nacional de Colombia , 2005.
- [25] J. I. Balarezo Zapata, Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicado a un pavimento, Piurna: Universidad de Piurna, 2017.
- [26] R. E. Carahuatay Chávez, Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel - Pablo, tramo San Miguel-Sunuden; mediante análisis deflectométrico, Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015.
- [27] 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.
- [28] La Hora, «Noticias Tungurahua,» La Hora, [En línea]. Available: <https://lahora.com.ec/tungurahua/noticia/1102140025/buscan-mejorar-la-red-vial-en-tungurahua>. [Último acceso: 23 Agosto 2018].
- [29] Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, «Tungurahua tierra de oportunidades,» [En línea]. Available: <http://www.tungurahua.gob.ec/index.php/informativo-hgpt/principales/619-siete-parroquias-del-canton-pillaro-estrenaran-vias-asfaltadas>. [Último acceso: 23 Agosto 2018].
- [30] Equipo consultor PD y OT, «Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del

cantón Santiago de Píllaro,» Geoingeniería, Píllaro, 2014.

[31] LanammeUCR, «Propuesta para la definición de un procedimiento de medición y análisis del índice de regularidad internacional (IRI),» Lanammeucr, San José, 2013.

[32] F. Moreira, *Materiales de afirmado*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017.

5.4 Anexos

Anexo 1: Granulometrías para las capas que conforman la estructura del pavimento

Tabla 65: Granulometría para las superficies de rodadura

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

Fuente: Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP, 2002.

Tabla 66: Granulometría para las Sub-Bases

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

Fuente: Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP, 2002.

Tabla 67: Granulometría para las Bases: clase 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" (38.1 mm.)	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

Fuente: Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP, 2002.

Tabla 68: Granulometría para las Bases: clase 2

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

Fuente: Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP, 2002.

Tabla 69: Granulometría para las Bases: clase 3

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

Fuente: Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP, 2002.

Tabla 70: Granulometría para las Bases: clase 4

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

Fuente: Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP, 2002.

Anexo 2: Catálogo de las fallas en pavimentos flexibles

1. Piel de cocodrilo

Son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica o base estabilizada donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m. [19]

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. [19]

Figura 27: Piel de cocodrilo



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 71: Tipos de severidades de la falla piel de cocodrilo

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta	No se hace nada, sello superficial. Sobre carpeta.
Medium: Medio (M)	Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobre carpeta. Reconstrucción.
High: Alto (H)	Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.	Parqueo parcial o Full Depth. Sobre carpeta. Reconstrucción.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

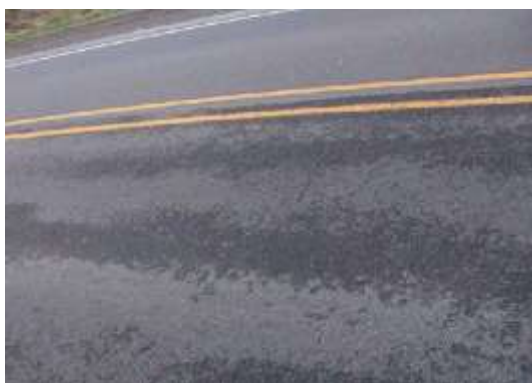
Medida: Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente. [19]

2. Exudación

Es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La

exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie. [19]

Figura 28: Exudación



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 72: Tipos de severidades de la falla exudación

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.	No se hace nada.
Medium: Medio (M)	La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.	Se aplica arena / agregados y cilindrado.
High: Alto (H)	La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.	Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medida: Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados. [19]

3. Fisuras o grietas en bloque

Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. [19]

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa). [19]

Figura 29: Fisuras o grietas en bloque



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 73: Tipos de severidades de la falla grietas en bloque

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.	Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.
Medium: Medio (M)	Bloques definidos por grietas de severidad media	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.
High: Alto (H)	Bloques definidos por grietas de alta severidad.	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente. [19]

4. Abultamientos y hundimientos

Son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.
2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling). [19]

Figura 30: Abultamientos y hundimientos



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 74: Tipos de severidades de la falla abultamientos y hundimientos

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.	No se hace nada.
Medium: Medio (M)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.	Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.
High: Alto (H)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.	Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta.

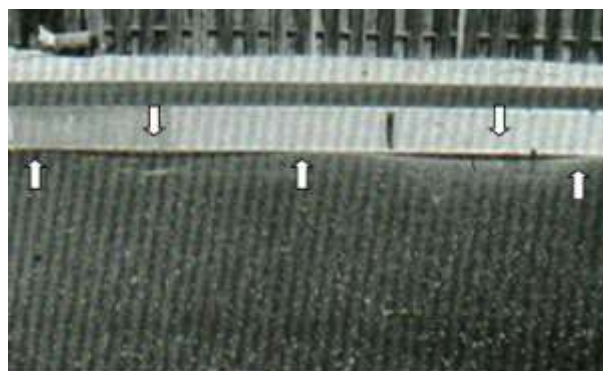
Fuente: Manual de evaluación superficial PCI,2002.

Medición: Se miden en pies lineales (o metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra. [19]

5. Corrugación

Es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación. [19]

Figura 31: Corrugación



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 75: Tipos de severidades de la falla corrugación

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.	No se hace nada.
Medium: Medio (M)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.	Reconstrucción
High: Alto (H)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.	Reconstrucción

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

6. Depresión

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel. [19]

Figura 32: Depresión



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 76: Tipos de severidades de la falla depresión

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Máxima profundidad de la depresión: 13.0 a 25.0 mm.	No se hace nada.
Medium: Medio (M)	Máxima profundidad de la depresión: 25.0 a 51.0 mm.	Parqueo superficial, parcial o profundo.
High: Alto (H)	Máxima profundidad de la depresión: más de 51.0 mm	Parqueo superficial, parcial o profundo.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada.

7. Grietas de borde

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse). [19]

Figura 33: Grieta de borde



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 77: Tipos de severidades de la falla grietas de borde

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.	No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
Medium: Medio (M)	Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.	Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.
High: Alto (H)	Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.	Parcheo parcial – profundo.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: La grieta de borde se mide en pies lineales (o metros lineales).

8. Grieta de reflexión de junta

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños. [19]

Figura 34: Grieta de reflexión de junta



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 78: Tipos de severidades de la falla grietas de reflexión de junta

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm. 2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
Medium: Medio (M)	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. 3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.	Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
High: Alto (H)	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. 2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).	Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse. [19]

9. Desnivel carril-berma

Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma. [19]

Figura 35: Desnivel del carril/berma



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 79: Tipos de severidades de la falla desnivel del carril/berma

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
Medium: Medio (M)	La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.	
High: Alto (H)	La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.	

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (o metros lineales).

10. Grietas longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

- 1) Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- 2) Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
- 3) Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Portland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga. [19]

Figura 36: Grietas longitudinales y transversales



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 80: Tipos de severidades de la falla grietas longitudinales y transversales

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm. 2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
Medium: Medio (M)	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas. 3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.	Sellado de grietas.
High: Alto (H)	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta. 2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.	Sellado de grietas. Parcheo parcial.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (o metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su

longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse. [19]

11. Parches o cortes utilitarios

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño. [19]

Figura 37: Parches o cortes utilitarios



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 81: Tipos de severidades de la falla parches o cortes utilitarios

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.	No se hace nada.
Medium: Medio (M)	El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.	No se hace nada. Sustitución del parche.
High: Alto (H)	El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.	Sustitución del parche.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. [19]

12. Pulimiento de agregados

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimiento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa. [19]

Figura 38: Pulimiento de agregados



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 82: Tipos de severidades de la falla pulimiento de agregados

Niveles de severidad	Opciones de reparación	Medición
No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimiento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.	L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Fresado y sobre carpeta.	Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimiento de agregados.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

13. Baches o huecos

Los baches o huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización. [19]

Figura 39: Huecos o baches



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Niveles de severidad: Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta. [19]

Tabla 83: Severidad según el diámetro de los huecos

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Tabla 84: Severidad de la falla huecos

Niveles de severidad	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
Medium: Medio (M)	Parcheo parcial o profundo.
High: Alto (H)	Parcheo profundo.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente. [19]

14. Cruce de vía férrea

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Tabla 85: Severidad de la falla cruce de vía férrea

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.	No se hace nada.
Medium: Medio (M)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.	Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
High: Alto (H)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.	Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medida: El área del cruce se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse.

15. Ahuellamiento

Es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El Ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento. [19]

Figura 40: Ahuellamiento



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 86: Severidad de la falla ahuellamiento

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Profundidad media del ahuellamiento: 6.0 a 13.0 mm.	No se hace nada. Fresado y sobre carpeta.
Medium: Medio (M)	Profundidad media del ahuellamiento: >13.0 mm a 25.0 mm.	Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.
High: Alto (H)	Profundidad media del ahuellamiento: > 25.0 mm.	Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media. [19]

16. Desplazamiento

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Portland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Portland se incrementa causando el desplazamiento. [19]

Figura 41: Desplazamiento



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 87: Severidad de la falla desplazamiento

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.	No se hace nada. Fresado.
Medium: Medio (M)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.	Fresado. Parcheo parcial o profundo.
High: Alto (H)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.	Fresado. Parcheo parcial o profundo.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado. [19]

17. Fisuras parabólicas o por desplazamientos

Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada. [19]

Figura 42: Grietas parabólicas



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 88: Severidad de la falla grietas parabólicas

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.	No se hace nada. Parcheo parcial.
Medium: Medio (M)	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.	Parcheo parcial.
High: Alto (H)	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.	Parcheo parcial.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma. [19]

18. Hinchamiento

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento, una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos. [19]

Figura 43: Hinchamiento



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 89: Severidad de la falla hinchamiento

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.	No se hace nada.
Medium: Medio (M)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.	No se hace nada. Reconstrucción.
High: Alto (H)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.	Reconstrucción.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: El hinchamiento se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

19. Meteorización/ desprendimiento de agregados

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento. [19]

Figura 44: Meteorización o desprendimiento de agregados



Fuente: Daniel Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero Distrito de Castilla, 2009.

Tabla 90: Severidad de la falla meteorización o desprendimiento de agregados

Niveles de severidad	Características	Opciones de reparación
Low: Bajo (L)	Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
Medium: Medio (M)	Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobre carpeta.
High: Alto (H)	Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.	Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Medición: La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. [19]

Resumen del tipo de fallas

Tabla 91: Resumen de los tipos de fallas

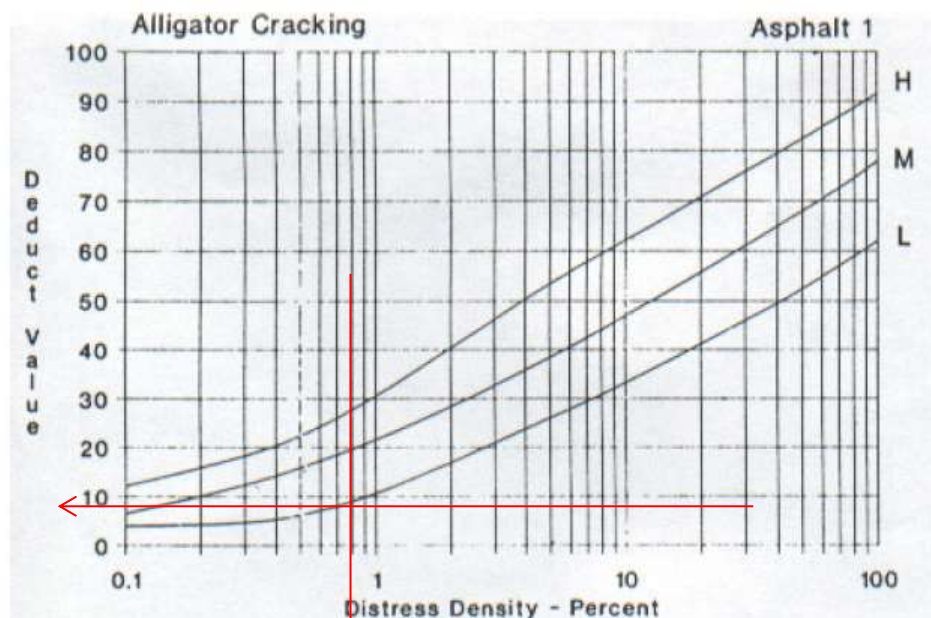
Fallas estructurales	Fallas superficiales
Piel de cocodrilo,	Exudación
Agrietamiento en bloque	Corrugación
Abultamiento y hundimientos	Grietas de borde
Depresión	Grietas de reflexión de junta
Baches	Desnivel carril/berma
Ahuellamiento	Grietas longitudinales y transversales
Desplazamiento	Parcheo
Hinchamiento	Pulimiento de agregados
	Grietas parabólicas
	Desprendimiento de agregados

Fuente: Autor

Nomogramas para determinar el PCI

1 Piel de cocodrilo

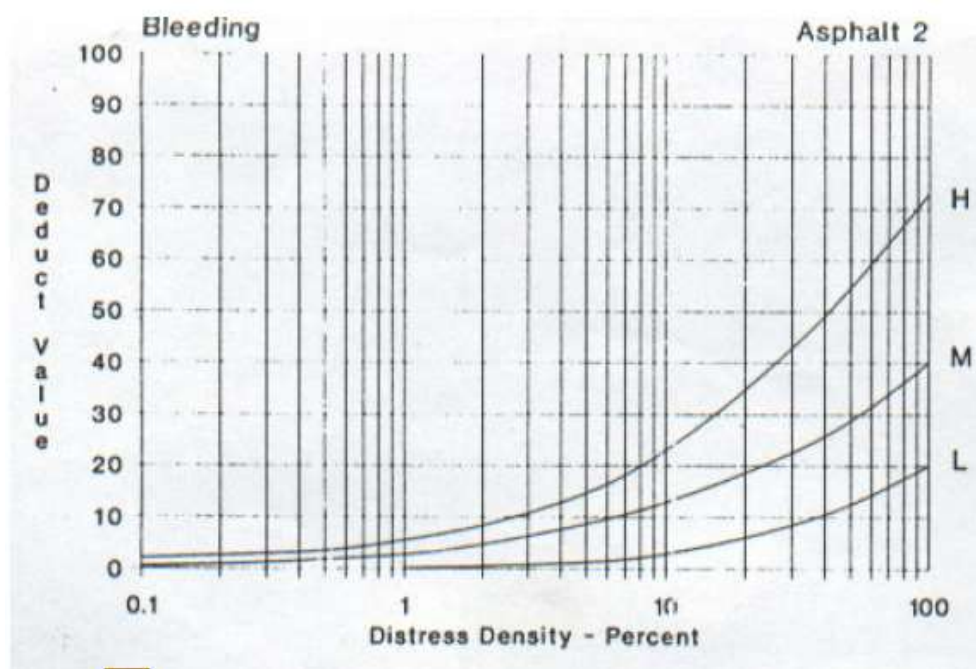
Figura 45: Valores deducidos para piel de cocodrilo



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

2. Exudación

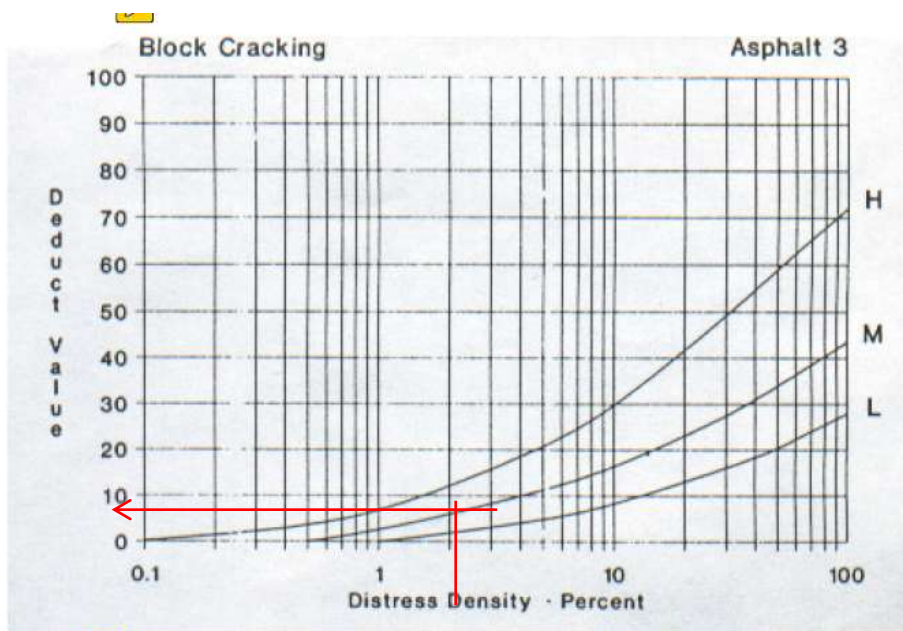
Figura 46: Valores deducidos para exudación



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

3. Agrietamiento en bloque

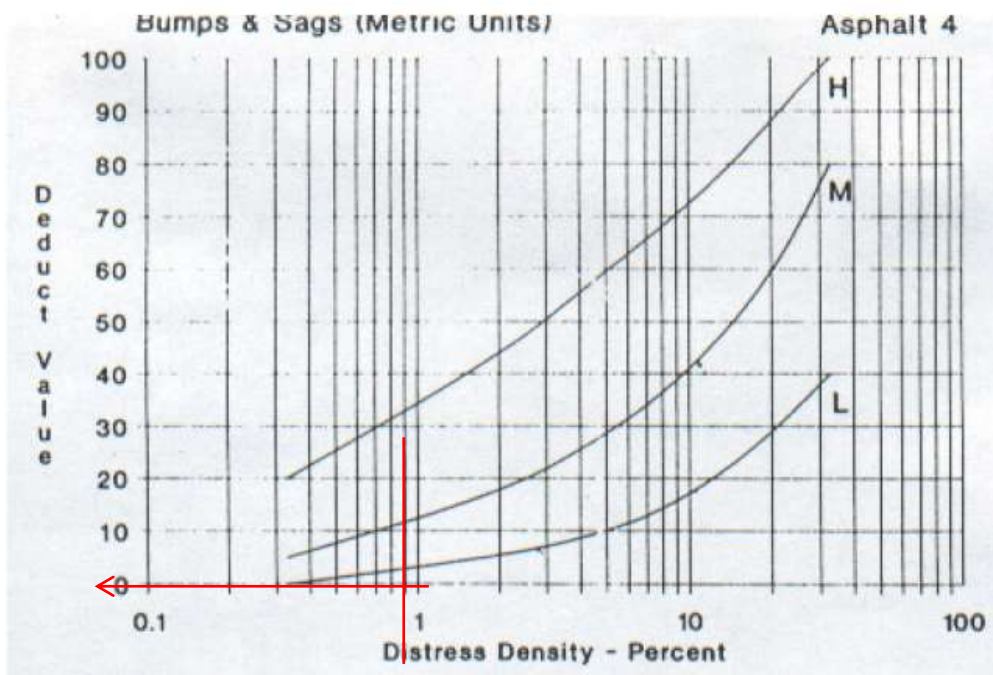
Figura 47: Valores deducidos para agrietamiento en bloque



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

4. Abultamientos y hundimientos

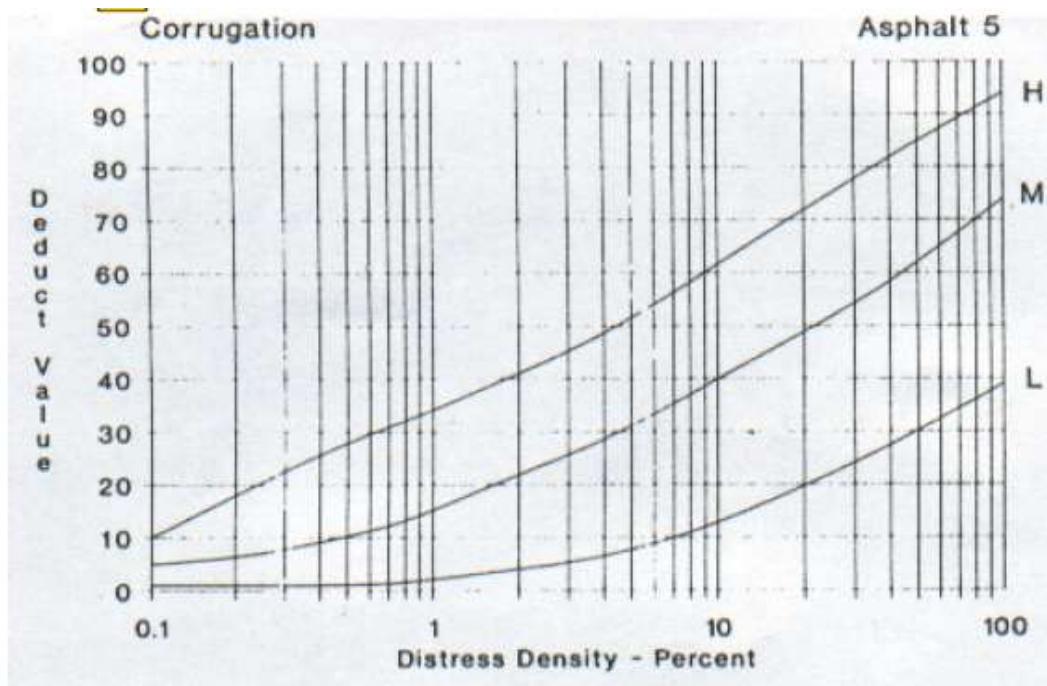
Figura 48: Valores deducidos para abultamientos y hundimientos



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

5. Corrugación

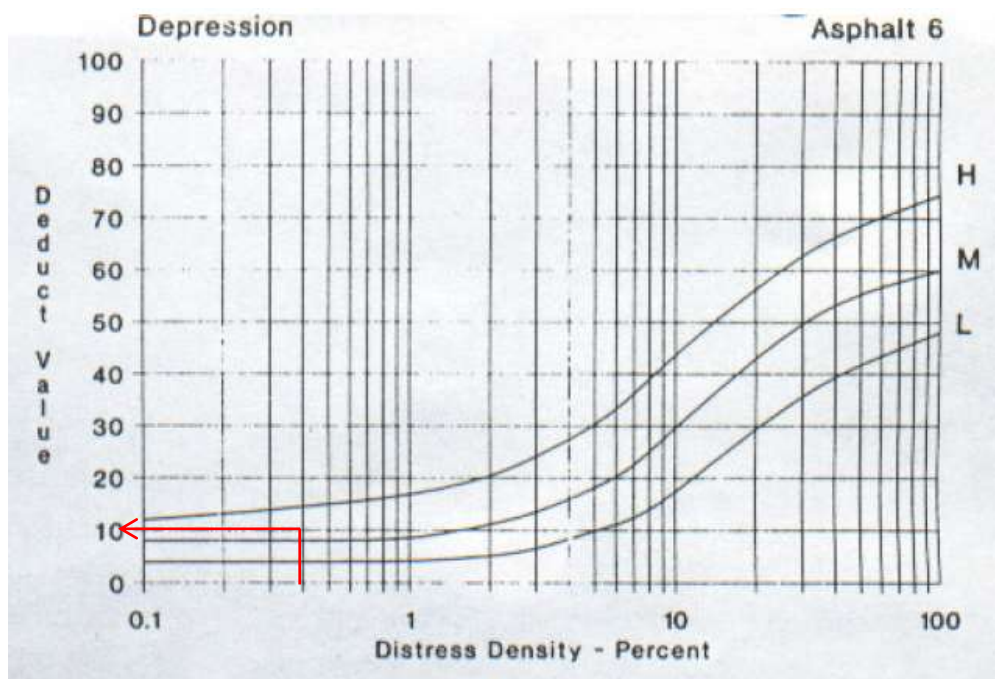
Figura 49: Valores deducidos para Corrugación



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

6. Depresión

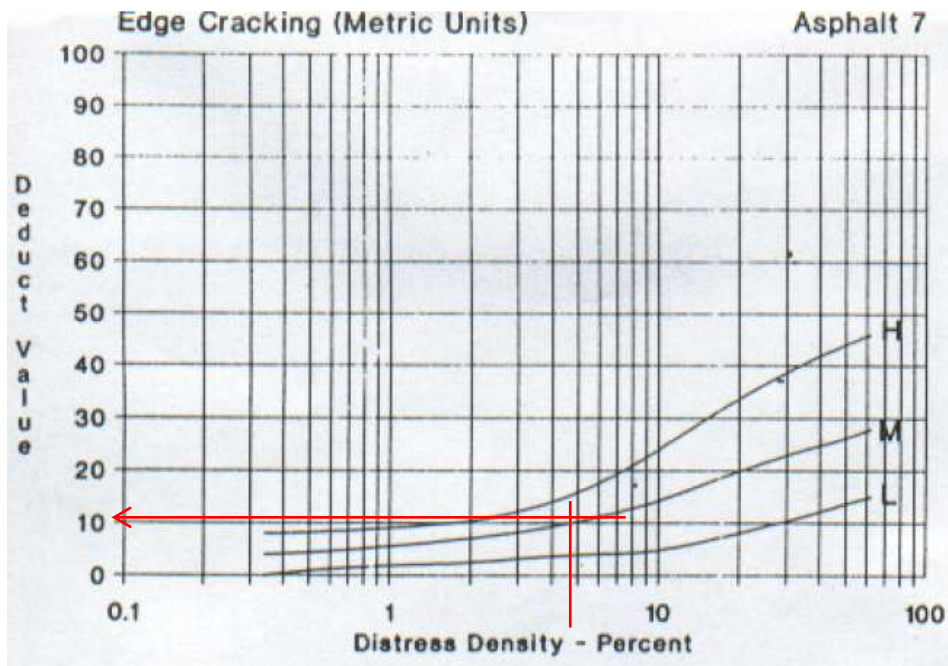
Figura 50: Valores deducidos para depresión



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

7. Grieta de borde

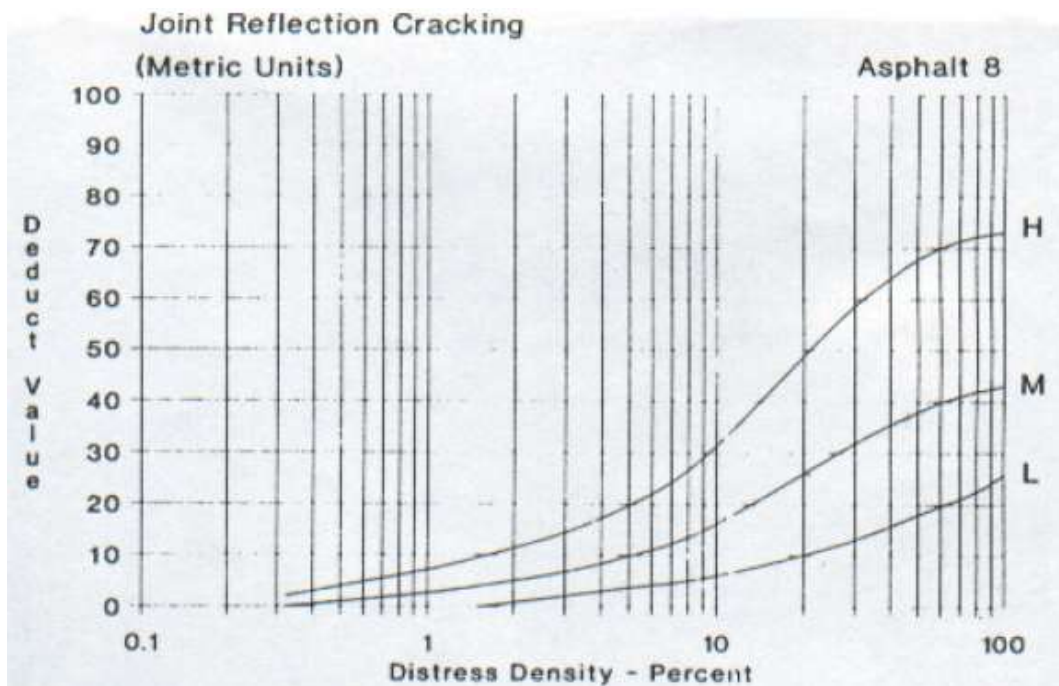
Figura 51: Valores deducidos para grieta de bordes



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

8. Grieta de reflexión de junta

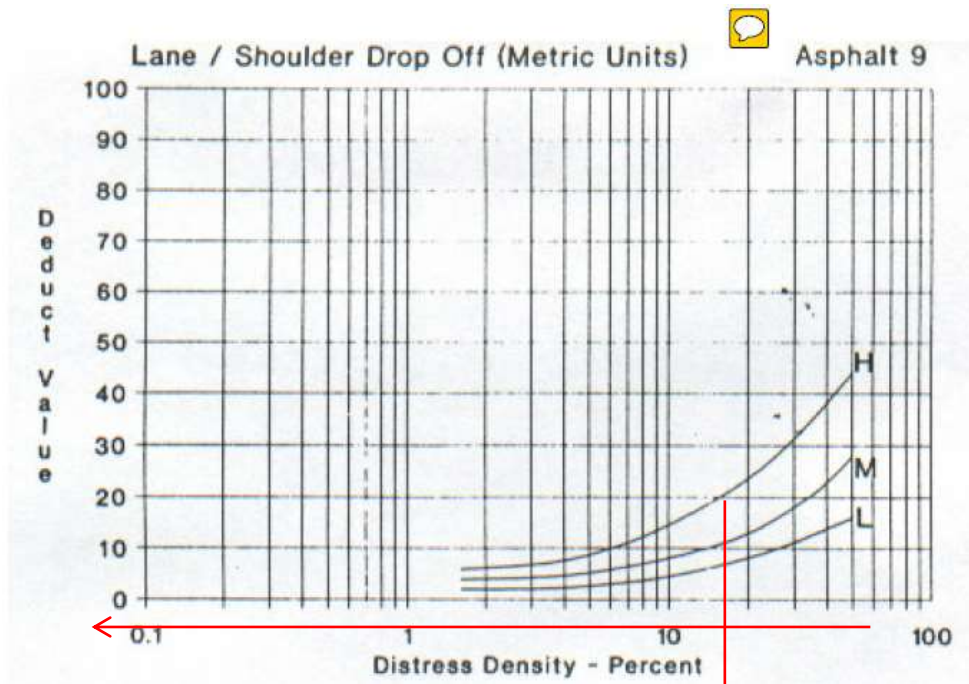
Figura 52: Valores deducidos para grietas de reflexión de junta



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

9. Desnivel carril/berma

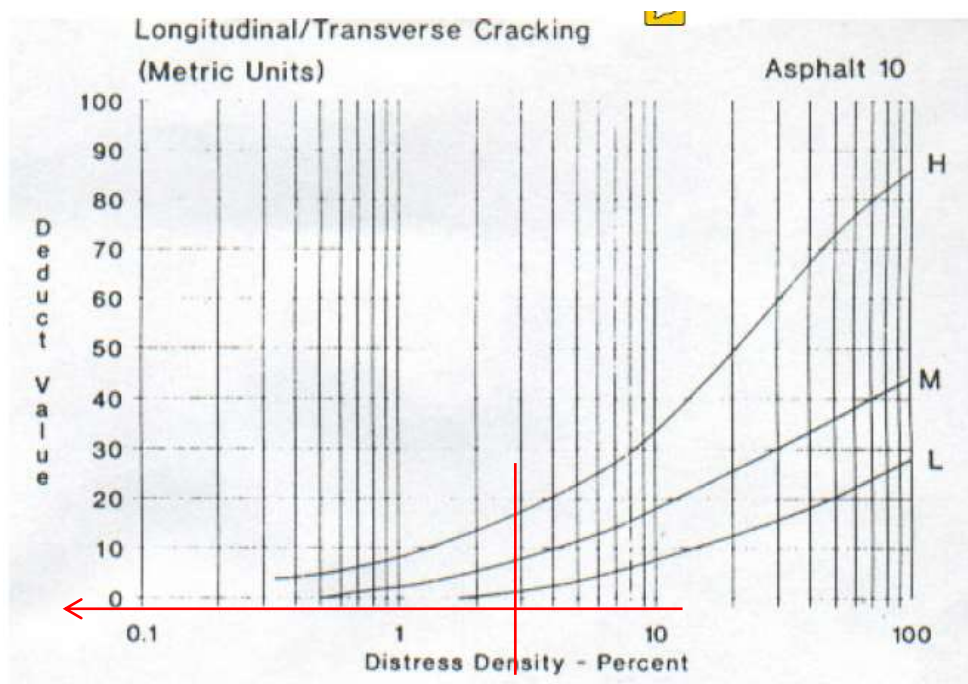
Figura 53: Valores deducidos para desnivel del carril/berma



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

10. Grietas longitudinales y transversales

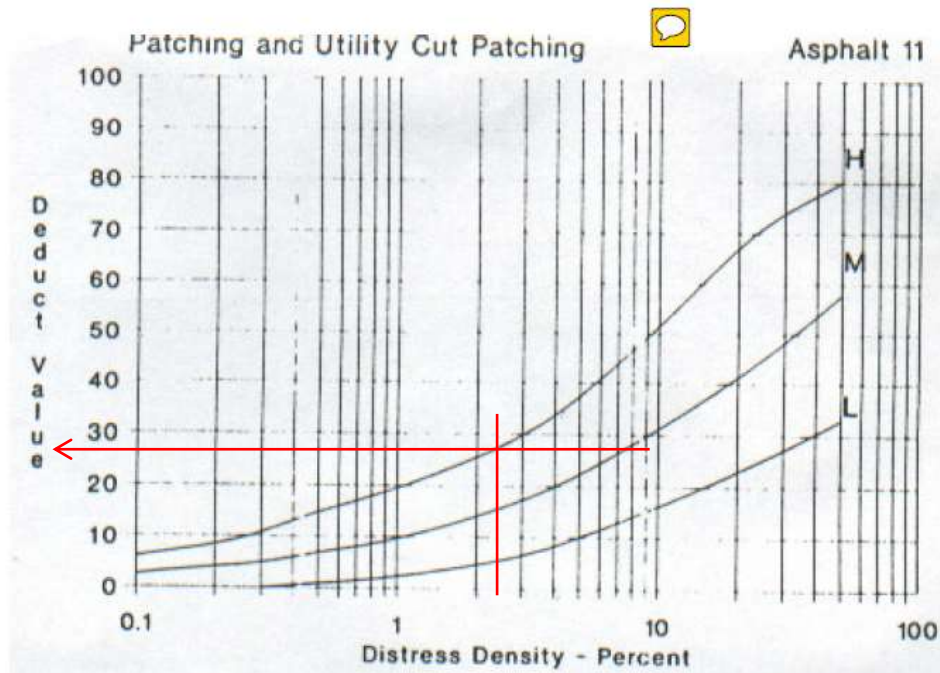
Figura 54: Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

11. Parcheo y acometidas de servicios públicos

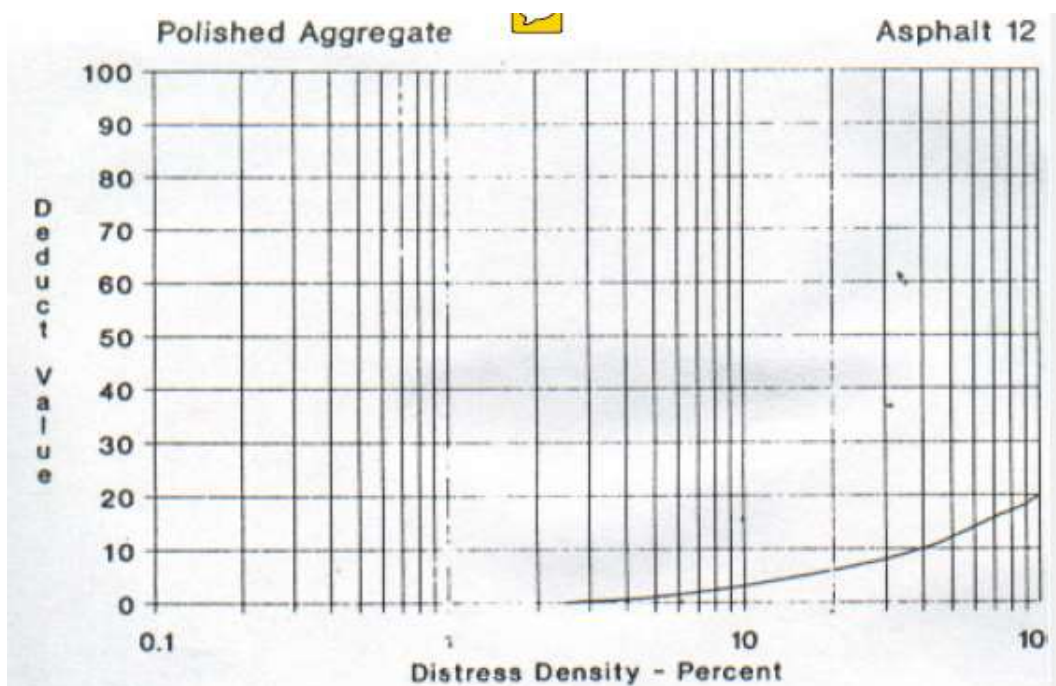
Figura 55: Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

12. Pulimiento de agregados

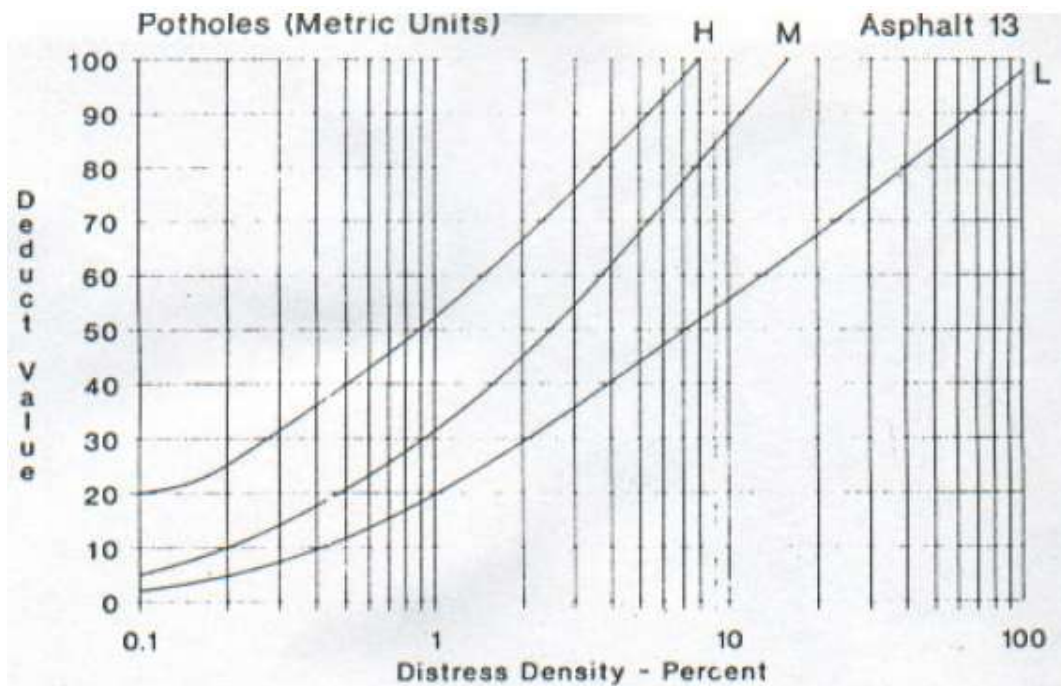
Figura 56: Valores deducidos para pulimiento de agregados



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

13. Huecos

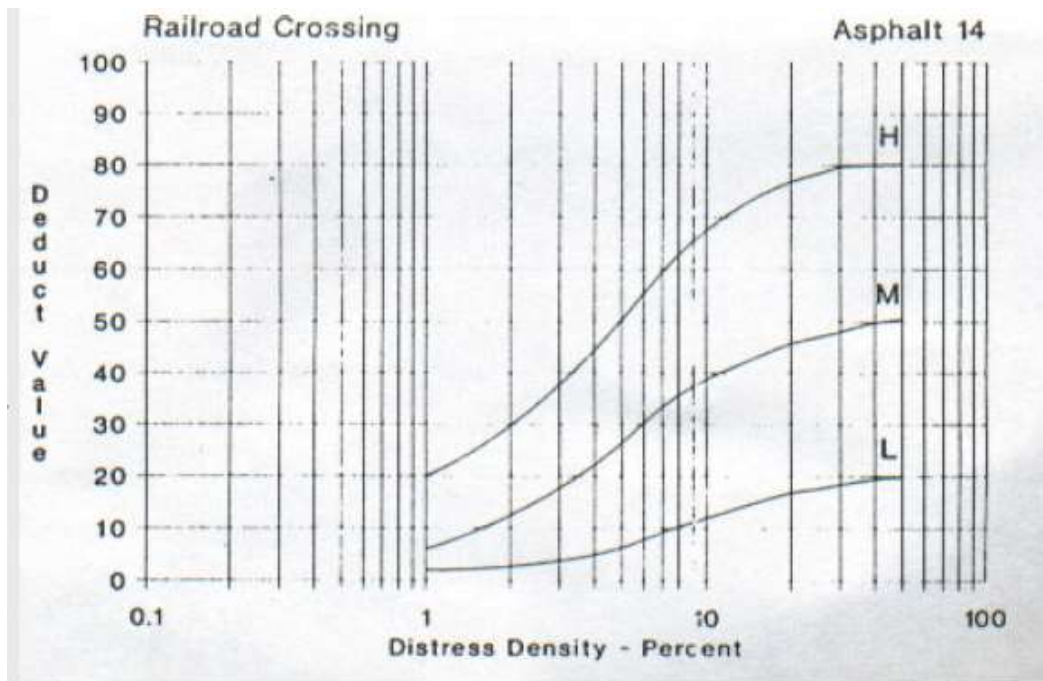
Figura 57: Valores deducidos para huecos



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

14. Cruce de vía férrea

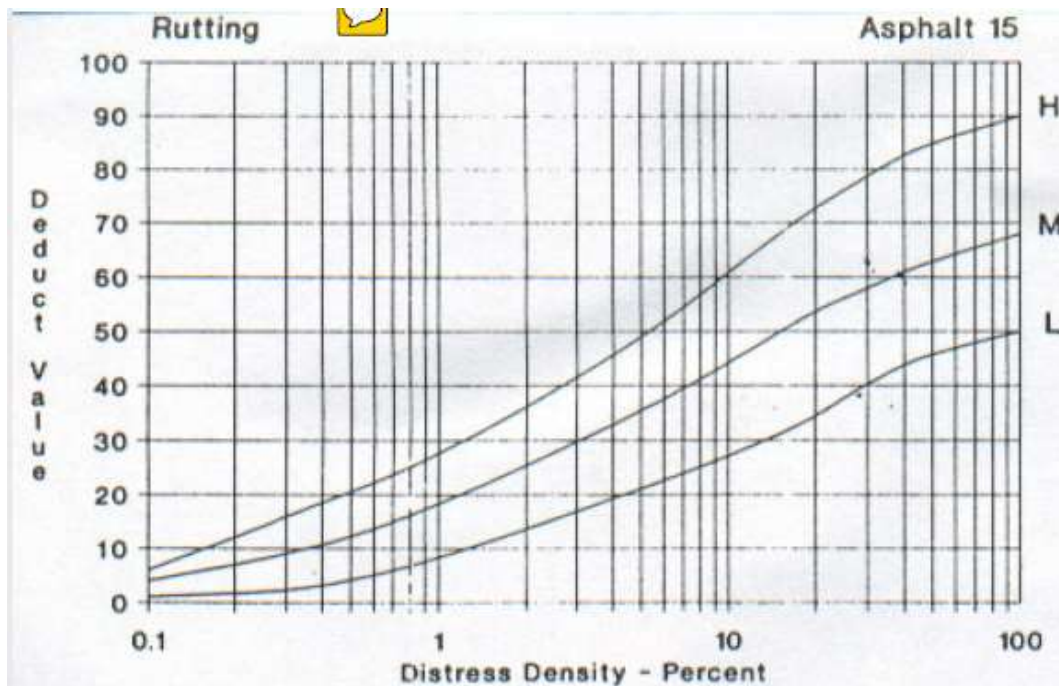
Figura 58: Valores deducidos para cruce de vía férrea



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

15. Ahuellamiento

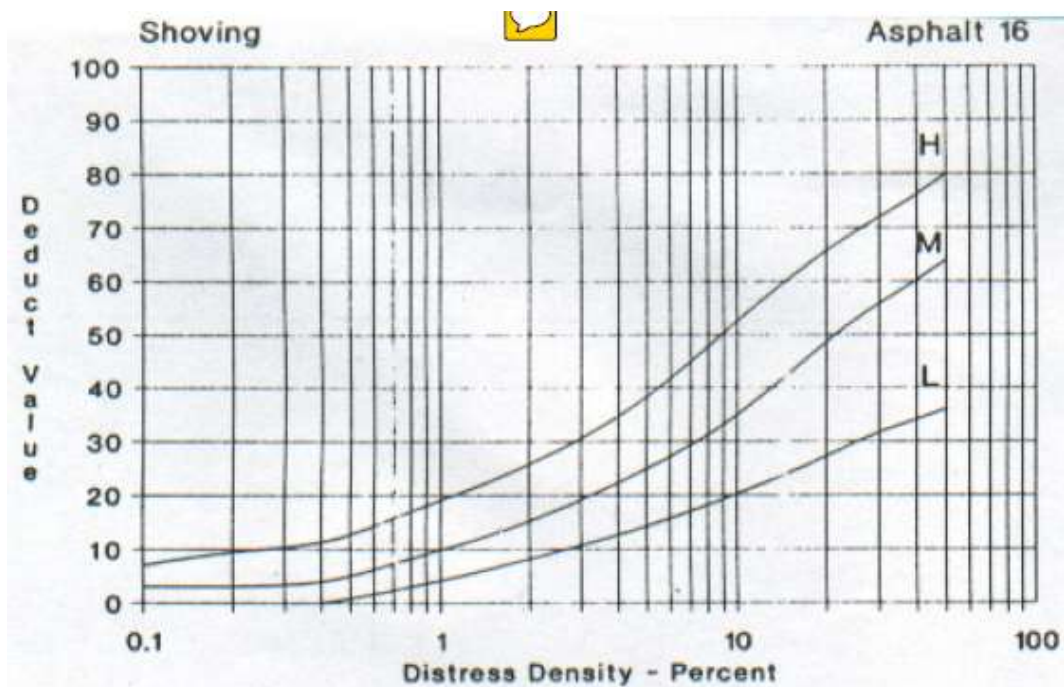
Figura 59: Valores deducidos para ahuellamiento



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

16. Desplazamiento

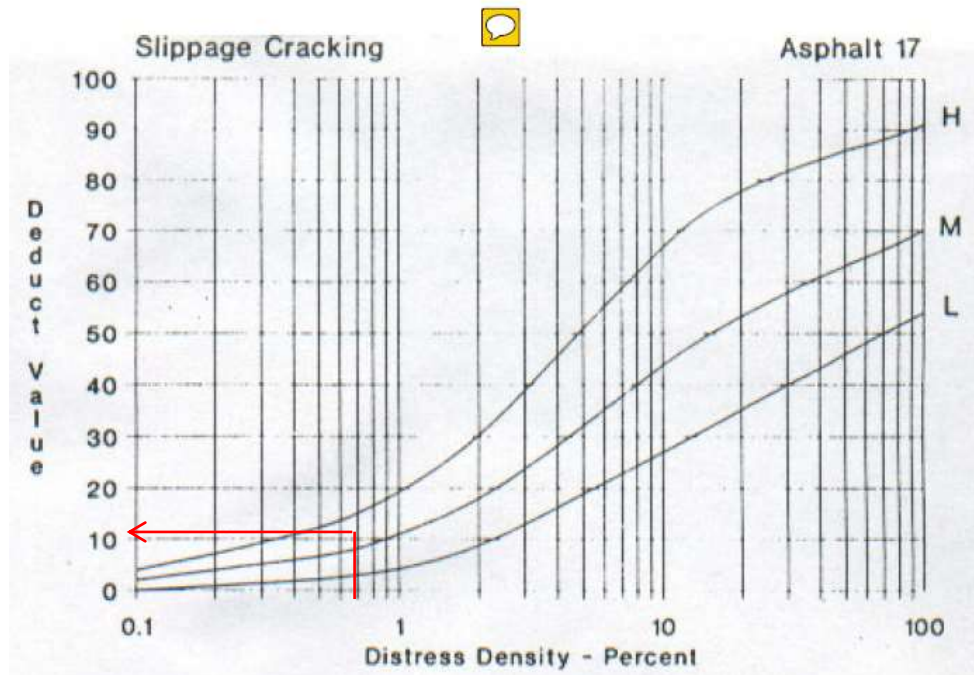
Figura 60: Valores deducidos para desplazamientos



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

17. Grietas parabólicas o por deslizamiento

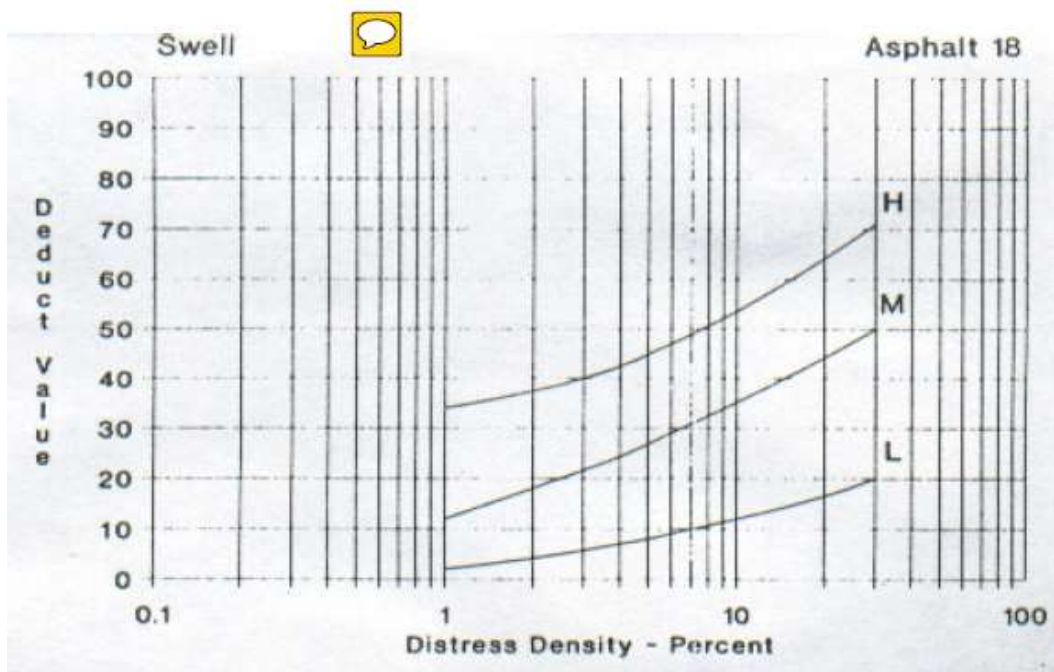
Figura 61: Valores deducidos para Grietas parabólicas o por deslizamiento



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

18. Hinchamiento

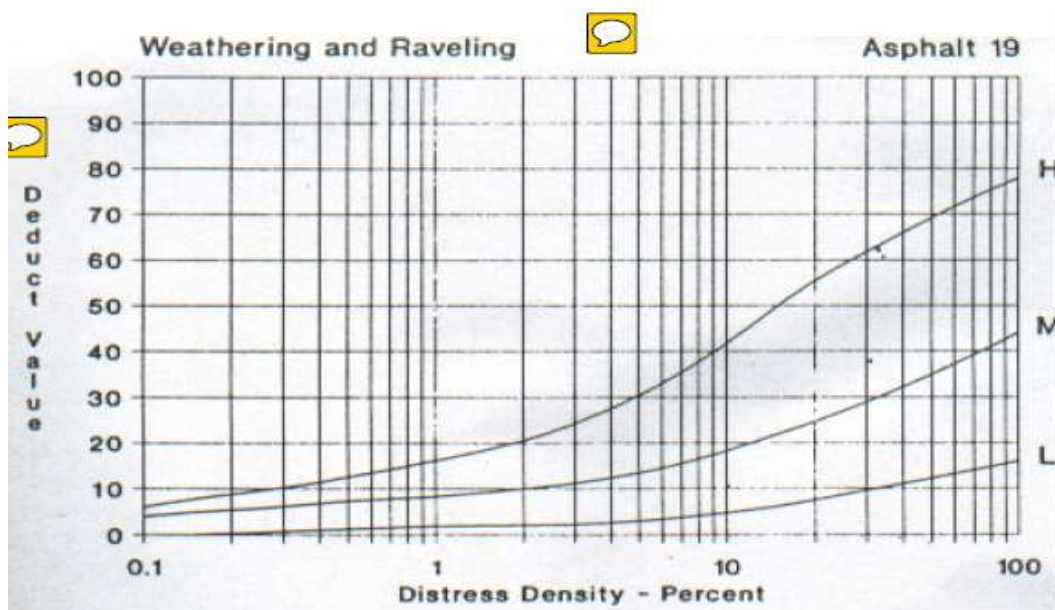
Figura 62: Valores deducidos para hinchamiento



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

19. Meteorización/ desprendimiento de agregados.

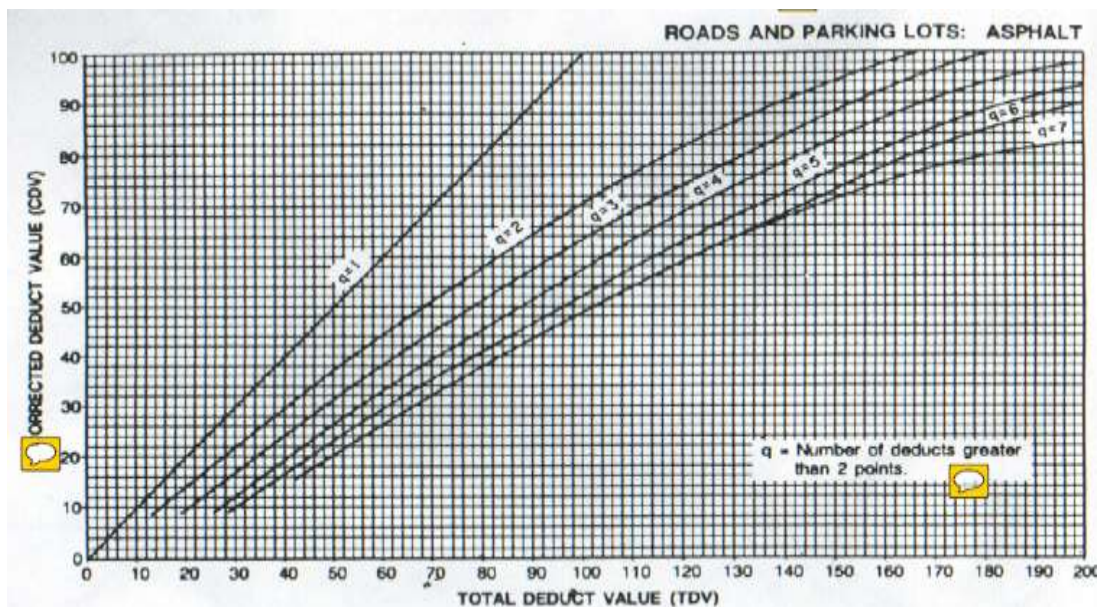
Figura 63: Valores deducidos para meteorización / desprendimiento de agregados



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Nomograma para determinar el valor deducido corregido (CDV)

Figura 64: Valores deducidos finales



Fuente: Manual de evaluación superficial PCI, 2002.

Anexo 3: Conteos de tráfico volumétrico

CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:		ESTACIÓN N°			UBICACIÓN:			SENTIDO:		HOJA N°				
FECHA: 15 de Octubre del 2018		DÍA: Lunes			ESTADO DEL TIEMPO: Soleado			RESPONSABLE: Jessica Chuqui						
HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	30	28	1	2	2	0	3	0	0	0	0	66	302
07H15	07H30	31	35	0	2	2	0	1	4	0	0	0	75	
07H30	07H45	35	34	3	1	2	0	3	0	0	0	0	78	
07H45	08H00	33	41	0	1	2	0	3	3	0	0	0	83	
08H00	08H15	29	35	0	0	2	0	1	5	0	0	0	72	268
08H15	08H30	21	35	2	2	2	0	6	1	0	0	0	69	
08H30	08H45	23	32	0	0	2	0	1	1	0	0	0	59	
08H45	09H00	26	36	1	0	2	0	1	2	0	0	0	68	
09H00	09H15	16	23	1	1	2	0	3	1	0	0	0	47	254
09H15	09H30	28	37	0	2	1	0	3	4	0	0	2	77	
09H30	09H45	23	34	0	0	2	0	3	1	0	0	0	63	
09H45	10H00	27	33	2	0	1	0	2	1	0	0	1	67	
10H00	10H15	29	42	1	0	2	0	3	4	0	0	0	81	276
10H15	10H30	20	34	1	2	2	0	3	4	0	0	0	66	
10H30	10H45	20	34	2	1	2	0	6	3	0	0	0	68	
10H45	11H00	15	40	0	1	0	0	2	2	0	0	1	61	
11H00	11H15	27	45	1	1	2	0	5	1	0	0	0	82	262
11H15	11H30	27	39	0	0	2	0	0	0	0	0	0	68	
11H30	11H45	23	28	0	1	1	0	1	4	0	0	0	58	
11H45	12H00	19	28	2	0	2	0	2	1	0	0	0	54	
12H00	12H15	24	39	1	1	2	0	1	2	0	0	0	70	287
12H15	12H30	17	39	1	1	1	0	2	4	0	0	0	65	
12H30	12H45	26	38	4	0	1	0	2	4	0	0	0	75	
12H45	13H00	25	45	1	0	3	0	1	1	1	0	0	77	
13H00	13H15	32	42	0	1	1	0	2	2	1	0	0	81	317

13H15	13H30	35	48	0	0	1	0	3	4	0	0	0	91		
13H30	13H45	24	41	0	2	3	0	2	4	0	0	0	76		
13H45	14H00	27	34	1	1	2	0	3	1	0	0	0	69		
14H00	14H15	39	40	1	3	1	0	2	7	0	0	0	93	308	
14H15	14H30	27	40	1	1	2	0	3	8	0	0	0	82		
14H30	14H45	30	39	0	0	2	0	3	3	0	0	0	77		
14H45	15H00	19	33	0	0	2	0	0	2	0	0	0	56		
15H00	15H15	28	45	0	0	2	0	2	2	0	0	1	80	272	
15H15	15H30	17	35	1	1	1	0	1	4	0	0	0	60		
15H30	15H45	20	36	1	1	1	0	5	2	0	0	0	66		
15H45	16H00	22	36	1	2	1	0	1	3	0	0	0	66		
16H00	16H15	31	31	0	1	1	0	2	1	0	0	0	67	327	
16H15	16H30	36	43	3	0	2	0	3	4	0	0	0	91		
16H30	16H45	28	46	2	2	1	0	4	5	0	0	0	88		
16H45	17H00	22	40	1	3	3	0	8	4	0	0	0	81		
17H00	17H15	20	36	1	0	1	0	3	0	0	0	0	61	256	
17H15	17H30	24	31	0	0	1	0	0	1	0	0	0	57		
17H30	17H45	21	41	1	1	2	0	3	2	0	0	0	71		
17H45	18H00	27	34	1	2	1	0	0	2	0	0	0	67		
18H00	18H15	26	38	0	0	1	0	3	0	0	0	0	68	287	
18H15	18H30	19	44	0	0	2	0	3	0	0	0	0	68		
18H30	18H45	26	45	0	0	2	0	5	1	0	0	0	79		
18H45	19H00	27	41	0	0	1	0	0	3	0	0	0	72		
													TOTAL	3416	

CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO														
PROYECTO:		ESTACIÓN N°			UBICACIÓN:			SENTIDO:			HOJA N°			
FECHA:		DÍA:			ESTADO DEL TIEMPO:			RESPONSABLE:						
09 de Octubre del 2018		Martes			Nublado			Jessica Chuqui						
HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL	
	AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES				
							LIVIANOS	PESADOS						
07H00	07H15	25	39	2	1	2	0	3	0	0	0	0	72	361
07H15	07H30	37	44	0	2	2	0	2	1	0	0	0	88	
07H30	07H45	28	48	1	4	1	0	5	2	0	0	0	89	
07H45	08H00	49	50	6	1	2	0	1	2	0	0	1	112	
08H00	08H15	36	50	3	1	2	0	5	2	0	0	0	99	352
08H15	08H30	21	51	0	1	2	0	7	0	0	0	1	83	
08H30	08H45	29	45	0	3	3	0	6	3	0	0	0	89	
08H45	09H00	24	37	3	3	1	0	9	4	0	0	0	81	
09H00	09H15	37	59	1	1	2	0	4	5	0	0	0	109	363
09H15	09H30	24	47	4	5	2	0	9	4	0	0	1	96	
09H30	09H45	21	41	0	1	1	0	9	2	0	0	0	75	
09H45	10H00	32	44	1	1	1	0	2	2	0	0	0	83	
10H00	10H15	36	51	2	0	3	0	3	2	0	0	0	97	340
10H15	10H30	21	47	1	0	2	0	7	2	0	0	0	80	
10H30	10H45	29	48	0	0	1	0	2	4	0	0	0	84	
10H45	11H00	25	44	1	1	2	0	4	2	0	0	0	79	
11H00	11H15	30	38	2	3	1	0	4	3	0	0	0	81	330
11H15	11H30	23	44	0	3	1	0	3	5	0	0	0	79	
11H30	11H45	44	45	1	1	2	0	3	8	0	0	0	104	
11H45	12H00	31	29	1	1	0	0	2	2	0	0	0	66	
12H00	12H15	27	42	2	1	3	0	2	2	0	0	1	80	356
12H15	12H30	37	52	0	2	1	0	5	9	0	0	0	106	
12H30	12H45	31	39	1	1	2	0	2	6	0	0	0	82	
12H45	13H00	36	46	1	0	1	0	3	0	0	0	1	88	
13H00	13H15	44	43	1	0	0	0	4	4	0	0	0	96	

13H15	13H30	32	49	4	0	2	0	5	4	0	0	0	96		
13H30	13H45	34	49	0	6	2	0	1	2	0	0	0	94		
13H45	14H00	24	37	0	3	2	0	1	3	0	0	0	70		
14H00	14H15	39	39	2	3	0	0	1	5	0	0	0	89	345	
14H15	14H30	27	52	0	0	0	0	3	4	0	0	0	86		
14H30	14H45	28	40	1	0	2	0	5	2	0	0	0	78		
14H45	15H00	36	45	3	3	1	0	0	4	0	0	0	92		
15H00	15H15	35	43	2	2	2	0	5	2	0	0	0	91	371	
15H15	15H30	36	35	0	0	2	0	4	2	0	0	0	79		
15H30	15H45	49	42	1	1	2	0	2	7	0	0	1	105		
15H45	16H00	40	44	3	0	2	0	5	2	0	0	0	96		
16H00	16H15	34	35	0	3	2	0	2	4	0	0	0	80	345	
16H15	16H30	29	44	0	2	1	0	2	1	0	0	0	79		
16H30	16H45	45	52	2	2	2	0	6	4	0	0	0	113		
16H45	17H00	30	33	1	2	2	0	1	4	0	0	0	73		
17H00	17H15	38	46	2	1	1	0	3	1	0	0	0	92	370	
17H15	17H30	37	48	0	2	2	0	5	0	0	0	0	94		
17H30	17H45	45	42	1	4	2	0	1	6	0	0	0	96		
17H45	18H00	40	39	0	1	2	0	3	3	0	0	0	88		
18H00	18H15	22	36	1	2	1	0	5	0	0	0	0	67	293	
18H15	18H30	31	38	2	2	1	0	2	2	0	0	0	78		
18H30	18H45	25	35	2	1	2	0	2	0	0	0	0	67		
18H45	19H00	40	36	0	1	1	0	0	3	0	0	0	81		
													TOTAL	4182	

CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ **ESTACIÓN N°** _____ **UBICACIÓN:** Iglesia- San Vicente **SENTIDO:** _____ **HOJA N°** _____
FECHA: 10 de octubre **DÍA:** Miércoles **ESTADO DEL TIEMPO:** Nublado **RESPONSABLE:** Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	15	27	0	0	2	0	5	0	0	0	0	49	222
07H15	07H30	23	28	3	0	2	0	3	0	0	0	0	59	
07H30	07H45	20	34	0	0	2	0	0	2	0	0	0	58	
07H45	08H00	21	32	0	0	1	0	0	2	0	0	0	56	
08H00	08H15	17	34	3	0	2	0	0	3	0	0	0	59	231
08H15	08H30	12	34	1	0	2	0	2	1	0	0	0	52	
08H30	08H45	20	31	0	0	1	0	6	3	0	0	0	61	
08H45	09H00	16	31	5	1	1	0	2	3	0	0	0	59	
09H00	09H15	15	33	3	0	2	0	6	1	0	0	0	60	240
09H15	09H30	21	25	2	0	2	0	1	1	0	0	0	52	
09H30	09H45	15	39	1	0	1	0	1	0	0	0	0	57	
09H45	10H00	26	33	2	0	1	0	5	4	0	0	0	71	
10H00	10H15	26	31	0	0	2	0	1	0	0	0	0	60	235
10H15	10H30	11	38	4	0	2	0	1	2	0	0	0	58	
10H30	10H45	18	30	0	1	1	0	3	3	0	0	0	56	
10H45	11H00	14	42	2	0	1	0	0	2	0	0	0	61	
11H00	11H15	25	28	6	2	3	0	5	1	0	0	0	70	217
11H15	11H30	14	21	2	1	1	0	6	0	0	0	0	45	
11H30	11H45	20	29	0	2	2	0	4	0	0	0	0	57	
11H45	12H00	20	20	2	0	0	0	3	0	0	0	0	45	
12H00	12H15	17	32	1	0	2	0	2	0	0	0	0	54	197
12H15	12H30	20	19	0	1	2	0	2	0	0	0	0	44	
12H30	12H45	21	26	1	1	1	0	2	1	0	0	0	53	
12H45	13H00	18	22	1	0	1	0	4	0	0	0	0	46	
13H00	13H15	17	22	3	2	2	0	0	1	0	0	0	47	

13H15	13H30	12	22	2	1	2	0	0	2	0	0	0	41		
13H30	13H45	16	31	0	0	1	0	0	0	0	0	0	48		
13H45	14H00	21	18	1	0	1	0	3	1	0	0	0	45		
14H00	14H15	31	29	2	0	3	0	1	0	0	0	0	66	225	
14H15	14H30	30	27	1	1	4	0	1	0	0	0	0	64		
14H30	14H45	21	19	2	0	1	0	2	0	0	0	0	45		
14H45	15H00	22	19	1	2	2	0	4	0	0	0	0	50		
15H00	15H15	19	28	2	0	0	0	2	1	0	0	0	52	206	
15H15	15H30	25	23	1	1	2	0	4	2	0	0	0	58		
15H30	15H45	15	23	4	1	2	0	2	2	0	0	0	49		
15H45	16H00	14	25	1	1	1	0	5	0	0	0	0	47		
16H00	16H15	16	22	1	0	2	0	2	2	0	0	0	45	205	
16H15	16H30	19	14	3	3	1	0	1	2	0	0	0	43		
16H30	16H45	20	26	4	0	3	0	4	2	0	0	0	59		
16H45	17H00	23	25	4	1	2	0	2	1	0	0	0	58		
17H00	17H15	33	36	2	1	1	0	4	2	0	0	0	79	300	
17H15	17H30	30	36	2	0	2	0	3	3	0	0	0	76		
17H30	17H45	36	39	0	0	2	0	1	0	0	0	0	78		
17H45	18H00	31	33	0	0	1	0	2	0	0	0	0	67		
18H00	18H15	31	37	1	2	3	0	3	1	0	0	0	78	301	
18H15	18H30	38	39	4	4	1	0	3	3	0	0	0	92		
18H30	18H45	35	33	0	2	1	0	2	1	0	0	0	74		
18H45	19H00	25	25	0	0	3	0	3	1	0	0	0	57		
													TOTAL	2760	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ ESTACIÓN N° _____ UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente SENTIDO: Ambos sentidos HOJA N° _____
FECHA: 18 de Octubre del 2018 DÍA: Jueves ESTADO DEL TIEMPO: Nublado RESPONSABLE: Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	22	26	4	2	2	0	2	1	0	0	0	59	238
07H15	07H30	21	26	0	2	3	0	1	1	0	0	0	54	
07H30	07H45	26	28	0	0	2	0	3	1	0	0	0	60	
07H45	08H00	28	31	0	2	2	0	2	0	0	0	0	65	
08H00	08H15	29	27	0	0	2	0	3	0	0	0	0	61	254
08H15	08H30	29	31	0	0	2	0	0	1	0	0	0	63	
08H30	08H45	31	32	1	1	1	0	0	0	0	0	0	66	
08H45	09H00	29	29	1	0	2	0	1	2	0	0	0	64	
09H00	09H15	27	30	0	2	2	0	2	2	0	0	0	65	236
09H15	09H30	27	25	0	1	1	0	2	0	0	0	0	56	
09H30	09H45	25	26	0	2	3	0	4	1	0	0	0	61	
09H45	10H00	22	25	3	0	2	0	1	1	0	0	0	54	
10H00	10H15	30	21	0	0	1	0	2	0	0	0	0	54	275
10H15	10H30	29	30	1	2	1	0	1	2	0	0	0	66	
10H30	10H45	27	36	2	0	1	0	2	3	0	0	0	71	
10H45	11H00	35	42	1	0	2	0	3	1	0	0	0	84	
11H00	11H15	36	32	0	0	2	0	1	2	0	0	0	73	286
11H15	11H30	27	31	0	0	2	0	3	2	0	0	0	65	
11H30	11H45	34	36	0	1	2	0	1	1	0	0	0	75	
11H45	12H00	32	33	0	1	3	0	4	0	0	0	0	73	
12H00	12H15	27	35	0	1	1	0	1	1	0	0	0	66	271
12H15	12H30	33	26	3	3	0	0	3	3	0	0	0	71	
12H30	12H45	29	31	0	0	2	0	4	0	0	0	0	66	

12H45	13H00	30	31	0	0	2	0	3	2	0	0	0	68	277			
13H00	13H15	28	31	0	0	1	0	2	1	0	0	0	63		277		
13H15	13H30	25	35	1	0	1	0	2	4	1	0	0	69			277	
13H30	13H45	25	36	3	0	3	0	2	0	0	0	0	69				277
13H45	14H00	24	41	2	1	1	0	4	3	0	0	0	76				
14H00	14H15	24	29	0	2	3	0	2	4	0	0	0	64	292			
14H15	14H30	34	36	1	0	2	0	3	2	0	0	0	78		292		
14H30	14H45	34	29	0	2	1	0	1	2	0	0	0	69			292	
14H45	15H00	32	41	0	0	3	0	3	2	0	0	0	81				292
15H00	15H15	39	40	0	0	2	0	4	0	0	0	0	85				
15H15	15H30	39	44	0	0	2	0	3	0	0	0	0	88	331			
15H30	15H45	38	33	0	0	2	0	2	5	0	0	0	80		331		
15H45	16H00	33	39	0	0	3	0	3	0	0	0	0	78			331	
16H00	16H15	34	35	0	0	0	0	3	1	0	0	0	73				315
16H15	16H30	34	37	0	1	2	0	0	3	0	0	0	77				
16H30	16H45	40	40	1	0	2	0	3	1	0	0	0	87	315			
16H45	17H00	36	34	0	0	2	0	3	3	0	0	0	78		315		
17H00	17H15	35	38	0	0	1	0	3	0	0	0	0	77			336	
17H15	17H30	32	39	1	2	3	0	3	1	0	0	0	81				336
17H30	17H45	38	34	4	1	1	0	4	2	0	0	0	84				
17H45	18H00	37	49	0	0	2	0	1	4	1	0	0	94	336			
18H00	18H15	42	44	0	1	3	0	2	0	0	0	0	92		363		
18H15	18H30	35	42	0	0	2	0	4	3	0	0	0	86			363	
18H30	18H45	42	53	0	0	2	0	2	1	0	0	0	100				363
18H45	19H00	37	38	2	3	2	0	1	2	0	0	0	85				
													TOTAL	3474			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ ESTACIÓN N° _____ UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente SENTIDO: Ambos sentidos HOJA N° _____
 FECHA: 19 de Octubre del 2018 DÍA: Viernes ESTADO DEL TIEMPO: Soleado RESPONSABLE: Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	20	39	4	4	2	0	2	2	0	0	0	73	232
07H15	07H30	13	28	0	2	2	0	0	0	0	0	0	45	
07H30	07H45	22	30	0	2	2	0	2	0	0	0	0	58	
07H45	08H00	22	30	0	0	2	0	2	0	0	0	0	56	
08H00	08H15	14	19	0	0	2	0	4	2	0	0	0	41	194
08H15	08H30	14	28	0	0	0	0	6	2	0	0	0	50	
08H30	08H45	26	28	0	0	2	0	1	4	0	0	0	61	
08H45	09H00	18	20	0	0	2	0	0	2	0	0	0	42	
09H00	09H15	17	23	0	2	2	0	2	6	0	0	0	52	200
09H15	09H30	24	23	1	0	2	0	1	4	0	0	0	55	
09H30	09H45	17	22	2	0	2	0	0	5	0	0	0	48	
09H45	10H00	13	24	0	2	2	0	2	2	0	0	0	45	
10H00	10H15	14	24	0	0	2	0	2	6	0	0	0	48	185
10H15	10H30	17	19	0	0	2	0	6	0	0	0	0	44	
10H30	10H45	20	27	0	0	0	0	0	2	0	0	0	49	
10H45	11H00	21	16	0	0	2	0	2	3	0	0	0	44	
11H00	11H15	19	22	0	0	2	0	2	4	0	0	0	49	195
11H15	11H30	26	26	0	0	2	0	0	2	0	0	0	56	
11H30	11H45	16	24	0	0	0	0	2	4	0	0	0	46	
11H45	12H00	17	25	0	0	2	0	0	0	0	0	0	44	
12H00	12H15	19	34	0	0	2	0	0	0	0	0	0	55	217
12H15	12H30	19	26	0	2	0	0	0	2	0	0	0	49	
12H30	12H45	21	24	4	0	2	0	0	0	0	0	0	51	

12H45	13H00	24	29	2	3	0	0	2	2	0	0	0	62	228			
13H00	13H15	29	28	2	4	2	0	2	2	0	0	0	69		228		
13H15	13H30	16	28	0	1	1	0	2	2	0	0	0	50			228	
13H30	13H45	22	27	0	0	2	0	2	0	0	0	0	53				228
13H45	14H00	20	22	2	4	2	0	6	0	0	0	0	56				
14H00	14H15	15	23	2	1	1	0	2	2	0	0	0	46	250			
14H15	14H30	23	33	0	2	2	0	4	2	0	0	0	66		250		
14H30	14H45	27	27	0	2	2	0	2	12	0	0	0	72			250	
14H45	15H00	34	30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	66				250
15H00	15H15	20	24	2	2	2	0	0	0	0	0	0	50				
15H15	15H30	23	27	0	1	2	0	2	2	0	0	0	57	224			
15H30	15H45	21	37	0	0	2	0	2	2	0	0	0	64		224		
15H45	16H00	21	25	0	2	2	0	2	1	0	0	0	53			224	
16H00	16H15	18	22	2	2	2	0	0	2	0	0	0	48	209			
16H15	16H30	21	32	0	1	2	0	2	0	0	0	0	58		209		
16H30	16H45	16	20	0	0	2	0	2	0	0	0	0	40			209	
16H45	17H00	26	35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	63				209
17H00	17H15	28	30	2	1	1	0	0	0	0	0	0	62				
17H15	17H30	20	34	0	0	2	0	4	0	0	0	0	60	229			
17H30	17H45	25	23	0	0	2	0	2	2	0	0	0	54		229		
17H45	18H00	20	27	0	0	2	0	4	0	0	0	0	53			229	
18H00	18H15	22	24	2	0	2	0	0	0	0	0	0	50	192			
18H15	18H30	20	24	0	0	2	0	0	0	0	0	0	46		192		
18H30	18H45	20	20	0	0	2	0	4	0	0	0	0	46			192	
18H45	19H00	20	22	0	0	2	0	4	2	0	0	0	50				192
													TOTAL	2555			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ **ESTACIÓN N°** _____ **UBICACIÓN:** Iglesia- San Vicente **SENTIDO:** Ambos sentidos **HOJA N°** _____
FECHA: 20 de Octubre **DÍA:** Sábado **ESTADO DEL TIEMPO:** Nublado **RESPONSABLE:** Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	21	22	0	0	1	0	1	2	0	0	0	47	275
07H15	07H30	22	24	1	1	2	0	2	4	0	0	0	56	
07H30	07H45	31	33	1	2	2	0	6	3	0	0	0	78	
07H45	08H00	40	42	2	4	2	0	2	2	0	0	0	94	
08H00	08H15	27	37	0	1	1	0	2	0	0	0	0	68	335
08H15	08H30	31	43	1	0	2	0	0	4	0	0	0	81	
08H30	08H45	40	47	0	3	2	0	3	0	0	0	0	95	
08H45	09H00	37	46	2	0	1	0	0	5	0	0	0	91	
09H00	09H15	30	38	0	1	2	0	6	3	0	0	0	80	327
09H15	09H30	36	36	0	0	0	0	5	3	0	0	0	80	
09H30	09H45	30	51	0	1	2	0	3	3	0	0	0	90	
09H45	10H00	27	42	2	0	2	0	2	2	0	0	0	77	
10H00	10H15	36	49	0	2	2	0	3	0	1	0	0	93	342
10H15	10H30	31	46	1	1	1	0	1	3	0	0	1	85	
10H30	10H45	34	35	1	0	2	0	2	2	0	0	0	76	
10H45	11H00	38	43	0	1	2	0	2	2	0	0	0	88	
11H00	11H15	36	50	1	1	1	0	3	4	0	0	1	97	378
11H15	11H30	43	38	0	3	2	0	5	0	0	0	0	91	
11H30	11H45	46	50	0	1	2	0	5	5	0	0	0	109	
11H45	12H00	31	42	0	1	2	0	5	0	0	0	0	81	
12H00	12H15	29	37	2	3	2	0	3	2	0	0	0	78	312
12H15	12H30	28	38	1	2	2	0	2	1	0	0	0	74	
12H30	12H45	34	32	1	3	2	0	6	1	0	0	1	80	

12H45	13H00	27	39	1	1	2	0	6	3	1	0	0	80	307		
13H00	13H15	27	34	0	4	1	0	3	2	0	0	0	71		307	
13H15	13H30	26	40	0	1	3	0	1	4	0	0	0	75			307
13H30	13H45	34	33	1	0	2	0	3	0	0	0	0	73			
13H45	14H00	39	37	0	2	1	0	5	4	0	0	0	88	297		
14H00	14H15	25	38	0	3	1	0	2	2	0	0	0	71		297	
14H15	14H30	31	38	1	0	1	0	4	0	0	0	0	75			297
14H30	14H45	27	29	1	3	2	0	2	3	0	0	0	67			
14H45	15H00	36	36	2	0	2	0	4	4	0	0	0	84	349		
15H00	15H15	39	41	0	1	3	0	4	0	0	0	0	88		349	
15H15	15H30	42	38	2	2	1	0	3	3	0	0	0	91			349
15H30	15H45	40	34	0	2	1	0	2	3	0	0	0	82			
15H45	16H00	42	36	0	0	2	0	6	2	0	0	0	88	314		
16H00	16H15	33	23	1	1	1	0	3	1	0	0	0	63		314	
16H15	16H30	38	37	0	2	2	0	2	3	0	0	0	84			314
16H30	16H45	38	30	3	0	2	0	2	2	0	0	0	77			
16H45	17H00	41	37	0	3	2	0	2	5	0	0	0	90	367		
17H00	17H15	40	45	0	0	3	0	3	1	0	0	0	92		367	
17H15	17H30	42	49	1	3	1	0	5	3	0	0	0	104			367
17H30	17H45	42	38	1	0	1	0	2	3	0	0	0	87			
17H45	18H00	42	36	0	0	2	0	2	2	0	0	0	84	327		
18H00	18H15	38	30	1	1	2	0	3	2	0	0	0	77		327	
18H15	18H30	36	29	1	2	1	0	6	2	0	0	0	77			327
18H30	18H45	31	44	2	2	3	0	5	5	0	0	0	92			
18H45	19H00	43	31	0	2	2	0	2	1	0	0	0	81	327		
TOTAL													3930			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ **ESTACIÓN N°** _____ **UBICACIÓN:** Iglesia- San Vicente **SENTIDO:** Ambos sentidos **HOJA N°** _____
FECHA: 21 de Octubre **DÍA:** Domingo **ESTADO DEL TIEMPO:** Nublado **RESPONSABLE:** Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUBTOTAL	TOTAL
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES			
								LIVIANOS	PESADOS					
07H00	07H15	30	25	2	2	2	0	2	0	0	0	0	63	247
07H15	07H30	27	26	1	1	2	0	0	0	0	0	0	57	
07H30	07H45	28	30	1	1	2	0	0	0	0	0	0	62	
07H45	08H00	29	32	0	1	2	0	1	0	0	0	0	65	
08H00	08H15	19	30	1	1	2	0	3	0	0	0	0	56	242
08H15	08H30	25	30	0	0	2	0	2	0	0	0	0	59	
08H30	08H45	23	34	0	2	4	0	1	3	0	0	0	67	
08H45	09H00	21	32	1	0	2	0	3	1	0	0	0	60	
09H00	09H15	20	37	0	1	2	0	4	0	0	0	0	64	256
09H15	09H30	15	33	0	0	3	0	2	2	0	0	0	55	
09H30	09H45	18	36	2	1	2	0	3	2	0	0	0	64	
09H45	10H00	34	32	1	1	3	0	1	1	0	0	0	73	
10H00	10H15	26	38	1	1	2	0	2	2	1	0	0	73	285
10H15	10H30	26	26	0	0	2	0	2	0	0	0	0	56	
10H30	10H45	26	36	0	2	2	0	8	2	0	0	0	76	
10H45	11H00	29	41	1	1	2	0	5	1	0	0	0	80	
11H00	11H15	28	38	1	0	2	0	0	1	0	0	0	70	287
11H15	11H30	24	34	1	2	1	0	0	2	0	0	0	64	
11H30	11H45	42	53	1	0	2	0	3	1	0	0	0	102	
11H45	12H00	22	24	0	0	3	0	1	1	0	0	0	51	
12H00	12H15	30	48	0	0	2	0	3	0	0	0	0	83	320
12H15	12H30	43	32	5	0	3	0	2	1	0	0	0	86	
12H30	12H45	37	36	0	1	2	0	1	1	0	0	0	78	

12H45	13H00	34	30	4	0	3	0	1	1	0	0	0	73	279	
13H00	13H15	25	25	2	1	2	0	3	1	0	0	0	59		
13H15	13H30	27	29	7	0	2	0	3	1	0	0	0	69		
13H30	13H45	32	25	3	0	3	0	1	1	0	0	0	65		
13H45	14H00	48	31	1	2	2	0	2	0	0	0	0	86		
14H00	14H15	37	30	0	1	3	0	2	0	0	0	0	73	282	
14H15	14H30	34	34	6	0	2	0	2	0	0	0	0	78		
14H30	14H45	32	30	0	0	3	0	2	0	0	0	0	67		
14H45	15H00	35	25	1	0	2	0	1	0	0	0	0	64		
15H00	15H15	38	27	0	0	1	0	1	2	0	0	0	69		
15H15	15H30	39	35	0	2	2	0	0	1	0	0	0	79	298	
15H30	15H45	30	27	1	2	2	0	4	1	0	0	0	67		
15H45	16H00	35	39	1	1	2	0	4	1	0	0	0	83		
16H00	16H15	31	33	1	1	2	0	1	1	0	0	0	70		
16H15	16H30	27	31	2	0	2	0	1	0	0	0	0	63		
16H30	16H45	28	26	0	1	2	0	2	0	0	0	0	59	245	
16H45	17H00	24	25	1	0	2	0	1	0	0	0	0	53		
17H00	17H15	28	27	0	0	2	0	1	2	0	0	0	60		
17H15	17H30	26	26	1	0	3	0	2	1	0	0	0	59		
17H30	17H45	29	27	1	1	3	0	1	0	0	0	0	62		
17H45	18H00	27	27	1	0	2	0	0	0	0	0	0	57	238	
18H00	18H15	29	26	0	0	1	0	2	0	0	0	0	58		
18H15	18H30	26	29	2	0	1	0	2	1	0	0	0	61		
18H30	18H45	25	22	0	0	2	0	2	0	0	0	0	51		
18H45	19H00	28	19	1	0	1	0	3	1	0	0	0	53		
													TOTAL	3202	

Resumen de conteo de tráfico volumétrico por hora

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO													
PROYECTO: _____		ESTACIÓN N° _____			UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente			SENTIDO: Ambos sentidos			HOJA N° _____		
FECHA: _____		DÍA: LUNES			ESTADO DEL TIEMPO: Soleado			RESPONSABLE: Jessica Chuqui					
HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUMATORIA
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES		
								LIVIANOS	PESADOS				
7H00	8H00	129	138	4	6	8	0	10	7	0	0	0	302
8H00	9H00	99	138	3	2	8	0	9	9	0	0	0	268
9H00	10H00	94	127	3	3	6	0	11	7	0	0	3	254
10H00	11H00	84	150	4	4	6	0	14	13	0	0	1	276
11H00	12H00	96	140	3	2	7	0	8	6	0	0	0	262
12H00	13H00	92	161	7	2	7	0	6	11	1	0	0	287
13H00	14H00	118	165	1	4	7	0	10	11	1	0	0	317
14H00	15H00	115	152	2	4	7	0	8	20	0	0	0	308
15H00	16H00	87	152	3	4	5	0	9	11	0	0	1	272
16H00	17H00	117	160	6	6	7	0	17	14	0	0	0	327
17H00	18H00	92	142	3	3	5	0	6	5	0	0	0	256
18H00	19H00	98	168	0	0	6	0	11	4	0	0	0	287
SUMATORIA		1221	1793	39	40	79	0	119	118	2	0	5	3416

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ ESTACIÓN N° _____ UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente SENTIDO: Ambos sentidos HOJA N° _____
 FECHA: _____ DÍA: Martes ESTADO DEL TIEMPO: Nublado RESPONSABLE: Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUMATORIA
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES		
								LIVIANOS	PESADOS				
7H00	8H00	139	181	9	8	7	0	11	5	0	0	1	361
8H00	9H00	110	183	6	8	8	0	27	9	0	0	1	352
9H00	10H00	114	191	6	8	6	0	24	13	0	0	1	363
10H00	11H00	111	190	4	1	8	0	16	10	0	0	0	340
11H00	12H00	128	156	4	8	4	0	12	18	0	0	0	330
12H00	13H00	131	179	4	4	7	0	12	17	0	0	2	356
13H00	14H00	134	178	5	9	6	0	11	13	0	0	0	356
14H00	15H00	130	176	6	6	3	0	9	15	0	0	0	345
15H00	16H00	160	182	6	3	8	0	16	13	0	0	1	371
16H00	17H00	138	164	3	9	7	0	11	13	0	0	0	345
17H00	18H00	155	191	3	8	7	0	12	10	0	0	0	370
18H00	19H00	118	145	5	6	5	0	9	5	0	0	0	293
SUMATORIA		1568	2082	61	78	76	0	170	141	0	0	6	4182

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ ESTACIÓN N° _____ UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente SENTIDO: Ambos sentidos HOJA N° _____
 FECHA: _____ DÍA: Miércoles ESTADO DEL TIEMPO: Nublado RESPONSABLE: Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUMATORIA
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES		
								LIVIANOS	PESADOS				
7H00	8H00	79	121	3	0	7	0	8	4	0	0	0	222
8H00	9H00	65	130	9	1	6	0	10	10	0	0	0	231
9H00	10H00	77	130	8	0	6	0	13	6	0	0	0	240
10H00	11H00	69	141	6	1	6	0	5	7	0	0	0	235
11H00	12H00	79	98	10	5	6	0	18	1	0	0	0	217
12H00	13H00	76	99	3	2	6	0	10	1	0	0	0	197
13H00	14H00	66	93	6	3	6	0	3	4	0	0	0	181
14H00	15H00	104	94	6	3	10	0	8	0	0	0	0	225
15H00	16H00	73	99	8	3	5	0	13	5	0	0	0	206
16H00	17H00	78	87	12	4	8	0	9	7	0	0	0	205
17H00	18H00	130	144	4	1	6	0	10	5	0	0	0	300
18H00	19H00	129	134	5	8	8	0	11	6	0	0	0	301
SUMATORIA		1025	1370	80	31	80	0	118	56	0	0	0	2760

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ ESTACIÓN N° _____ UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente SENTIDO: Ambos sentidos HOJA N° _____
 FECHA: _____ DÍA: Jueves ESTADO DEL TIEMPO: Nublado RESPONSABLE: Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUMATORIA
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES		
								LIVIANOS	PESADOS				
7H00	8H00	97	111	4	6	9	0	8	3	0	0	0	238
8H00	9H00	118	119	2	1	7	0	4	3	0	0	0	254
9H00	10H00	101	106	3	5	8	0	9	4	0	0	0	236
10H00	11H00	121	129	4	2	5	0	8	6	0	0	0	275
11H00	12H00	129	132	0	2	9	0	9	5	0	0	0	286
12H00	13H00	119	123	3	4	5	0	11	6	0	0	0	271
13H00	14H00	102	143	6	1	6	0	10	8	1	0	0	277
14H00	15H00	124	135	1	4	9	0	9	10	0	0	0	292
15H00	16H00	149	156	0	0	9	0	12	5	0	0	0	331
16H00	17H00	144	146	1	1	6	0	9	8	0	0	0	315
17H00	18H00	142	160	5	3	7	0	11	7	1	0	0	336
18H00	19H00	156	177	2	4	9	0	9	6	0	0	0	363
SUMATORIA		1502	1637	31	33	89	0	109	71	2	0	0	3474

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ ESTACIÓN N° _____ UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente SENTIDO: Ambos sentidos HOJA N° _____
 FECHA: _____ DÍA: Viernes ESTADO DEL TIEMPO: Nublado RESPONSABLE: Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUMATORIA
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES		
								LIVIANOS	PESADOS				
7H00	8H00	77	127	4	8	8	0	6	2	0	0	0	232
8H00	9H00	72	95	0	0	6	0	11	10	0	0	0	194
9H00	10H00	71	92	3	4	8	0	5	17	0	0	0	200
10H00	11H00	72	86	0	0	6	0	10	11	0	0	0	185
11H00	12H00	78	97	0	0	6	0	4	10	0	0	0	195
12H00	13H00	83	113	6	5	4	0	2	4	0	0	0	217
13H00	14H00	87	105	4	9	7	0	12	4	0	0	0	228
14H00	15H00	99	113	2	5	7	0	8	16	0	0	0	250
15H00	16H00	85	113	2	5	8	0	6	5	0	0	0	224
16H00	17H00	81	109	2	3	8	0	4	2	0	0	0	209
17H00	18H00	93	114	2	1	7	0	10	2	0	0	0	229
18H00	19H00	82	90	2	0	8	0	8	2	0	0	0	192
SUMATORIA		980	1254	27	40	83	0	86	85	0	0	0	2555

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ ESTACIÓN N° _____ UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente SENTIDO: Ambos sentidos HOJA N° _____
FECHA: _____ DÍA: Sábado ESTADO DEL TIEMPO: Nublado RESPONSABLE: Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUMATORIA
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES		
								LIVIANOS	PESADOS				
7H00	8H00	114	121	4	7	7	0	11	11	0	0	0	275
8H00	9H00	135	173	3	4	6	0	5	9	0	0	0	335
9H00	10H00	123	167	2	2	6	0	16	11	0	0	0	327
10H00	11H00	139	173	2	4	7	0	8	7	1	0	1	342
11H00	12H00	156	180	1	6	7	0	18	9	0	0	1	378
12H00	13H00	118	146	5	9	8	0	17	7	1	0	1	312
13H00	14H00	126	144	1	7	7	0	12	10	0	0	0	307
14H00	15H00	119	141	4	6	6	0	12	9	0	0	0	297
15H00	16H00	163	149	2	5	7	0	15	8	0	0	0	349
16H00	17H00	150	127	4	6	7	0	9	11	0	0	0	314
17H00	18H00	166	168	2	3	7	0	12	9	0	0	0	367
18H00	19H00	148	134	4	7	8	0	16	10	0	0	0	327
SUMATORIA		1657	1823	34	66	83	0	151	111	2	0	3	3930

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: _____ ESTACIÓN N° _____ UBICACIÓN: Iglesia- San Vicente SENTIDO: Ambos sentidos HOJA N° _____
FECHA: _____ DÍA: Domingo ESTADO DEL TIEMPO: _____ RESPONSABLE: Jessica Chuqui

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS N° EJES	SUMATORIA
		AUTOMÓVIL	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES		TRES EJES	> TRES EJES		
								LIVIANOS	PESADOS				
7H00	8H00	114	113	4	5	8	0	3	0	0	0	0	247
8H00	9H00	88	126	2	3	10	0	9	4	0	0	0	242
9H00	10H00	87	138	3	3	10	0	10	5	0	0	0	256
10H00	11H00	107	141	2	4	8	0	17	5	1	0	0	285
11H00	12H00	116	149	3	2	8	0	4	5	0	0	0	287
12H00	13H00	144	146	9	1	10	0	7	3	0	0	0	320
13H00	14H00	132	110	13	3	9	0	9	3	0	0	0	279
14H00	15H00	138	119	7	1	10	0	7	0	0	0	0	282
15H00	16H00	142	128	2	5	7	0	9	5	0	0	0	298
16H00	17H00	110	115	4	2	8	0	5	1	0	0	0	245
17H00	18H00	110	107	3	1	10	0	4	3	0	0	0	238
18H00	19H00	108	96	3	0	5	0	9	2	0	0	0	223
SUMATORIA		1396	1488	55	30	103	0	93	36	1	0	0	3202

Anexo 4: Composición vehicular

HORA		AMBOS SENTIDOS			
		LUNES			
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	OTROS
7H00	8H00	271	14	17	0
8H00	9H00	240	10	18	0
9H00	10H00	224	9	18	3
10H00	11H00	238	10	27	1
11H00	12H00	239	9	14	0
12H00	13H00	260	9	18	0
13H00	14H00	284	11	22	0
14H00	15H00	269	11	28	0
15H00	16H00	242	9	20	1
16H00	17H00	283	13	31	0
17H00	18H00	237	8	11	0
18H00	19H00	266	6	15	0
SUMATORIA		3053	119	239	5

HORA		AMBOS SENTIDOS			
		MARTES			
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	OTROS
7H00	8H00	329	15	16	1
8H00	9H00	299	16	36	1
9H00	10H00	311	14	37	1
10H00	11H00	305	9	26	0
11H00	12H00	288	12	30	0
12H00	13H00	314	11	29	2
13H00	14H00	317	15	24	0
14H00	15H00	312	9	24	0
15H00	16H00	330	11	29	1
16H00	17H00	305	16	24	0
17H00	18H00	333	15	22	0
18H00	19H00	268	11	14	0
SUMATORIA		3711	154	311	6

HORA		AMBOS SENTIDOS			
		MIÉRCOLES			
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	OTROS
7H00	8H00	203	7	12	0
8H00	9H00	204	7	20	0
9H00	10H00	215	6	19	0
10H00	11H00	216	7	12	0
11H00	12H00	187	11	19	0
12H00	13H00	178	8	11	0
13H00	14H00	165	9	7	0
14H00	15H00	204	13	8	0
15H00	16H00	180	8	18	0
16H00	17H00	177	12	16	0
17H00	18H00	278	7	15	0
18H00	19H00	268	16	17	0
SUMATORIA		2475	111	174	0



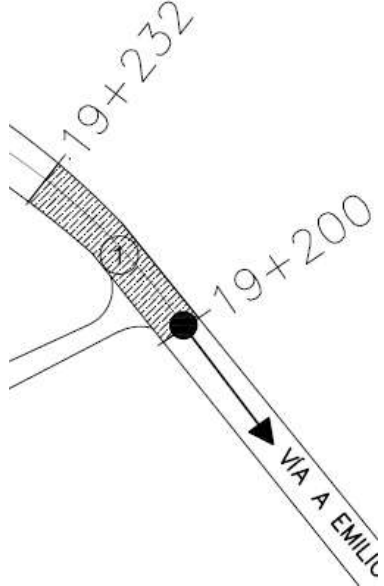
HORA		AMBOS SENTIDOS			
		JUEVES			
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	OTROS
7H00	8H00	212	15	11	0
8H00	9H00	239	8	7	0
9H00	10H00	210	13	13	0
10H00	11H00	254	7	14	0
11H00	12H00	261	11	14	0
12H00	13H00	245	9	17	0
13H00	14H00	251	7	19	0
14H00	15H00	260	13	19	0
15H00	16H00	305	9	17	0
16H00	17H00	291	7	17	0
17H00	18H00	307	10	19	0
18H00	19H00	335	13	15	0
SUMATORIA		3170	122	182	0

HORA		AMBOS SENTIDOS			
		VIERNES			
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	OTROS
7H00	8H00	208	16	8	0
8H00	9H00	167	6	21	0
9H00	10H00	166	12	22	0
10H00	11H00	158	6	21	0
11H00	12H00	175	6	14	0
12H00	13H00	202	9	6	0
13H00	14H00	196	16	16	0
14H00	15H00	214	12	24	0
15H00	16H00	200	13	11	0
16H00	17H00	192	11	6	0
17H00	18H00	209	8	12	0
18H00	19H00	174	8	10	0
SUMATORIA		2261	123	171	0

HORA		AMBOS SENTIDOS			
		SÁBADO			
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	OTROS
7H00	8H00	239	14	22	0
8H00	9H00	311	10	14	0
9H00	10H00	292	8	27	0
10H00	11H00	314	11	16	1
11H00	12H00	337	13	27	1
12H00	13H00	269	17	25	1
13H00	14H00	271	14	22	0
14H00	15H00	264	12	21	0
15H00	16H00	314	12	23	0
16H00	17H00	281	13	20	0
17H00	18H00	336	10	21	0
18H00	19H00	286	15	26	0
SUMATORIA		3514	149	264	3

HORA		AMBOS SENTIDOS			
		DOMINGO			
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	OTROS
7H00	8H00	231	13	3	0
8H00	9H00	216	13	13	0
9H00	10H00	228	13	15	0
10H00	11H00	250	12	23	0
11H00	12H00	268	10	9	0
12H00	13H00	299	11	10	0
13H00	14H00	255	12	12	0
14H00	15H00	264	11	7	0
15H00	16H00	272	12	14	0
16H00	17H00	229	10	6	0
17H00	18H00	220	11	7	0
18H00	19H00	207	5	11	0
SUMATORIA		2939	133	130	0

Anexo 5: Evaluación superficial

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																								
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																								
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																								
	Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)																								
Nombre de la vía:	Patate-Píllaro					Esquema: 																			
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba																								
Fecha:	27 – Noviembre - 2018																								
Tramo:	6	Sección:	1																						
Área de la muestra (m2):	236,8	Unidad de muestra:	1																						
Abscisa inicial:	km 19+200	Abscisa final:	km 19+232																						
TIPOS DE FALLAS																									
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. Piel de cocodrilo (m2)</td> <td>11. Parcheo</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación (m2)</td> <td>12. Pulimiento de agregado</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque (m2)</td> <td>13. Huecos o baches</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamientos y hundimientos (m2)</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>15. Ahuellamiento</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión</td> <td>16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>7. Grietas de borde</td> <td>17. Grietas parabólicas</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel carril/berma</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>10. Grieta longitudinal y transversal</td> <td></td> </tr> </table>						1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo	2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado	3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches	4. Abultamientos y hundimientos (m2)	14. Cruce de vía férrea	5. Corrugación	15. Ahuellamiento	6. Depresión	16. Desplazamiento	7. Grietas de borde	17. Grietas parabólicas	8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento	9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados	10. Grieta longitudinal y transversal	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo																								
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado																								
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches																								
4. Abultamientos y hundimientos (m2)	14. Cruce de vía férrea																								
5. Corrugación	15. Ahuellamiento																								
6. Depresión	16. Desplazamiento																								
7. Grietas de borde	17. Grietas parabólicas																								
8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento																								
9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados																								
10. Grieta longitudinal y transversal																									
FALLAS EXISTENTES																									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido																	
11	M	0,50				0,50	0,21%	4,00																	
1	A	7,14	7,65	4,90		33,29	14,06%	66,00																	
1	M	0,56	1,60			2,16	0,91%	20,00																	
Número de deducidos > 2(q):					3	Total VD:	90,00																		
Valor deducido más alto (HDVi):					66,00																				
Número admisible de deducidos (mi):					4,12																				
CÁLCULO DEL PCI																									
#	Valores deducidos					Total	q	CVD																	
1	66,00	20,00	4,00			90,00	3	57,9																	
2	66,00	20,00	2,00			88,00	2	63,9																	
3	66,00	2,00	2,00			70,00	1	70																	
							Máx. CDV:	70																	
PCI=100 - Máx. CDV PCI=30 MALO																									



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro			ESQUEMA:
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba			
Fecha:	27 – Noviembre - 2018			
Tramo:	6	Sección:	2	
Área de la muestra (m2):	287,04	Unidad de muestra:	9	
Abscisa inicial:	km 19+456	Abscisa final:	km 19+488	
TIPOS DE FALLAS				
1. Piel de cocodrilo 2. Exudación 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamientos y hundimientos 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grietas de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grieta longitudinal y transversal 11. Parcheo 12. Pulimiento de agregado 13. Huecos o baches 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grietas parabólicas 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados				

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
6	M	0,91				0,91	0,32%	9,00
11	M	0,50				0,50	0,18%	4,00
Número de deducidos > 2(q):						2	Total VD:	13,00
Valor deducido más alto (HDVi):						9,00		
Número admisible de deducidos (mi):						9,36		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos				Total	q	CVD
1	9,00	4,00			13,00	2	9
2	9,00	2,00			11,00	1	11
						Máx. CDV:	11

PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 89 EXCELENTE

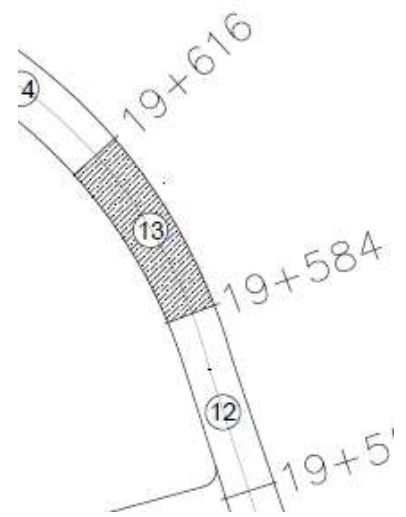


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	2
Área de la muestra (m2):	288,00	Unidad de muestra:	13
Abscisa inicial:	km 19+584	Abscisa final	km 19+616

ESQUEMA:



TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo	11. Parcheo		
2. Exudación	12. Pulimiento de agregado		
3. Agrietamiento en bloque	13. Huecos o baches		
4. Abultamientos y hundimientos	14. Cruce de vía férrea		
5. Corrugación	15. Ahuellamiento		
6. Depresión	16. Desplazamiento		
7. Grietas de borde	17. Grietas parabólicas		
8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento		
9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados		
10. Grieta longitudinal y transversal			

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
1	B	0,72				0,72	0,25%	4,00
11	M	0,50				0,50	0,17%	4,00
Número de deducidos > 2(q):				2		Total VD:	8,00	
Valor deducido más alto (HDVi):				4,00				
Número admisible de deducidos (mi):				9,82				

CÁLCULO DEL PCI

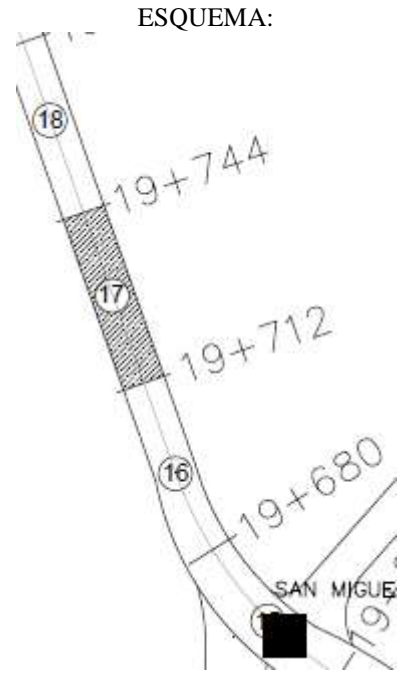
#	Valores deducidos				Total	q	CVD
1	4,00	4,00			8,00	2	4
2	4,00	2,00			6,00	1	6,2
						Máx. CDV:	6,2

PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 93,8 EXCELENTE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



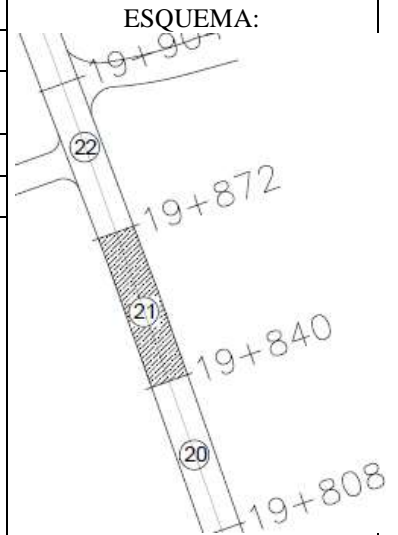
Nombre de la vía:		Patate-Píllaro				ESQUEMA: 			
Evaluado por:		Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba							
Fecha:		27 – Noviembre - 2018							
Tramo:		6	Sección:		2				
Área de la muestra (m2):		243,2	Unidad de muestra:		17				
Abscisa inicial:		km 19+712	Abscisa final		km 19+744				
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo 2. Exudación 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamientos y hundimientos 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grietas de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grieta longitudinal y transversal					11. Parcheo 12. Pulimiento de agregado 13. Huecos o baches 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grietas parabólicas 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados				
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido	
10	M	5,80	2,80	2,70		12,40	5,10%	11,00	
9	B	32,00				32,00	13,16%	5,00	
1	M	0,91				0,91	0,37%	13,20	
Número de deducidos > 2(q):					3	Total VD:		29,20	
Valor deducido más alto (HDVi):					13,20				
Número admisible de deducidos (mi):					8,97				
CÁLCULO DEL PCI									
#	Valores deducidos				Total	q	CVD		
1	13,20	11,00	5,00		29,20	3	17,3		
2	13,20	11,00	2,00		26,20	2	19,8		
3	13,20	2,00	2,00		17,20	1	26,7		
							Máx. CDV:		26,7
PCI=100 - Máx. CDV PCI= 73,3 MUY BUENO									



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	2
Área de la muestra (m2):	241,6	Unidad de muestra:	21
Abscisa inicial:	km 19+840	Abscisa final	km 19+872
TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo		11. Parcheo	
2. Exudación		12. Pulimiento de agregado	
3. Agrietamiento en bloque		13. Huecos o baches	
4. Abultamientos y hundimientos		14. Cruce de vía férrea	
5. Corrugación		15. Ahuellamiento	
6. Depresión		16. Desplazamiento	
7. Grietas de borde		17. Grietas parabólicas	
8. Grieta de reflexión de junta		18. Hinchamiento	
9. Desnivel carril/berma		19. Desprendimiento de agregados	
10. Grieta longitudinal y transversal			



FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
9	M	32,00					32,00	13,25%	9,75
10	M	1,70	1,60	1,60	1,50		8,10	3,35%	10,00
Número de deducidos > 2(q):							2	Total VD:	19,75
Valor deducido más alto (HDVi):							10,00		
Número admisible de deducidos (mi):							9,27		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	10,00	9,75				19,75	2	13,9
2	10,00	2,00				12,00	1	14,2
							Máx. CDV:	14,2

PCI=100 - Máx. CDV

PCI= 85,8 EXCELENTE



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



Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Nombre de la vía:		Patate-Píllaro				<p>ESQUEMA:</p>		
Evaluado por:		Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba						
Fecha:		27 – Noviembre - 2018						
Tramo:		6	Sección:		2			
Área de la muestra (m2):		284,8	Unidad de muestra:		25			
Abscisa inicial:		km 20+000	Abscisa final		km 20+032			
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo (m2)		11. Parcheo (m2)						
2. Exudación (m2)		12. Pulimiento de agregado (m2)						
3. Agrietamiento en bloque (m2)		13. Huecos o baches (u)						
4. Abultamientos y hundimientos (m)		14. Cruce de vía férrea (m2)						
5. Corrugación (m2)		15. Ahuellamiento (m2)						
6. Depresión (m2)		16. Desplazamiento (m2)						
7. Grietas de borde (m)		17. Grietas parabólicas (m2)						
8. Grieta de reflexión de junta (m)		18. Hinchamiento (m2)						
9. Desnivel carril/berma (m)		19. Desprendimiento de agregados (m2)						
10. Grieta longitudinal y transversal (m)								
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
9	M	32,00	32,00			64,00	22,47%	15,20
11	M	0,50				0,50	0,18%	4,00
10	M	6,80	1,70	2,60	1,60	14,20	4,99%	11,20
Número de deducidos > 2(q):						3	Total VD:	30,40
Valor deducido más alto (HDVi):						15,20		
Número admisible de deducidos (mi):						8,79		
CÁLCULO DEL PCI								
#	Valores deducidos				Total	q	CVD	
1	15,20	11,20	4,00		30,40	3	17,2	
2	15,20	11,20	2,00		28,40	2	21,1	
3	15,20	2,00	2,00		19,20	1	19,3	
						Máx. CDV:	21,1	
PCI=100 - Máx. CDV								
PCI= 78,9 MUY BUENO								

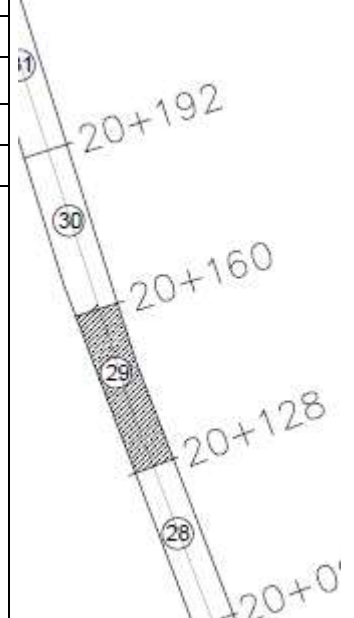


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	2
Área de la muestra (m2):	230,4	Unidad de muestra:	29
Abscisa inicial:	km 20+128	Abscisa final	km 20+160

ESQUEMA:



TIPOS DE FALLAS	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
3	B	1,80	2,09				5,09	2,21%	2,10
17	B	0,70	0,12	0,28			1,34	0,58%	1,30
10	M	1,40	1,65	1,65	2,70	7,50	16,70	7,25%	14,80
9	A	20,00					20,00	8,68%	12,1

Número de deducidos > 2(q):	3	Total VD:	30,30
Valor deducido más alto (HDVi):	14,80		
Número admisible de deducidos (mi):	8,82		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	14,80	12,10	2,10	1,30		31,60	3	18
2	14,80	12,10	2,00	1,30		31,50	2	23
3	14,80	2,00	2,00	1,30		21,40	1	21

Máx. CDV: 23

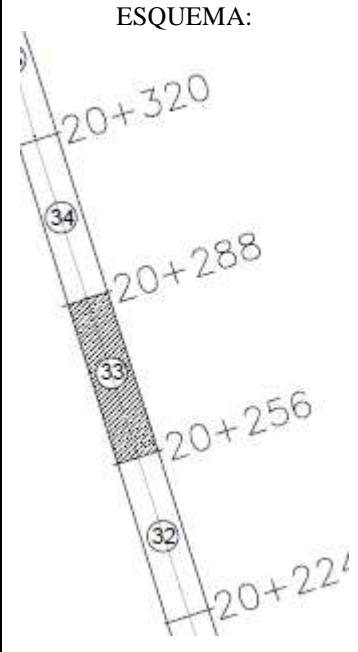
PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 77 MUY BUENO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	2
Área de la muestra (m2):	265,6	Unidad de muestra:	33
Abscisa inicial:	km 20+256	Abscisa final	km 20+288
TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo (m2)		11. Parcheo (m2)	
2. Exudación (m2)		12. Pulimiento de agregado (m2)	
3. Agrietamiento en bloque (m2)		13. Huecos o baches (u)	
4. Abultamientos y hundimientos (m)		14. Cruce de vía férrea (m2)	
5. Corrugación (m2)		15. Ahuellamiento (m2)	
6. Depresión (m2)		16. Desplazamiento (m2)	
7. Grietas de borde (m)		17. Grietas parabólicas (m2)	
8. Grieta de reflexión de junta (m)		18. Hinchamiento (m2)	
9. Desnivel carril/berma (m)		19. Desprendimiento de agregados (m2)	
10. Grieta longitudinal y transversal (m)			



FALLAS EXISTENTES										
Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido	
9	A	24,00					24,00	9,04%	12,30	
10	M	5,40	2,80	6,90	1,60	6,35	24,65	9,28%	19,20	
1	B	0,72					0,72	0,27%	4,50	
1	M	3,60					3,60	1,36%	24,5	

Número de deducidos > 2(q):	4	Total VD:	60,50
Valor deducido más alto (HDVi):	24,50		
Número admisible de deducidos (mi):	7,93		

CÁLCULO DEL PCI									
#	Valores deducidos					Total	q	CVD	
1	24,50	19,20	12,30	4,50		65,00	4	36,2	
2	24,50	19,20	12,30	2,00		60,00	3	38,2	
3	24,50	19,20	2,00	2,00		49,70	2	37	
4	24,50	2,00	2,00	2,00		32,50	1	32,2	
							Máx. CDV:	38,2	

PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 61,8 BUENO

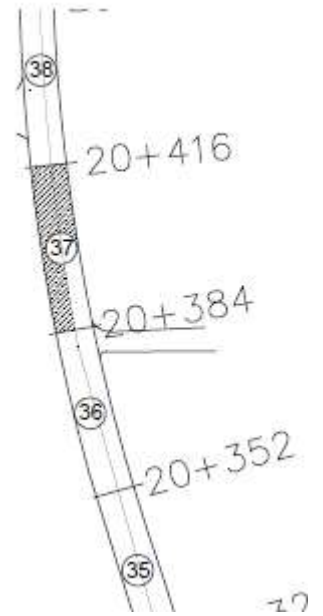


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	2
Área de la muestra (m2):	304	Unidad de muestra:	37
Abscisa inicial:	km 20+384	Abscisa final	km 20+416
TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)		
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)		
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)		
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)		
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)		
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)		
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)		
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)		
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)		
10. Grieta longitudinal y transversal (m)			

ESQUEMA:



FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido	
4	M	3,25					3,25	1,07%	12,10	
17	M	1,10	0,45				1,55	0,51%	8,20	
9	A	32,00	32,00				64,00	21,05%	12,00	
10	M	3,60	1,40	3,30	1,90	7,40	27,10	8,91%	18,5	
Número de deducidos > 2(q):								4	Total VD:	50,80
Valor deducido más alto (HDVi):								18,50		
Número admisible de deducidos (mi):								8,48		

CÁLCULO DEL PCI

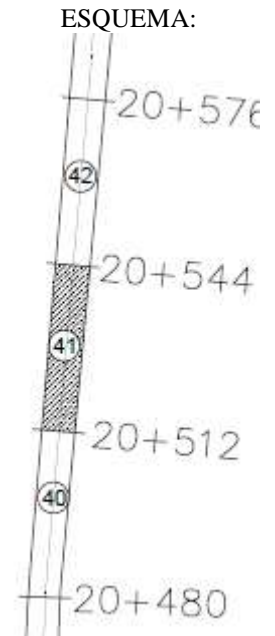
#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	18,50	12,10	12,00	8,20		59,00	4	32,2
2	18,50	12,10	12,00	2,00		46,60	3	29
3	18,50	12,10	2,00	2,00		36,60	2	27
4	18,50	2,00	2,00	2,00		26,50	1	26,2
Máx. CDV:								32,2
PCI=100 - Máx. CDV								
PCI= 67,8 BUENO								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	2
Área de la muestra (m2):	294,4	Unidad de muestra:	41
Abscisa inicial:	km 20+512	Abscisa final	km 20+544
TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)		
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)		
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)		
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)		
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)		
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)		
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)		
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)		
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)		
10. Grieta longitudinal y transversal (m)			



FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
10	M	6,10	7,80	8,80	4,50	3,50	40,10	13,62%	21,10
1	M	1,80					1,80	0,61%	18,20

Número de deducidos > 2(q):	2	Total VD:	39,30
Valor deducido más alto (HDVi):	21,10		
Número admisible de deducidos (mi):	8,25		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	21,10	18,20				39,30	2	28,8
2	21,10	2,00				23,10	1	23,1

Máx. CDV: 28,8

PCI=100 - Máx. CDV

PCI= 71,2 MUY BUENO

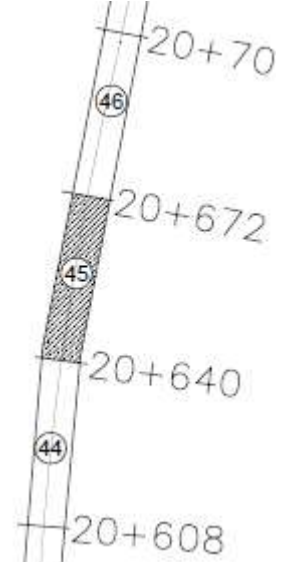


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	3
Área de la muestra (m2):	268,8	Unidad de muestra:	45
Abscisa inicial:	km 20+640	Abscisa final	km 20+672

ESQUEMA:



TIPOS DE FALLAS	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
10	M	4,70	2,00	1,00		15,20	5,65%	11,80
10	B	5,00				5,00	1,86%	1,20
1	B	0,30	0,20			0,50	0,19%	4,60
1	M	7,14				7,14	2,66%	30,5
9	A	20,00	10,00			30,00	11,16%	15,3

Número de deducidos > 2(q):	4	Total VD:	63,40
Valor deducido más alto (HDVi):	30,50		
Número admisible de deducidos (mi):	7,38		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	30,50	15,30	11,80	4,60	1,20	68,00	4	38,2
2	30,50	15,30	11,80	2,00	1,20	62,80	3	40,1
3	30,50	15,30	2,00	2,00	1,20	53,00	2	39,8
4	30,50	2,00	2,00	2,00	1,20	39,70	1	39,8

Máx. CDV:	40,1
------------------	------

PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 59,9 BUENO

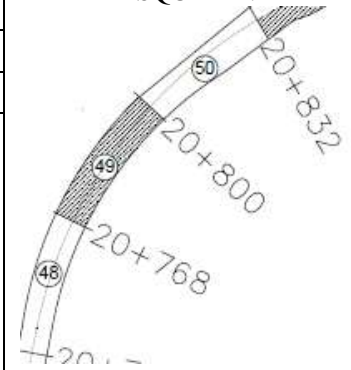


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	3
Área de la muestra (m2):	291,2	Unidad de muestra:	49
Abscisa inicial:	km 20+768	Abscisa final	km 20+800

ESQUEMA:



TIPOS DE FALLAS	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
9	A	32,00				32,00	10,99%	17,50
1	A	1,30	0,80			2,10	0,72%	28,20
10	B	1,00				1,00	0,34%	0,10
10	M	5,50				5,50	1,89%	5,3

Número de deducidos > 2(q):	3	Total VD:	51,10
Valor deducido más alto (HDVi):	28,20		
Número admisible de deducidos (mi):	7,59		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	28,20	17,50	5,30	0,10		51,20	3	32,2
2	28,20	17,50	2,00	0,10		49,80	2	37,3
3	28,20	2,00	2,00	0,10		34,30	1	35,1

Máx. CDV: 37,3

PCI=100 - Máx. CDV

PCI= 62,7 BUENO

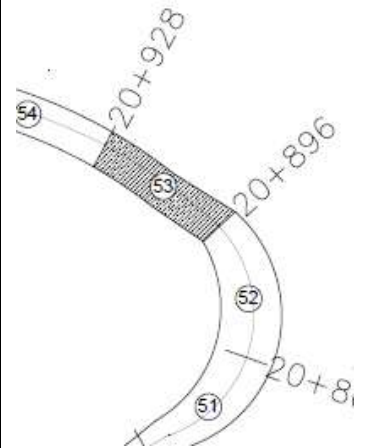


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	3
Área de la muestra (m2):	304	Unidad de muestra:	53
Abscisa inicial:	km 20+896	Abscisa final	km 20+928

ESQUEMA:



TIPOS DE FALLAS	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
10	M	4,70	3,80	3,20	3,90	3,60	19,20	6,32%	13,20
Número de deducidos > 2(q):							1	Total VD:	13,20
Valor deducido más alto (HDVi):							13,20		
Número admisible de deducidos (mi):							8,97		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	13,20					13,20	1	13,2

Máx. CDV: 13,2

PCI=100 - Máx. CDV

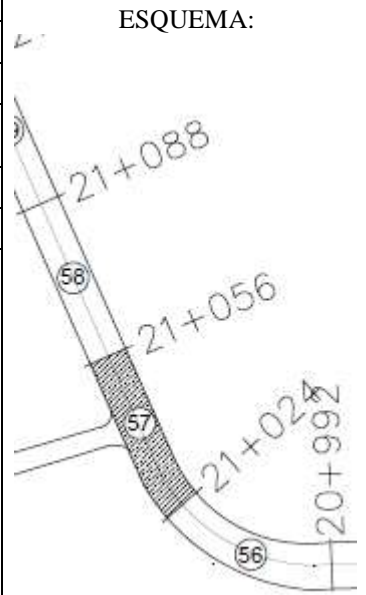
PCI= 86,8 MUY BUENO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	3
Área de la muestra (m2):	230,4	Unidad de muestra:	57
Abscisa inicial:	km 21+024	Abscisa final	km 21 +056
TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo (m2)		11. Parcheo (m2)	
2. Exudación (m2)		12. Pulimiento de agregado (m2)	
3. Agrietamiento en bloque (m2)		13. Huecos o baches (u)	
4. Abultamientos y hundimientos (m)		14. Cruce de vía férrea (m2)	
5. Corrugación (m2)		15. Ahuellamiento (m2)	
6. Depresión (m2)		16. Desplazamiento (m2)	
7. Grietas de borde (m)		17. Grietas parabólicas (m2)	
8. Grieta de reflexión de junta (m)		18. Hinchamiento (m2)	
9. Desnivel carril/berma (m)		19. Desprendimiento de agregados (m2)	
10. Grieta longitudinal y transversal (m)			



FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
9	A	32,00				32,00	13,89%	19,50
10	M	3,20	1,10	1,00	0,90	6,20	2,69%	8,50
1	M	0,49	0,80			1,29	0,56%	18,50
7	M	4,90				4,90	2,13%	8,6

Número de deducidos > 2(q):	4	Total VD:	55,10
Valor deducido más alto (HDVi):	19,50		
Número admisible de deducidos (mi):	8,39		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	19,50	18,50	8,60	8,50		55,10	4	30,2
2	19,50	18,50	8,60	2,00		48,60	3	31
3	19,50	18,50	2,00	2,00		42,00	2	32
4	19,50	2,00	2,00	2,00		25,50	1	25

Máx. CDV: 32

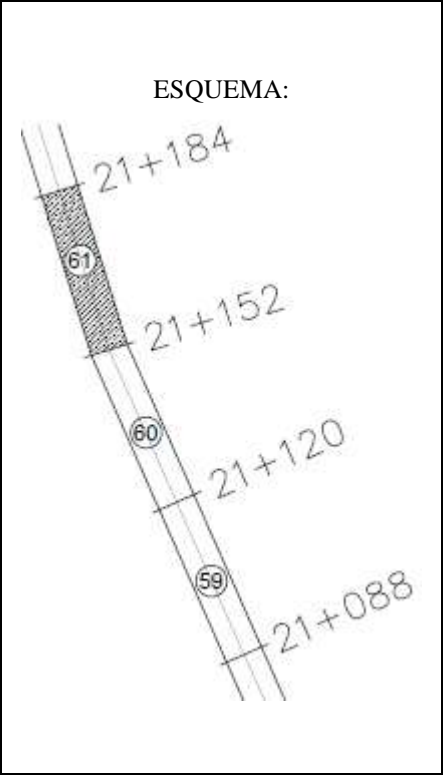
PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 68 BUENO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	3
Área de la muestra (m2):	310,4	Unidad de muestra:	61
Abscisa inicial:	km 21+152	Abscisa final	km 21 +184



TIPOS DE FALLAS

1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
10	M	5,30	6,60	12,30	5,60	1,60	31,40	10,12%	19,80
9	A	32,00					32,00	10,31%	16,50
10	B	3,30	1,70	1,00			6,00	1,93%	1,20



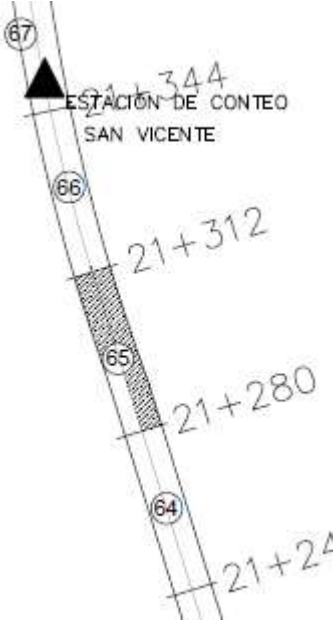
Número de deducidos > 2(q):	2	Total VD:	37,50
Valor deducido más alto (HDVi):	19,80		
Número admisible de deducidos (mi):	8,37		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	19,50	16,50	1,20			37,20	2	27,4
2	19,50	2,00	1,20			22,70	1	23

	Máx. CDV:	27,4
--	------------------	------

PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 72,6 MUY BUENO

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
	Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)								
Nombre de la vía:	Patate-Píllaro						<p>ESQUEMA:</p> 		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba								
Fecha:	27 – Noviembre - 2018								
Tramo:	6	Sección:	4						
Área de la muestra (m2):	233,6	Unidad de muestra:	65						
Abscisa inicial:	km 21+280	Abscisa final	km 21 +312						
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)								
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)								
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)								
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)								
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)								
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)								
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)								
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)								
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)								
10. Grieta longitudinal y transversal (m)									
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
10	B	1,50	3,50	5,80	3,00	4,75	18,55	7,94%	8,50
17	M	0,32	0,44				0,76	0,33%	1,10
1	A	1,52					1,52	0,65%	27,20
1	M	1,26	1,96	17,00			20,22	8,66%	46,1
10	M	12,60	3,50	1,00			17,10	7,32%	16,3
9	A	15,00					15,00	0,06	8,1
Número de deducidos > 2(q):						5	Total VD:		107,30
Valor deducido más alto (HDVi):						46,10			
Número admisible de deducidos (mi):						5,95			
CÁLCULO DEL PCI									
#	Valores deducidos						Total	q	CVD
1	46,10	27,20	16,30	8,50	8,10	1,10	107,30	5	56,2
2	46,10	27,20	16,30	8,50	2,00	1,10	101,20	4	58
3	46,10	27,20	16,30	2,00	2,00	1,10	94,70	3	60,5
4	46,10	27,20	2,00	2,00	2,00	1,10	80,40	2	58,2
5	46,10	2,00	2,00	2,00	2,00	1,10	55,20	1	55
							Máx. CDV:	60,5	
PCI=100 - Máx. CDV									
PCI= 39,5							MALO		

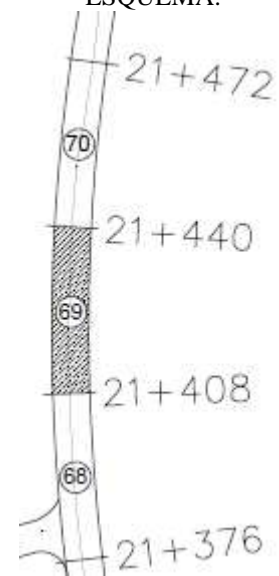


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	4
Área de la muestra (m2):	233,6	Unidad de muestra:	69
Abscisa inicial:	km 21+408	Abscisa final:	km 21 +440

ESQUEMA:





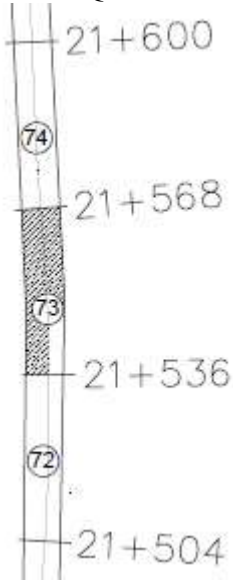
TIPOS DE FALLAS	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido	
1	M	2,98	4,51	0,49		7,97	3,41%	34,50	
10	B	2,80	3,30	10,80	2,90	19,80	8,48%	8,30	
9	A	20,00				20,00	8,56%	12,10	
11	M	0,20				0,20	0,09%	2,2	
17	M	0,38	0,14			0,52	0,22%	4,5	
Número de deducidos > 2(q):							5	Total VD:	61,60
Valor deducido más alto (HDVi):							34,50		
Número admisible de deducidos (mi):							7,02		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	34,50	12,10	8,30	4,50	2,20	61,60	5	31,2
2	34,50	12,10	8,30	4,50	2,00	61,40	4	34,1
3	34,50	12,10	8,30	2,00	2,00	58,90	3	38
4	34,50	12,10	2,00	2,00	2,00	52,60	2	39,8
5	34,50	2,00	2,00	2,00	2,00	42,50	1	43
							Máx. CDV:	43
PCI=100 - Máx. CDV PCI= 57 BUENO								

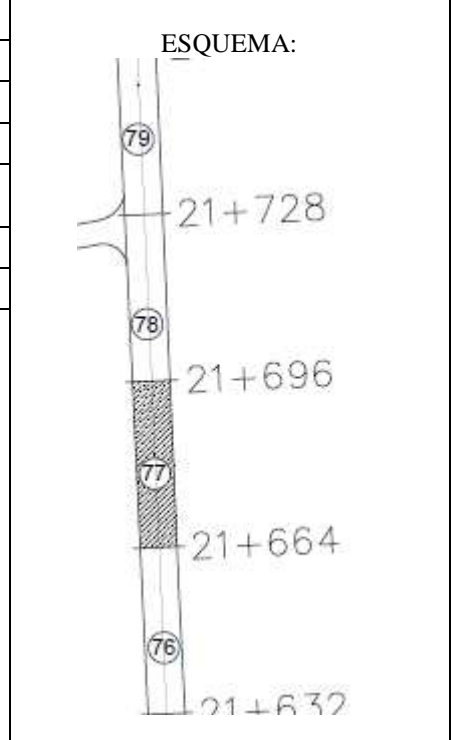
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																										
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																										
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																										
	Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)																										
Nombre de la vía:	Patate-Píllaro						<p>ESQUEMA:</p> 																				
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba																										
Fecha:	27 – Noviembre - 2018																										
Tramo:	6	Sección:	4																								
Área de la muestra (m2):	262,4	Unidad de muestra:	73																								
Abscisa inicial:	km 21+536	Abscisa final	km 21 +568																								
TIPOS DE FALLAS																											
<table border="0"> <tr> <td>1. Piel de cocodrilo (m2)</td> <td>11. Parcheo (m2)</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación (m2)</td> <td>12. Pulimiento de agregado (m2)</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque (m2)</td> <td>13. Huecos o baches (u)</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamientos y hundimientos (m)</td> <td>14. Cruce de vía férrea (m2)</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación (m2)</td> <td>15. Ahuellamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión (m2)</td> <td>16. Desplazamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>7. Grietas de borde (m)</td> <td>17. Grietas parabólicas (m2)</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexión de junta (m)</td> <td>18. Hinchamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel carril/berma (m)</td> <td>19. Desprendimiento de agregados (m2)</td> </tr> <tr> <td>10. Grieta longitudinal y transversal (m)</td> <td></td> </tr> </table>								1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)	2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)	3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)	4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)	6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)	7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)	8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)	9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)	10. Grieta longitudinal y transversal (m)	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)																										
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)																										
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)																										
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)																										
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)																										
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)																										
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)																										
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)																										
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)																										
10. Grieta longitudinal y transversal (m)																											
FALLAS EXISTENTES																											
Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido																		
9	A	32,00	32,00				64,00	24,39%	28,50																		
10	M	2,10	5,00	2,70			9,80	3,73%	10,00																		
1	M	9,14	8,55	6,30	1,43	3,63	29,05	11,07%	49,70																		
1	B	1,60	0,55	1,11			3,26	1,24%	11,8																		
Número de deducidos > 2(q):							4	Total VD:	100,00																		
Valor deducido más alto (HDVi):							49,70																				
Número admisible de deducidos (mi):							5,62																				
CÁLCULO DEL PCI																											
#	Valores deducidos						Total	q	CVD																		
1	49,70	28,50	11,80	10,00			100,00	4	58																		
2	49,70	28,50	11,80	2,00			92,00	3	57,5																		
3	49,70	28,50	2,00	2,00			82,20	2	59,9																		
4	49,70	2,00	2,00	2,00			55,70	1	55,8																		
								Máx. CDV:	59,9																		
PCI=100 - Máx. CDV PCI= 40,1 REGULAR																											



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	4
Área de la muestra (m2):	233,6	Unidad de muestra:	77
Abscisa inicial:	km 21+664	Abscisa final	km 21 +696



TIPOS DE FALLAS

1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
1	M	0,91				0,91	0,39%	14,70
10	M	4,40	4,20	4,80	6,95	20,35	8,71%	18,00
7	M	7,00	1,00			8,00	3,42%	9,50

Número de deducidos > 2(q):	3	Total VD:	42,20
Valor deducido más alto (HDVi):	18,00		
Número admisible de deducidos (mi):	8,53		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos				Total	q	CVD
1	18,00	14,70	9,50		42,20	3	25,8
2	18,00	14,70	2,00		34,70	2	26
3	18,00	2,00	2,00		22,00	1	22

Máx. CDV: 26

PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 74 MUY BUENO

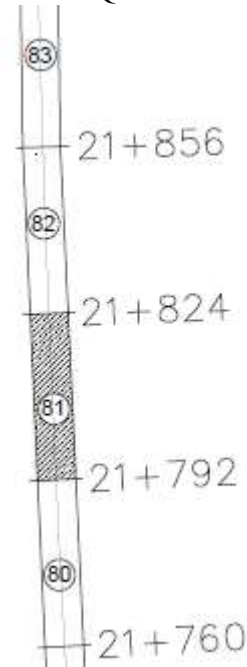


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 - Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	4
Área de la muestra (m2):	243,2	Unidad de muestra:	81
Abscisa inicial:	km 21+792	Abscisa final:	km 21 +824
TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)		
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)		
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)		
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)		
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)		
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)		
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)		
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)		
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)		
10. Grieta longitudinal y transversal (m)			

ESQUEMA:





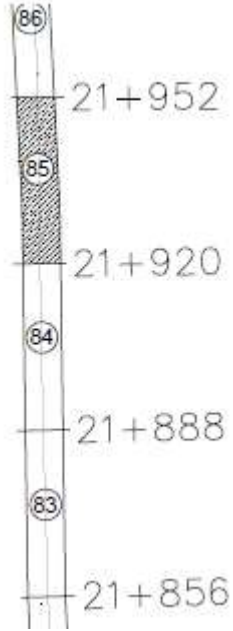
FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido	
1	B	5,76	9,72	0,81	2,10		18,39	7,56%	30,10	
10	B	9,00	8,00	5,30	6,20		28,50	11,72%	10,00	
9	A	32,00	32,00				64,00	26,32%	28,60	
1	M	3,01	7,28				10,29	4,23%	38,3	
Número de deducidos > 2(q):								4	Total VD:	107,00
Valor deducido más alto (HDVi):								38,30		
Número admisible de deducidos (mi):								6,67		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	38,30	30,10	28,60	10,00		107,00	4	62
2	38,30	30,10	28,60	2,00		99,00	3	63,8
3	38,30	30,10	2,00	2,00		72,40	2	53,8
4	38,30	2,00	2,00	2,00		44,30	1	44
							Máx. CDV:	63,8

PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 36,2 MALO

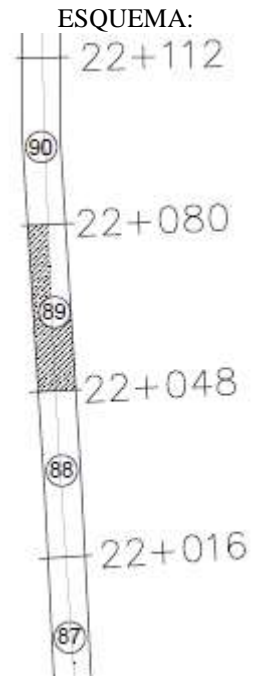
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																									
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																									
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																									
	Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)																									
Nombre de la vía:	Patate-Píllaro						ESQUEMA: 																			
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba																									
Fecha:	27 – Noviembre - 2018																									
Tramo:	6	Sección:	4																							
Área de la muestra (m2):	259,2	Unidad de muestra:	85																							
Abscisa inicial:	km 21+920	Abscisa final	km 21 +952																							
TIPOS DE FALLAS																										
<table border="0"> <tr> <td>1. Piel de cocodrilo (m2)</td> <td>11. Parcheo (m2)</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación (m2)</td> <td>12. Pulimiento de agregado (m2)</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque (m2)</td> <td>13. Huecos o baches (u)</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamientos y hundimientos (m)</td> <td>14. Cruce de vía férrea (m2)</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación (m2)</td> <td>15. Ahuellamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión (m2)</td> <td>16. Desplazamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>7. Grietas de borde (m)</td> <td>17. Grietas parabólicas (m2)</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexión de junta (m)</td> <td>18. Hinchamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel carril/berma (m)</td> <td>19. Desprendimiento de agregados (m2)</td> </tr> <tr> <td>10. Grieta longitudinal y transversal (m)</td> <td></td> </tr> </table>							1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)	2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)	3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)	4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)	6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)	7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)	8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)	9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)	10. Grieta longitudinal y transversal (m)	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)																									
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)																									
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)																									
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)																									
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)																									
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)																									
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)																									
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)																									
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)																									
10. Grieta longitudinal y transversal (m)																										
FALLAS EXISTENTES																										
Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido																	
9	M	32,00					32,00	12,35%	10,00																	
1	M	9,90					9,90	3,82%	36,20																	
10	M	3,40	5,10	5,70	9,00		23,20	8,95%	18,50																	
Número de deducidos > 2(q):							3	Total VD:	64,70																	
Valor deducido más alto (HDVi):							36,20																			
Número admisible de deducidos (mi):							6,86																			
CÁLCULO DEL PCI																										
#	Valores deducidos					Total	q	CVD																		
1	36,20	18,50	10,00			64,70	3	41,9																		
2	36,20	18,50	2,00			56,70	2	42,1																		
3	36,20	2,00	2,00			40,20	1	40																		
							Máx. CDV:	42,1																		
PCI=100 - Máx. CDV																										
PCI= 57,9							BUENO																			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro																						
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba																						
Fecha:	27 - Noviembre - 2018																						
Tramo:	6	Sección:	4																				
Área de la muestra (m2):	262,4	Unidad de muestra:	89																				
Abscisa inicial:	km 22+048	Abscisa final:	km 22 +080																				
TIPOS DE FALLAS																							
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. Piel de cocodrilo (m2)</td> <td style="width: 50%;">11. Parcheo (m2)</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación (m2)</td> <td>12. Pulimiento de agregado (m2)</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque (m2)</td> <td>13. Huecos o baches (u)</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamientos y hundimientos (m)</td> <td>14. Cruce de vía férrea (m2)</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación (m2)</td> <td>15. Ahuellamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión (m2)</td> <td>16. Desplazamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>7. Grietas de borde (m)</td> <td>17. Grietas parabólicas (m2)</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexión de junta (m)</td> <td>18. Hinchamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel carril/berma (m)</td> <td>19. Desprendimiento de agregados (m2)</td> </tr> <tr> <td>10. Grieta longitudinal y transversal (m)</td> <td></td> </tr> </table>				1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)	2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)	3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)	4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)	6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)	7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)	8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)	9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)	10. Grieta longitudinal y transversal (m)	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)																						
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)																						
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)																						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)																						
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)																						
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)																						
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)																						
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)																						
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)																						
10. Grieta longitudinal y transversal (m)																							



FALLAS EXISTENTES										
Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido	
1	M	1,50	6,00				7,50	2,86%	11,00	
7	M	2,30	1,70	2,90			6,90	2,63%	8,50	
10	B	3,00	1,30	0,70			5,00	1,91%	1,50	
9	M	32,00					32,00	12,20%	10	

Número de deducidos > 2(q):	3	Total VD:	31,00
Valor deducido más alto (HDVi):	8,50		
Número admisible de deducidos (mi):	9,40		

CÁLCULO DEL PCI									
#	Valores deducidos					Total	q	CVD	
1	8,50	10,00	8,50	1,50		28,50	3	16	
2	8,50	10,00	2,00	1,50		22,00	2	15,8	
3	8,50	2,00	2,00	1,50		14,00	1	14	

Máx. CDV: 16

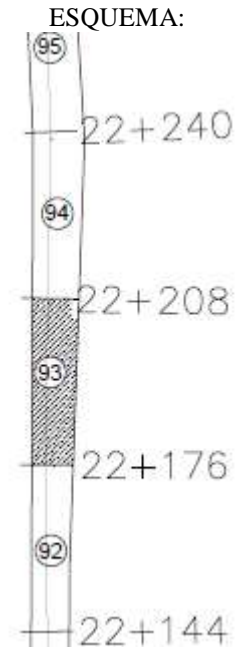
PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 84 MUY BUENO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	4
Área de la muestra (m2):	262,4	Unidad de muestra:	93
Abscisa inicial:	km 22+176	Abscisa final:	km 22 +208
TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo (m2)		11. Parcheo (m2)	
2. Exudación (m2)		12. Pulimiento de agregado (m2)	
3. Agrietamiento en bloque (m2)		13. Huecos o baches (u)	
4. Abultamientos y hundimientos (m)		14. Cruce de vía férrea (m2)	
5. Corrugación (m2)		15. Ahuellamiento (m2)	
6. Depresión (m2)		16. Desplazamiento (m2)	
7. Grietas de borde (m)		17. Grietas parabólicas (m2)	
8. Grieta de reflexión de junta (m)		18. Hinchamiento (m2)	
9. Desnivel carril/berma (m)		19. Desprendimiento de agregados (m2)	
10. Grieta longitudinal y transversal (m)			



FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
10	M	6,30	6,90	8,10	8,50	3,60	33,40	12,73%	20,20
9	M	32,00					32,00	12,20%	10,00
1	M	5,38	4,05				9,43	3,59%	35,00
17	M	0,48					0,48	0,18%	3,1
1	B	0,85					0,85	0,32%	5,2

Número de deducidos > 2(q): 5 **Total VD:** 73,50

Valor deducido más alto (HDVi): 35,00

Número admisible de deducidos (mi): 6,97

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos						Total	q	CVD
1	35,00	20,20	10,00	5,20	3,10		73,50	5	37,8
2	35,00	20,20	10,00	5,20	2,00		72,40	4	41,8
3	35,00	20,20	10,00	2,00	2,00		69,20	3	44,1
4	35,00	20,20	2,00	2,00	2,00		61,20	2	45,8
5	35,00	2,00	2,00	2,00	2,00		43,00	1	43
								Máx. CDV:	45,8

PCI=100 - Máx. CDV

PCI= 54,2 REGULAR

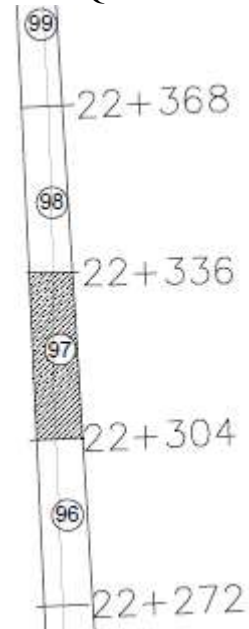


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	4
Área de la muestra (m2):	224	Unidad de muestra:	97
Abscisa inicial:	km 22+304	Abscisa final	km 22 +336

ESQUEMA:



TIPOS DE FALLAS

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Piel de cocodrilo (m2) | 11. Parcheo (m2) |
| 2. Exudación (m2) | 12. Pulimiento de agregado (m2) |
| 3. Agrietamiento en bloque (m2) | 13. Huecos o baches (u) |
| 4. Abultamientos y hundimientos (m) | 14. Cruce de vía férrea (m2) |
| 5. Corrugación (m2) | 15. Ahuellamiento (m2) |
| 6. Depresión (m2) | 16. Desplazamiento (m2) |
| 7. Grietas de borde (m) | 17. Grietas parabólicas (m2) |
| 8. Grieta de reflexión de junta (m) | 18. Hinchamiento (m2) |
| 9. Desnivel carril/berma (m) | 19. Desprendimiento de agregados (m2) |
| 10. Grieta longitudinal y transversal (m) | |

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
10	M	6,30	6,00	5,80	1,50		19,60	8,75%	18,50
9	M	32,00	32,00				64,00	28,57%	18,70
7	A	5,00	1,00				6,00	2,68%	10,50

Número de deducidos > 2(q):	3	Total VD:	47,70
Valor deducido más alto (HDVi):	10,50		
Número admisible de deducidos (mi):	9,22		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	18,70	18,50	10,50			47,70	3	29,9
2	18,70	18,50	2,00			39,20	2	29
3	18,70	2,00	2,00			22,70	1	22,2

Máx. CDV: 29,9

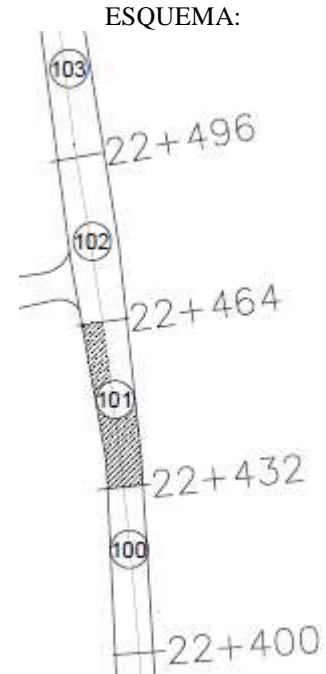
PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 70,1 MUY BUENO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro																						
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba																						
Fecha:	27 – Noviembre - 2018																						
Tramo:	6	Sección:	4																				
Área de la muestra (m2):	240	Unidad de muestra:	101																				
Abscisa inicial:	km 22+432	Abscisa final	km 22 +464																				
TIPOS DE FALLAS																							
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1. Piel de cocodrilo (m2)</td> <td style="width: 50%;">11. Parcheo (m2)</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación (m2)</td> <td>12. Pulimiento de agregado (m2)</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque (m2)</td> <td>13. Huecos o baches (u)</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamientos y hundimientos (m)</td> <td>14. Cruce de vía férrea (m2)</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación (m2)</td> <td>15. Ahuellamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión (m2)</td> <td>16. Desplazamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>7. Grietas de borde (m)</td> <td>17. Grietas parabólicas (m2)</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexión de junta (m)</td> <td>18. Hinchamiento (m2)</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel carril/berma (m)</td> <td>19. Desprendimiento de agregados (m2)</td> </tr> <tr> <td>10. Grieta longitudinal y transversal (m)</td> <td></td> </tr> </table>				1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)	2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)	3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)	4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)	6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)	7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)	8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)	9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)	10. Grieta longitudinal y transversal (m)	
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)																						
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)																						
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)																						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)																						
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)																						
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)																						
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)																						
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)																						
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)																						
10. Grieta longitudinal y transversal (m)																							



FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
1	M	0,72	0,80	2,40	1,00		4,92	2,05%	29,50
10	M	4,50	3,40	3,50	6,70	8,60	26,70	11,13%	20,00
10	A	2,30	1,00				3,30	1,38%	10,00
1	B	0,72	0,50	2,80			4,02	1,68%	15

Número de deducidos > 2(q):	4	Total VD:	74,50
Valor deducido más alto (HDVi):	29,50		
Número admisible de deducidos (mi):	7,47		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	29,50	20,00	15,00	10,00		74,50	4	42,2
2	29,50	20,00	15,00	2,00		66,50	3	43
3	29,50	20,00	2,00	2,00		53,50	2	40
4	29,50	2,00	2,00	2,00		35,50	1	35

Máx. CDV: 43

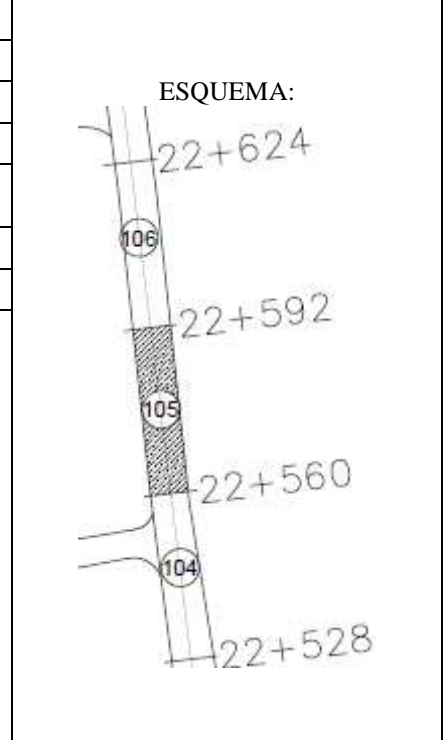
PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 57 BUENO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	4
Área de la muestra (m2):	236,8	Unidad de muestra:	105
Abscisa inicial:	km 22+560	Abscisa final	km 22+592



TIPOS DE FALLAS

1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
10. Grieta longitudinal y transversal (m)	

FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
1	M	1,95	1,35	0,75			4,05	1,71%	28,50
10	M	1,80	1,80	2,00	2,40	1,00	9,00	3,80%	9,90
1	B	2,25					2,25	0,95%	10,00

Número de deducidos > 2(q):	3	Total VD:	48,40
Valor deducido más alto (HDVi):	28,50		
Número admisible de deducidos (mi):	7,566		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos					Total	q	CVD
1	28,50	10,00	9,90			48,40	3	31
2	28,50	10,00	2,00			40,50	2	30
3	28,50	2,00	2,00			32,50	1	33

Máx. CDV: 33

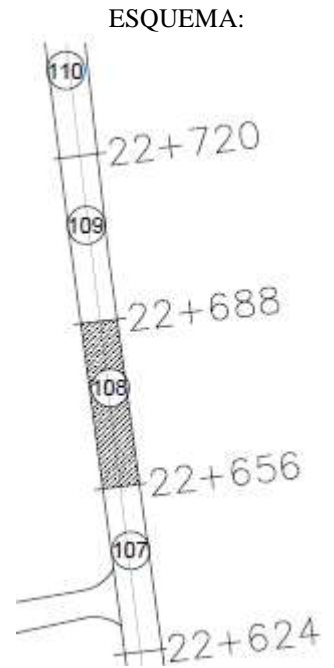
PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 67 BUENO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)



Nombre de la vía:	Patate-Píllaro		
Evaluado por:	Jessica Elizabeth Chuqui Lanchimba		
Fecha:	27 – Noviembre - 2018		
Tramo:	6	Sección:	4
Área de la muestra (m2):	236,8	Unidad de muestra:	108
Abscisa inicial:	Km 22+ 656	Abscisa final	km 22+688
TIPOS DE FALLAS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	11. Parcheo (m2)		
2. Exudación (m2)	12. Pulimiento de agregado (m2)		
3. Agrietamiento en bloque (m2)	13. Huecos o baches (u)		
4. Abultamientos y hundimientos (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)		
5. Corrugación (m2)	15. Ahuellamiento (m2)		
6. Depresión (m2)	16. Desplazamiento (m2)		
7. Grietas de borde (m)	17. Grietas parabólicas (m2)		
8. Grieta de reflexión de junta (m)	18. Hinchamiento (m2)		
9. Desnivel carril/berma (m)	19. Desprendimiento de agregados (m2)		
10. Grieta longitudinal y transversal (m)			



FALLAS EXISTENTES

Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor Deducido
11	M	8,00	7,50	0,81			16,31	6,89%	25,00
11	B	1,80					1,80	0,76%	2,20
10	M	1,50	1,40	2,00	1,50	6,00	12,40	5,24%	11,30
17	M	1,00					1,00	0,42%	8
1	M	1,20					1,20	0,51%	18

Número de deducidos > 2(q):	5	Total VD:	64,50
Valor deducido más alto (HDVi):	25,00		
Número admisible de deducidos (mi):	7,89		

CÁLCULO DEL PCI

#	Valores deducidos						Total	q	CVD
1	25,00	18,00	11,30	8,00	2,20		64,50	5	32,2
2	25,00	18,00	11,30	8,00	2,00		64,30	4	36
3	25,00	18,00	11,30	2,00	2,00		58,30	3	38
4	25,00	18,00	2,00	2,00	2,00		49,00	2	36,1
5	25,00	2,00	2,00	2,00	2,00		33,00	1	33

Máx. CDV: 38

PCI=100 - Máx. CDV
 PCI= 62 BUENO

Anexo 7: Determinación del número de ejes equivalentes

Las diferentes cargas sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones y dependiendo de las diferentes características estructurales el pavimento tendrá diferente respuesta según la intensidad de carga. El factor que incide de manera directa en el comportamiento del pavimento son las cargas producidas por el tránsito pesado actual de la vía, las cuales sirven para determinar la capacidad estructural del pavimento.

El tránsito actual de la vía Patate-Píllaro, tramo 6 que corresponde al Km 19+200 al Km 23+000 se obtuvo del estudio de tráfico en el que se realizó en base a un conteo vehicular manual y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 92: Resultados del conteo vehicular

	Livianos		Buses		Camiones			Otros n° ejes R	Total
	A2	A1	B1	B2	Dos ejes C1	Tres ejes C2	> Tres ejes C3		
TPDA actual	2240	7	40	47	180	0	0	7	2520
Composición vehicular	89,15%		3,44%		7,14%			0,26%	100,00%

Fuente: Autor

Del conteo vehicular se tiene que en la vía Patate-Píllaro, tramo 6 circulan 6 tipos de vehículos siendo los de mayor porcentaje los vehículos livianos con un 89,15%, buses un 3,44% y camiones un 7,14%; son los buses y camiones los que más afectación ocasionan a la capa de rodadura.

Para determinar la deflexión admisible y crítica de la capa de rodadura, es necesario cuantificar el número de ejes simples equivalentes de 8,2 ton que circula por el carril con las condiciones actuales en las que se encuentra la misma.

El número de ejes simples equivalentes se calcula mediante la siguiente expresión:

$$W18 = \left(\sum_{i=1}^{i=m} FD_i * TPDA \right) * F_d * F_c * 365$$

Donde

ESAL: Ejes equivalentes de carga

TPDA: Tráfico promedio diario anual de la vía en estudio

FD: Factor de daño

Fd: Factor dirección, es igual a 0.55

Fc: Factor carril, es iguala 1.00

Tabla 93: Factores de daño según el tipo de vehículo

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Tridem		Factor de daño
	Tons	(P/6.6)⁴	Tons	(P/8.2)⁴	Tons	(P/15)⁴	Tons	(P/23)⁴	
Automóvil									
Bus	4	0,13	8	0,91					1,041
C2-P	2,5	0,02							1,286
	7	1,27							
C2-G	6	0,68	11	3,24					3,921
C-3	6	0,68			18	2,07			2,757
C-4	6	0,68					25	1,40	2,079
C-5	6	0,68			18	4,15			4,833
C-6	6	0,68			18	2,07	25	1,40	4,152

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

Con los valores del TPDA tenemos los siguientes resultados:

Tabla 94: Factores daño para la composición vehicular

Tipo de Vehículos		TPDA actual	Factor de daño (FD)	FD*TPDA
Buses	B1	40	0,13	5,40
	B2	47	1,041	48,57
Dos ejes	C2-P	120	1,286	154,31
	C2-G	60	3,921	235,28
Total				443,56

Fuente: Autor

$$W18 = \left(\sum_{i=1}^{i=m} FD*TPDA \right) * Fd * Fc * 365$$

$$W18=443,56*1,00*0,5*365$$

$$W18=80\ 949,70 \cong 80\ 950 \text{ ejes equivalentes}$$

Al aplicar esta ecuación también podemos calcular el número de ejes equivalentes proyectado que es un valor que nos sirve para analizar el comportamiento del pavimento a futuro además se puede diseñar el pavimento.

Tabla 95: Ejes equivalentes acumulado

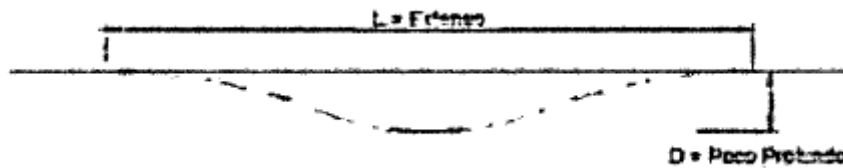
Tráfico promedio diario proyectado								
Año	Livianos	Buses		Camiones		TPDA Total	W18	W18 Acumulado
		B1	B2	C2-P	C2-G			
2018	2247	40	47	120	60	2513	80950	80950
2019	5096	91	106	275	137	5705	185191	266141
2020	5138	91	106	280	140	5755	188364	454505
2021	5180	92	107	285	143	5807	191663	646167
2022	5223	93	108	291	145	5860	195092	841260
2023	5267	93	109	297	148	5914	198658	1039917
2024	5312	94	108	303	151	5967	202092	1242009
2025	5357	95	109	309	154	6024	205896	1447905
2026	5404	95	109	315	158	6081	209852	1657757
2027	5451	96	110	322	161	6139	213966	1871724
2028	5499	97	110	329	165	6199	218244	2089968
2029	5548	97	109	336	168	6259	222426	2312394
2030	5598	98	110	344	172	6322	227026	2539421
2031	5649	99	110	352	176	6385	231811	2771232
2032	5700	100	111	360	180	6451	236788	3008020
2033	5753	100	111	369	184	6517	241965	3249985
2034	5807	101	110	378	189	6584	247113	3497098
2035	5861	102	111	387	193	6654	252698	3749795
2036	5917	103	111	396	198	6725	258508	4008303
2037	5973	103	111	407	203	6798	264552	4272856
2038	6031	104	112	417	209	6872	270841	4543696
2039	6090	105	111	428	214	6947	277152	4820848
2040	6149	106	111	439	220	7025	283945	5104793

Fuente: Autor

Anexo 8: Criterios de evaluación estructural del pavimento

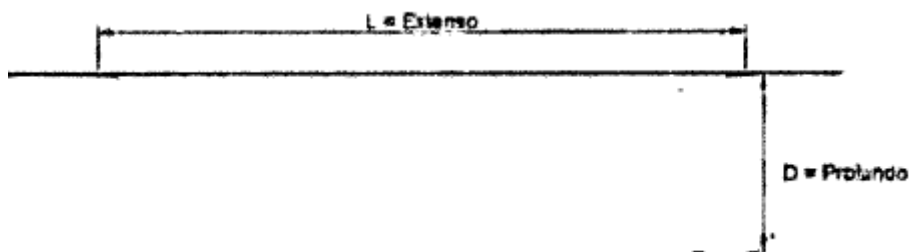
Dentro de la metodología de la Viga Benkelman existen valores característicos de deflexiones en el pavimento, como las deflexiones medidas en los ensayos (D_0) y la rigidez relativa (L_0) entre un pavimento y su Subrasante, los cuales se pueden utilizar para establecer relaciones cualitativas entre las características de la curva de deflexiones y el sistema pavimento-subrasante.

Figura 65: Deflexión tipo I, curva extensa poco profunda



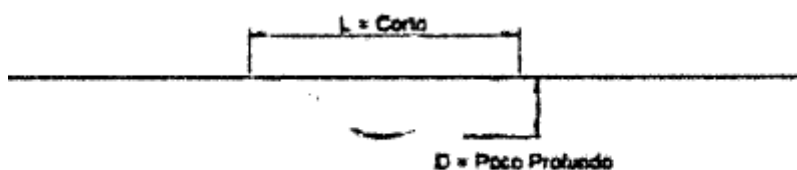
Fuente: Ronald Carahuatay, Tesis “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante análisis deflectométrico”, 2015.

Figura 66: Deflexión tipo II, curva extensa profunda



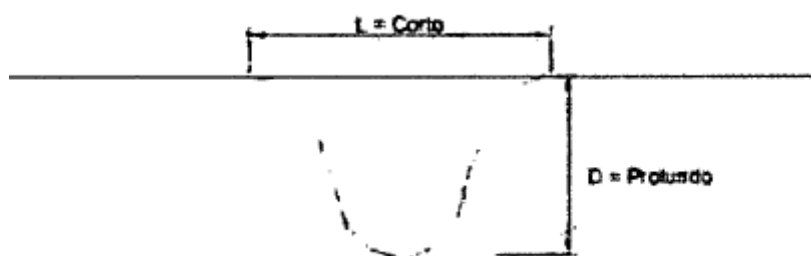
Fuente: Ronald Carahuatay, Tesis “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante análisis deflectométrico”, 2015.

Figura 67: Deflexión tipo III, curva corta poco profunda



Fuente: Ronald Carahuatay, Tesis “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante análisis deflectométrico”, 2015.

Figura 68: Deflexión tipo IV, curva corta profunda



Fuente: Ronald Carahuatay, Tesis “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante análisis deflectométrico”, 2015.

De acuerdo a los tipos de deflexiones antes mostrados se obtendrán el siguiente análisis:

Tabla 96: Tipos de deflexiones

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 $R_o < 100$

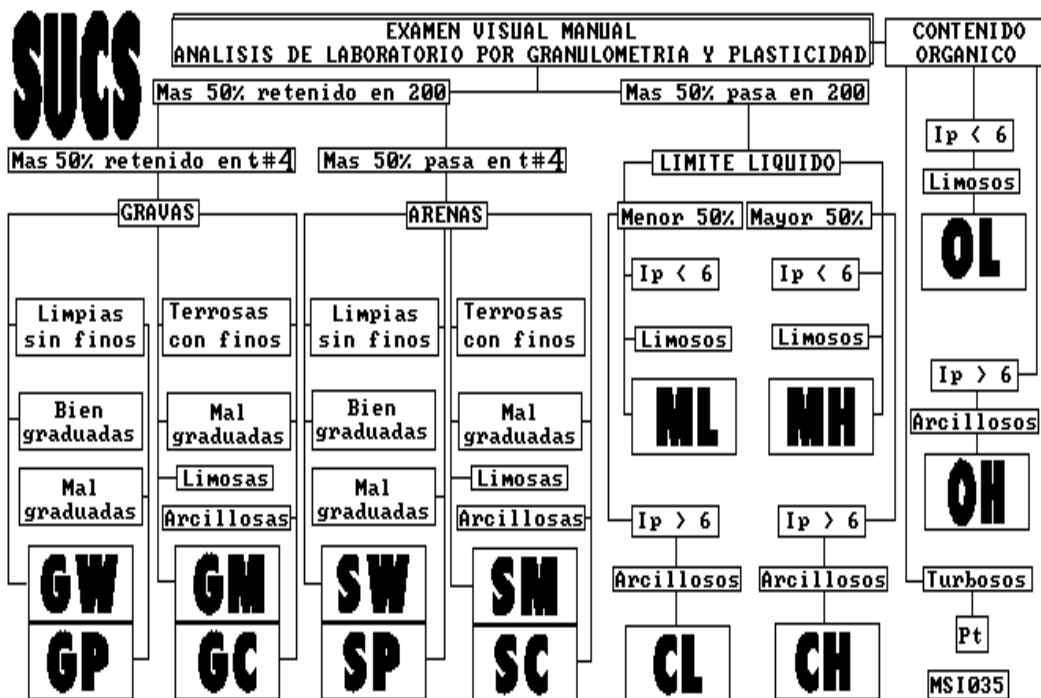
Fuente: Método CONREVIAL, 2017.

Estos diferentes tipos de modelos de deformación se interpretan de la siguiente manera:

- **Tipo I:** Estos modelos de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura mediana y una deflexión pequeña. Esto debido a que presentan un pavimento con sus capas en regular estado de deterioro, además de una subrasante que posee materiales que cumplen con la calidad solicitada.
- **Tipo II:** Estos modelos de deformación poseen un mal comportamiento estructural de subrasante y un buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura mediana y una deflexión grande. Esto debido a que presentan un pavimento con sus capas en regular estado de deterioro, Pero una subrasante que posee materiales que no cumplen con la calidad solicitada.
- **Tipo III:** Estos modelos de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura pequeño y una deflexión pequeña. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o un alto grado de deterioro de dichas capas, las cuales ya no cumplen con los estándares de calidad solicitados (en granulometría, compactación, CBR, etc.).
- **Tipo IV:** Estos modelos de deformación poseen un mal comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura pequeño y una deflexión grande. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o un alto grado de deterioro de dichas capas, además de una subrasante que posee materiales inadecuados con un bajo CBR, así como deficiencia en el grado de compactación y/o mal drenaje.

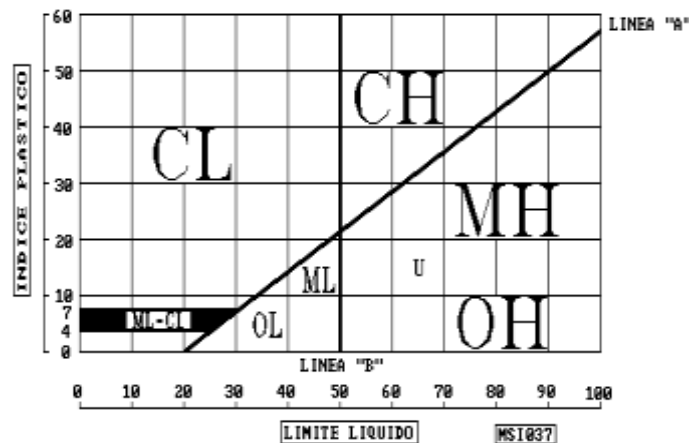
Anexo 9: Tablas utilizadas para la clasificación del suelo

CBR	Clasificación	
0-5	Muy mala	Sub-rasante
5-10	Mala	
11-20	Regular – buena	
21-30	Muy buena	
31-50	Sub – base buena	
51-80	Base buena	



CARTA DE PLASTICIDAD DEL SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS



t

AASHTO	CLASIFICACION EN GRUPOS Y SUBGRUPOS DE SUELOS DE LA AASHTO, BPR Y HRB													
	MATERIALES GRANULARES Mas 35% retenido t 200							MATERIALES LAMINARES Mas 35% pasa t 200						
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7		A-8	
SUBGRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5	A-7-6		
% PASA TAMIZ														
Num 10	50max													
Num 40	30max	50max												
Num 200	15max	25max	35max	35max	35max	35max	51mi 10ma	36mi	36mi	36mi	36min	36min		
PLASTICIDAD														
LIMITE LIQUID			40max	41min	40max	41min	NP	40ma	41mi	40ma	41min	41min		
INDICE PLAST	6max	6max	10max	10max	11min	11min		10ma	10ma		11min	11min		
INDICE GRUPO	0	0	0	0	4max	4max	0	8ma	12ma	11mi 16ma	20 máximo			
TIPOS DE MATERIAL	Fragmentos de piedra, grava y arena		Gravas y Arenas limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos			TURBA	
TERRENO DE FUNDACION	Excelente a Bueno		Excelente a Bueno		Regular		Excelente a Bueno	De regular a malo					Pesimo Inacept	
Rep gráfica	[checkered]		[checkered]		[checkered]		[checkered]	[wavy]					[checkered]	

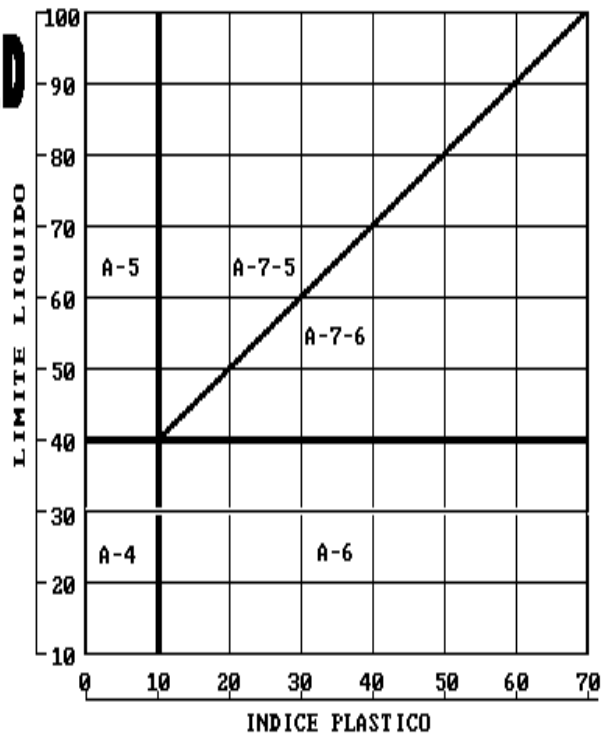
CARTA DE PLASTICIDAD DE LA AASHTO

ASOCIACION AMERICANA DE VIAS ESTATALES Y TRANSPORTE OFICIAL

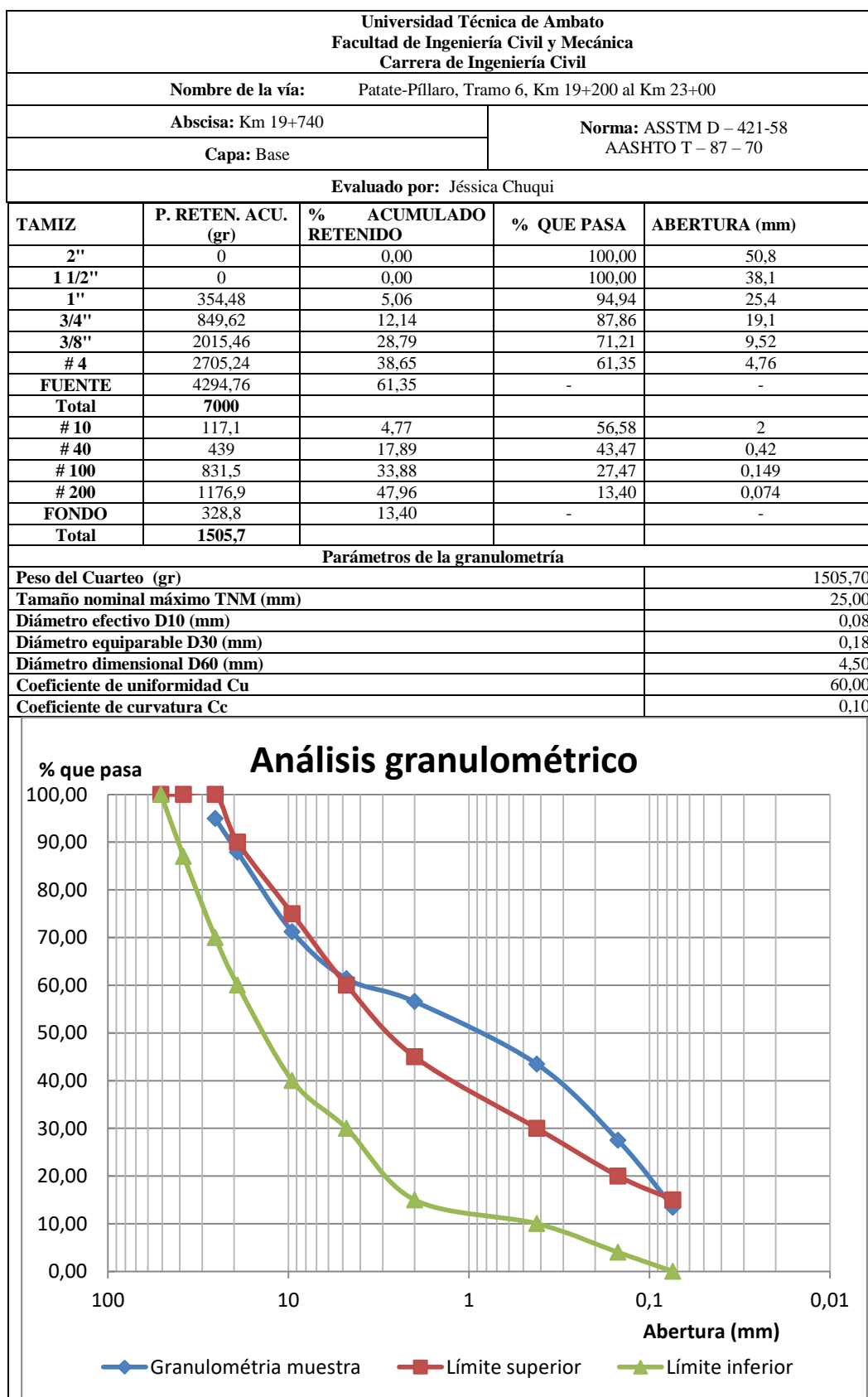
DIAGRAMA PARA UBICACION DE GRUPOS:

- A-4 A-5
- A-6 A-7
- SUBGRUPOS
- A-7-5
- A-7-6

MS1038



Anexo 10: Ensayos realizados



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 19+720

Norma: ASSTM D424-71

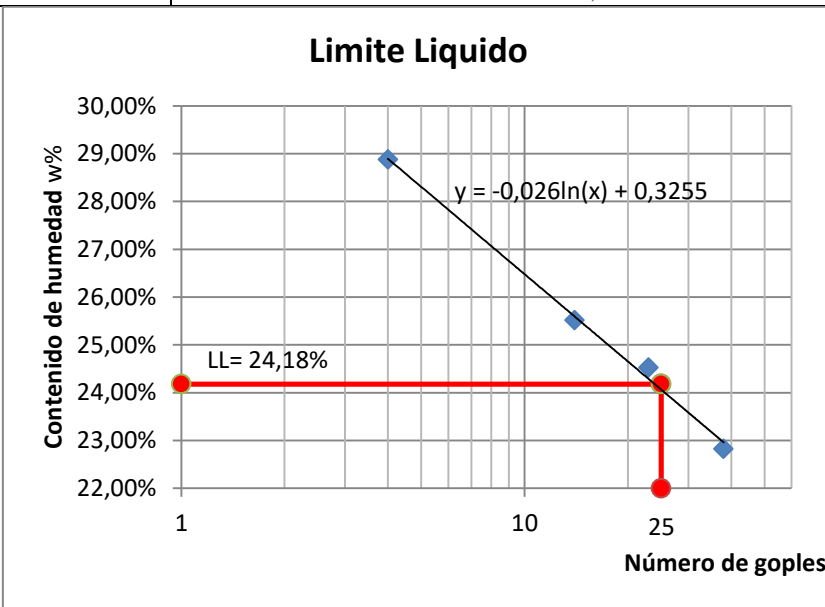
Capa: Base

AASHTO T-90-70

Evaluado por: Jéssica Chuqui

INEN 691

Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	40	38	67	13	19	2	6	78
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.) gr	23,6	23,4	20,2	20,9	21,3	22	16,9	20,1
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	20,8	20,8	18,4	18,9	19,4	19,8	15,8	18,5
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,1	11,8	11,4	11	11,5	11	10,9	11,6
Peso del agua (Ww) gr	2,8	2,6	1,8	2	1,9	2,2	1,1	1,6
Peso de los sólidos (Ws) gr	9,7	9	7	7,9	7,9	8,8	4,9	6,9
Contenido de humedad (ω%)	28,87%	28,89%	25,71%	25,32%	24,05%	25,00%	22,45%	23,19%
Contenido de humedad promedio	28,88%		25,52%		24,53%		22,82%	
Número de golpes	4		14		23		38	
Límite Líquido	24,18%							



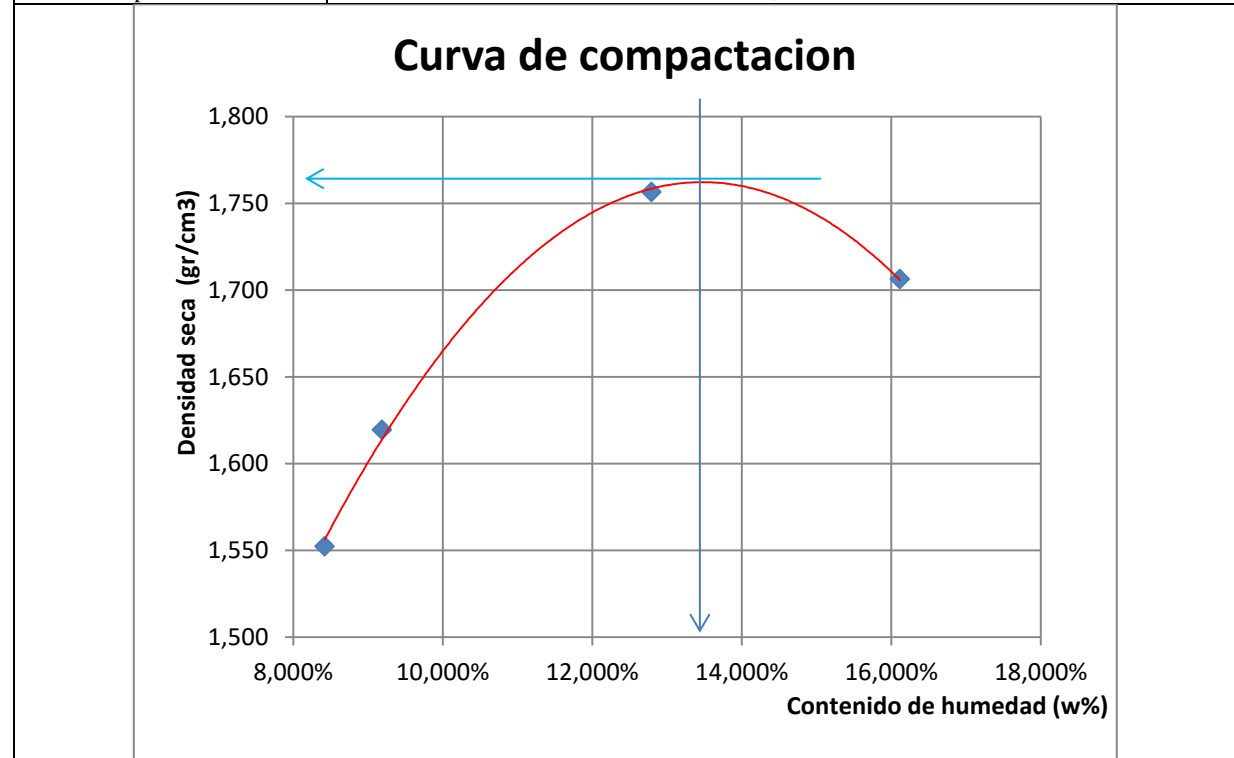
Determinación del Límite Plástico							
Recipiente número		18	15	10	4	1	11
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	12,2	11,7	12	11,8	12	11,5
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,9	11,5	11,7	11,6	11,8	11,3
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,6	10,6	10,5	10,8	10,7	10,5
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1,6	1,1	1,5	1	1,3	1
Peso del agua (Ww)	gr	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	1,3	0,9	1,2	0,8	1,1	0,8
Contenido de humedad w%	%	23,08%	22,22%	25,00%	25,00%	18,18%	25,00%
Contenido de humedad promedio w%	%	24,06%					
Límite plástico	%	24,06%					
Índice plástico	%	0,12%					

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 19+720	Norma: AASHTO T - 180
Capa: Base	
Evaluated por: Jéssica Chuqui	

Especificaciones del Ensayo				
Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		
Altura de caída: 18 in	Peso molde (gr):	16850	Volumen molde:	2346,939 cm3

Energía de compactación: 55 986				
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)	20800	21000	21500	21500
Peso suelo húmedo □m	3950	4150	4650	4650
Peso unitario húmedo □m	1,683	1,768	1,981	1,981

Contenido de humedad								
Recipiente número	55	43	26	64	32	62	50	11
Rec + suelo húmedo (gr)	86	88,4	85,9	88,1	94,5	100	98,7	97,4
Rec + suelo seco (gr)	82,9	82,1	80,8	83,1	87,2	91,7	89,2	88,3
Peso agua (gr)	3,1	6,3	5,1	5	7,3	8,3	9,5	9,1
Peso recipiente (gr)	30,4	24,5	23,1	30,7	26,4	30,6	31,2	30,9
Peso suelo seco (gr)	52,50	57,60	57,7	52,4	60,8	61,1	58	57,4
Cont humedad w%	5,90%	10,94%	8,84%	9,54%	12,01%	13,58%	16,38%	15,85%
Contenido promedio w%	8,421%		9,190%		12,795%		16,116%	
Densidad seca γd	1,552		1,619		1,757		1,706	
Densidad máxima γmax	1,762							
Humedad óptima	13,50%							



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil							
Nombre de la vía:		Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00					
Abscisa: Km 19+720		Norma: AASHTO T-99					
Capa: Base							
Evaluated por: Jéssica Chuqui							
1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	21157		18727		21032	
Peso del molde	gr	16488		14203		16786	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4669		4524		4246	
2. Determinación del volumen del recipiente							
Diámetro	cm	15,1		15,1		15,2	
Altura	cm	12,6		12,5		12,6	
Volumen de la masa (Vm)	cm ³	2256,39		2238,48		2286,38	
3. Determinación del contenido de humedad							
Recipiente #		8	59	49	26	32	65
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	98,4	105,7	102,9	90,3	136,4	115,2
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	88,9	95,4	93,6	82,2	124,5	104,6
Peso recipiente (Wr)	gr	26,6	26,6	30,4	23	26,6	31,1
Peso agua (Ww)	gr	9,5	10,3	9,3	8,1	11,9	10,6
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	62,3	68,8	63,2	59,2	97,9	73,5
Contenido de humedad (W%)	%	15,25%	14,97%	14,72%	13,68%	12,16%	14,42%
Contenido de humedad promedio	%	15,11%		14,20%		13,29%	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm ³	2,07		2,02		1,86	
5. Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm ³	1,80		1,77		1,64	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 19+720

Capa: Base

Evaluado por: Jéssica Chuqui

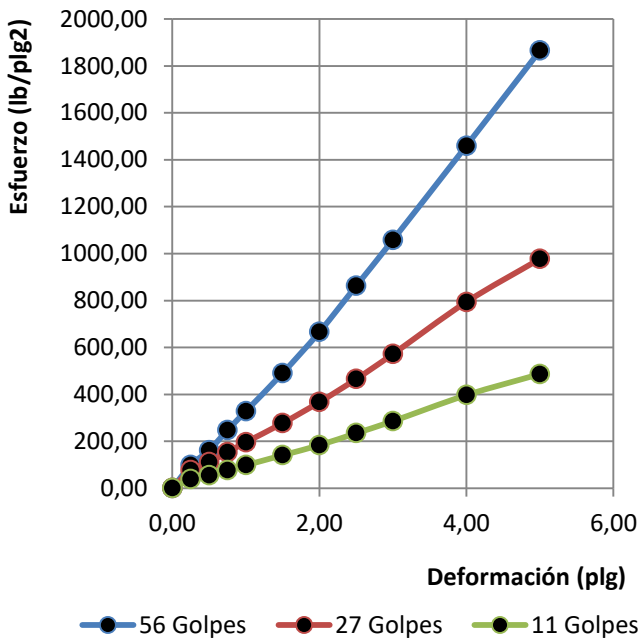
Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73

Determinación del CBR

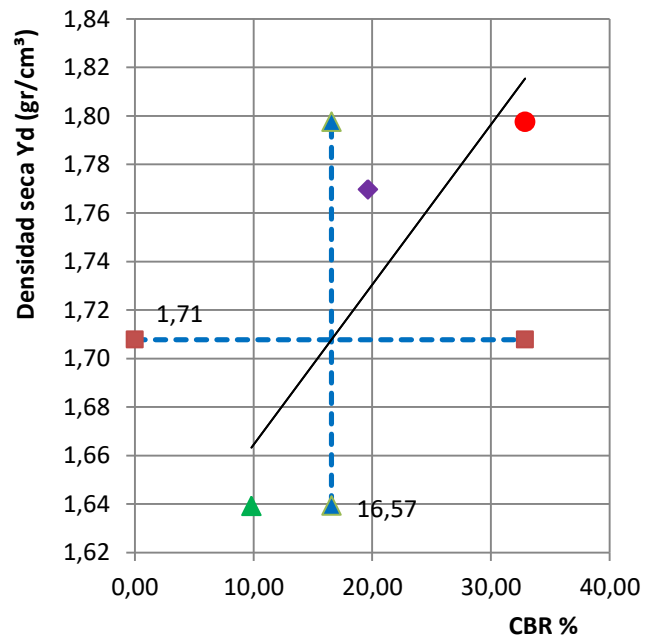
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
Penetración (plg -3)	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	23	98,16		18	76,82		9	38,41	
50	38	162,18		26	110,97		13	55,48	
75	58	247,54		36	153,65		18	76,82	
100	77	328,64	32,86	46	196,33	19,63	23	98,16	9,82
150	115	490,82		65	277,42		33	140,84	
200	156	665,81	66,58	86	367,05	36,70	43	183,52	18,35
250	202	862,14		109	465,21		55	234,74	
300	248	1058,46		134	571,91		67	285,96	
400	342	1459,66		186	793,85		93	396,92	
500	437	1865,12		229	977,37		114	486,55	

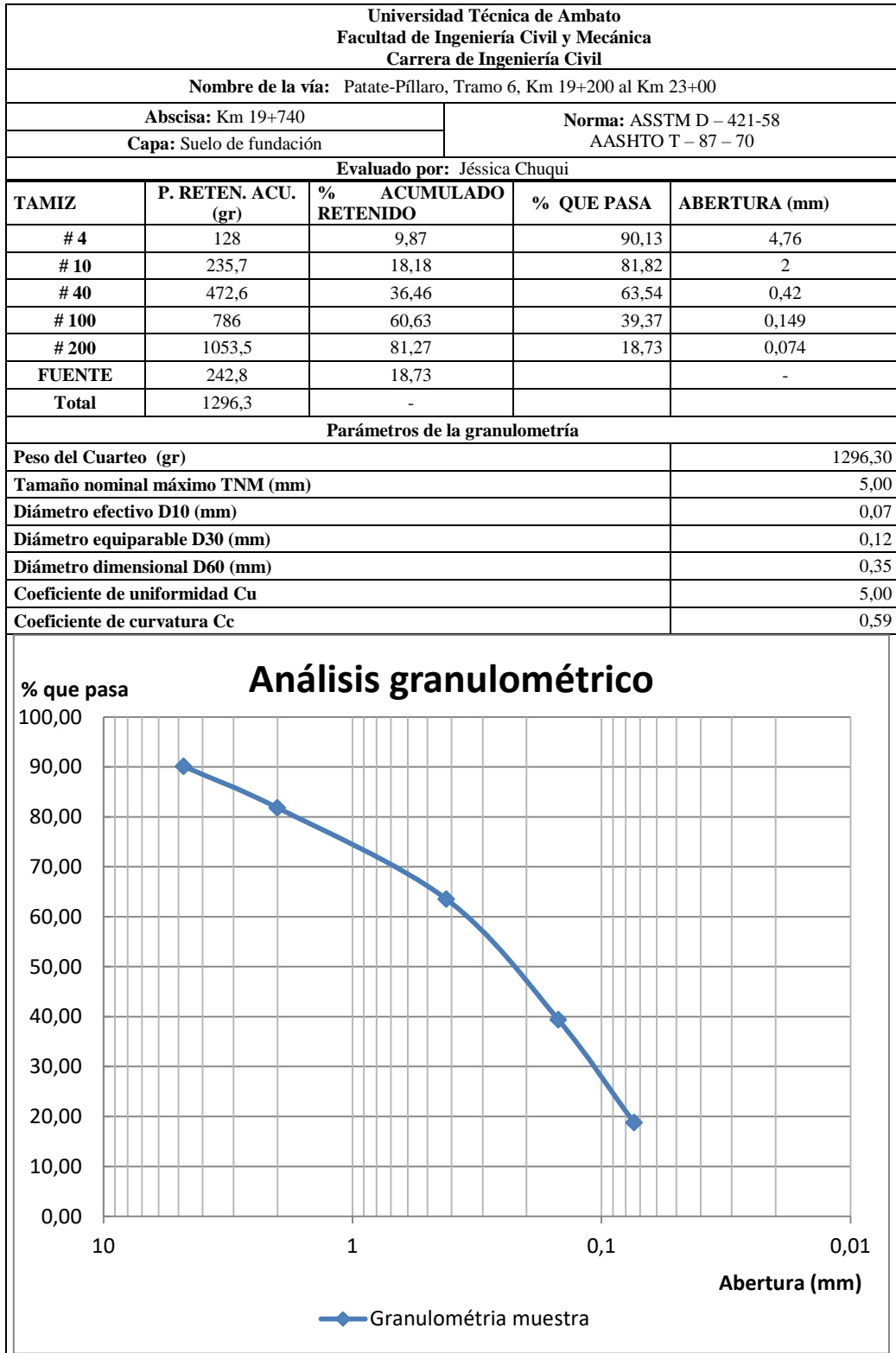
Curvas Esfuerzo vs. Deformación



CBR. vs. Densidades



Yd (Max)	95% Yd (Max)	CBR = 16,57
1,80	1,71	



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

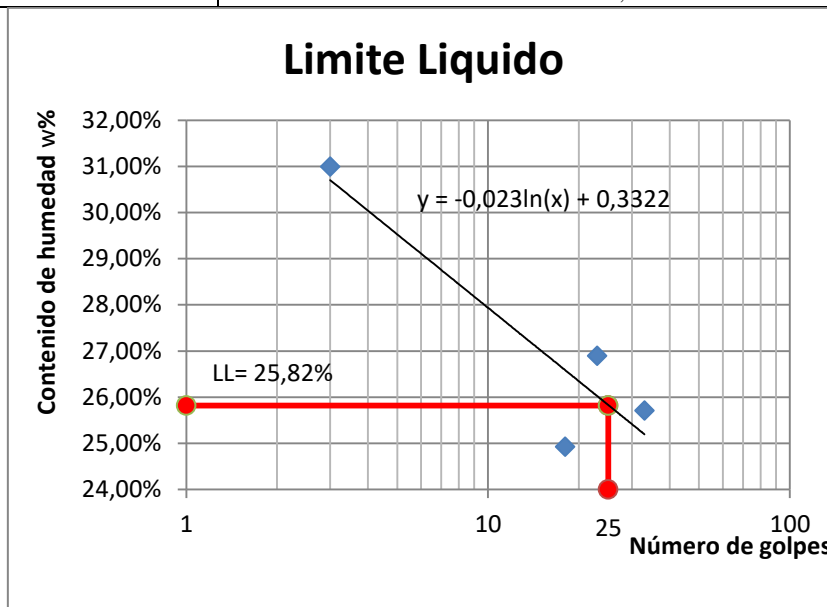
Abscisa: Km 19+720

Norma: ASSTM D424-71
AASHTO T-90-70
INEN 691

Capa: Suelo de fundación

Evaluado por: Jéssica Chuqui

Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	79	12	76	74	3	65	31	63
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.)gr	24,9	26,4	21,1	19,1	22,8	25,8	25,1	27,4
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	21,6	22,8	19,1	17,6	20,4	22,6	22,6	24
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,2	10,9	11,3	11,4	11,4	10,8	12,7	11
Peso del agua (Ww) gr	3,3	3,6	2	1,5	2,4	3,2	2,5	3,4
Peso de los sólidos (Ws) gr	10,4	11,9	7,8	6,2	9	11,8	9,9	13
Contenido de humedad (ω%)	31,73%	30,25%	25,64%	24,19%	26,67%	27,12%	25,25%	26,15%
Contenido de humedad promedio	30,99%		24,92%		26,89%		25,70%	
Número de golpes	3		18		23		33	
Límite Líquido	25,82%							



Determinación del contenido de humedad w%

Recipiente número		2	7	13	4	17	4A
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,9	11,6	11,6	11,7	11,9	11,6
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,8	11,4	11,5	11,6	11,7	11,4
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,5	11	11,2	10,8	10,4
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1,2	1,1	0,6	0,5	1,1	1,2
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	1,1	0,9	0,5	0,4	0,9	1
Contenido de humedad w%	%	9,09%	22,22%	20,00%	25,00%	22,22%	20,00%
Contenido de humedad promedio w%	%	21,89%					
Límite plástico	%	21,89%					
Índice plástico	%	3,93%					

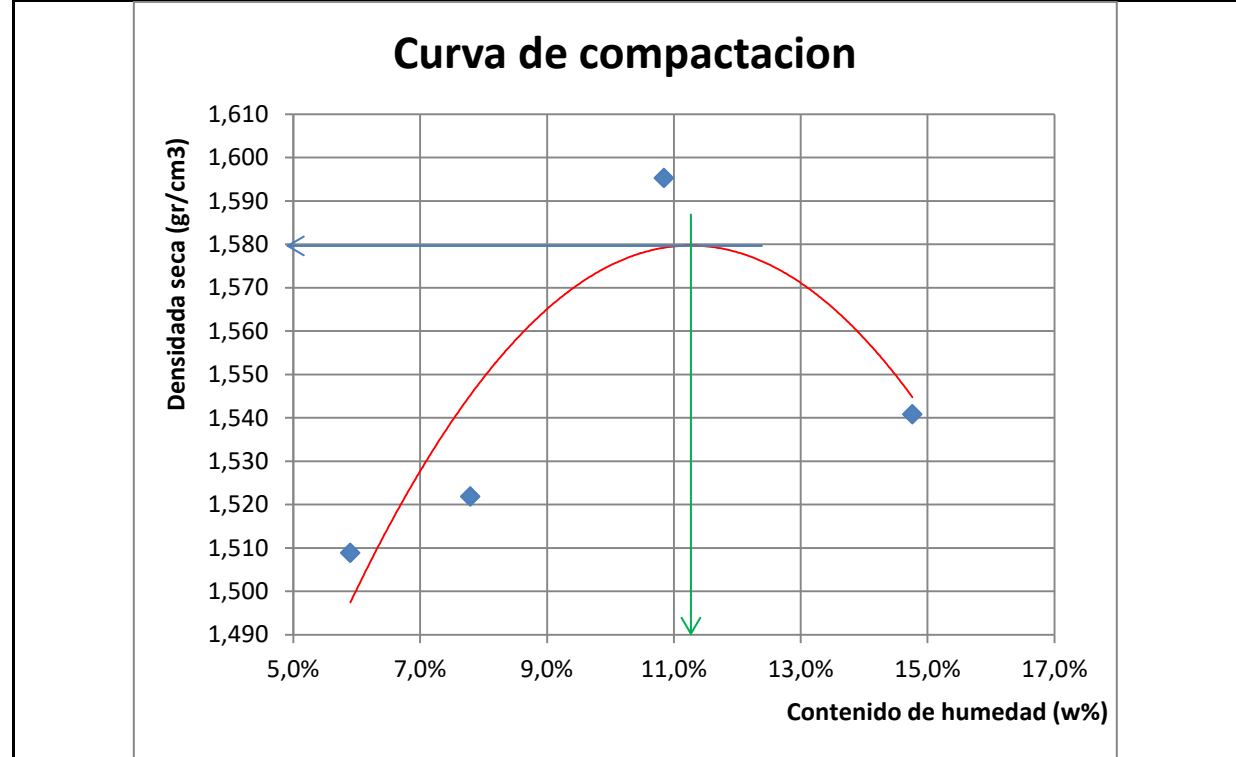
Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 19+740	Norma: AASHTO T - 180
Capa: Suelo de fundación	
Evaluated por: Jéssica Chuqui	

Especificaciones del Ensayo			
Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb	
Altura de caída: 18 in	Peso molde (gr): 16850	Volumen molde: 2346,939	cm3

Energía de compactación: 55 986

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)	20600	20700	21000	21000
Peso suelo húmedo wm	3750	3850	4150	4150
Peso unitario húmedo gm	1,598	1,640	1,768	1,768

Contenido de humedad								
Recipiente número	61	29	49	41	57	12	10	16
Rec + suelo húmedo (gr)	75,2	78,4	79,7	78,3	75,6	80,7	73,5	82,2
Rec + suelo seco (gr)	72,7	75,5	76,3	74,2	71,3	75,2	67,3	74,5
Peso agua (gr)	2,5	2,9	3,4	4,1	4,3	5,5	6,2	7,7
Peso recipiente (gr)	30,1	26,6	30,6	23,9	31	25,3	23,6	24,3
Peso suelo seco (gr)	42,60	48,90	45,7	50,3	40,3	49,9	43,7	50,2
Cont humedad w%	5,87%	5,93%	7,44%	8,15%	10,67%	11,02%	14,19%	15,34%
Contenido promedio w%	5,900%		7,795%		10,846%		14,763%	
Densidad seca gd	1,509		1,522		1,595		1,541	
Densidad máxima gmax	1,580							
Humedad óptima	11,21%							



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil							
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00							
Abscisa: Km 19+740				Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73			
Capa: Suelo de fundación							
Evaluado por: Jéssica Chuqui							
1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	18001		18975		20320	
Peso del molde	gr	13577		14886		16450	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4424		4089		3870	
2. Determinación del volumen del recipiente							
Diámetro	cm	15,2		15,2		15,2	
Altura	cm	12,6		12,7		12,5	
Volumen de la masa (Vm)	cm ³	2286,38		2304,52		2268,23	
3. Determinación del contenido de humedad							
Recipiente #		19	69	32	65	29	56
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	104,5	104,5	104,5	98,5	94,5	91,9
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	94,9	96,2	95,7	90,9	87,9	84,9
Peso recipiente (Wr)	gr	26,4	30,6	26,3	31	26,6	30,4
Peso agua (Ww)	gr	9,6	8,3	8,8	7,6	6,6	7
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	68,5	65,6	69,4	59,9	61,3	54,5
Contenido de humedad (W%)	%	14,01%	12,65%	12,68%	12,69%	10,77%	12,84%
Contenido de humedad promedio	%	13,33%		12,68%		11,81%	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm ³	1,93		1,77		1,71	
5. Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm ³	1,71		1,57		1,53	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 19+740

Capa: Suelo de fundación

Evaluado por: Jéssica Chuqui

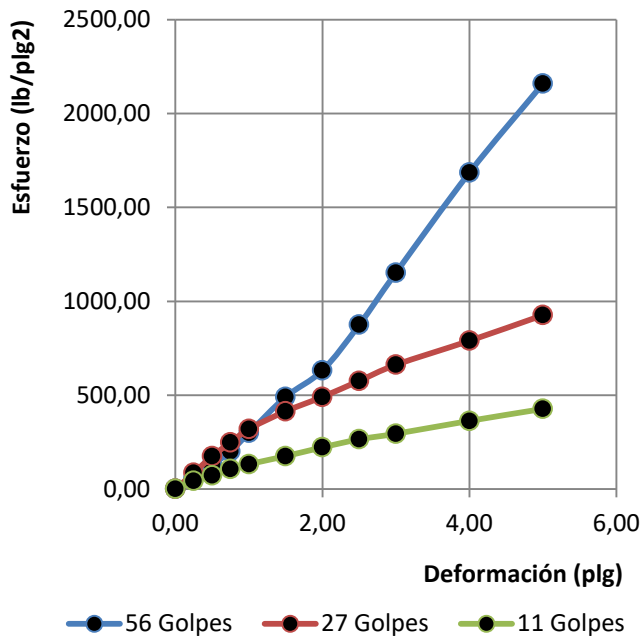
Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73

Determinación del CBR

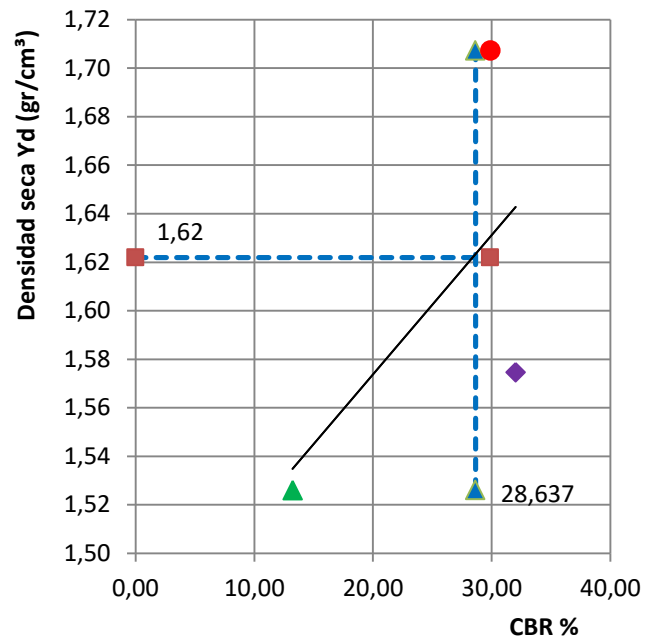
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
Penetración (plg -3)	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	13	55,48		20	85,36		10	42,68	
50	30	128,04		41	174,99		17	72,56	
75	47	200,60		58	247,54		25	106,70	
100	70	298,76	29,88	75	320,10	32,01	31	132,31	13,23
150	115	490,82		97	414,00		41	174,99	
200	148	631,66	63,17	115	490,82	49,08	52	221,94	22,19
250	205	874,94		135	576,18		62	264,62	
300	270	1152,36		155	661,54		69	294,49	
400	395	1685,86		185	789,58		85	362,78	
500	506	2159,61		217	926,16		100	426,80	

Curvas Esfuerzo vs. Deformación

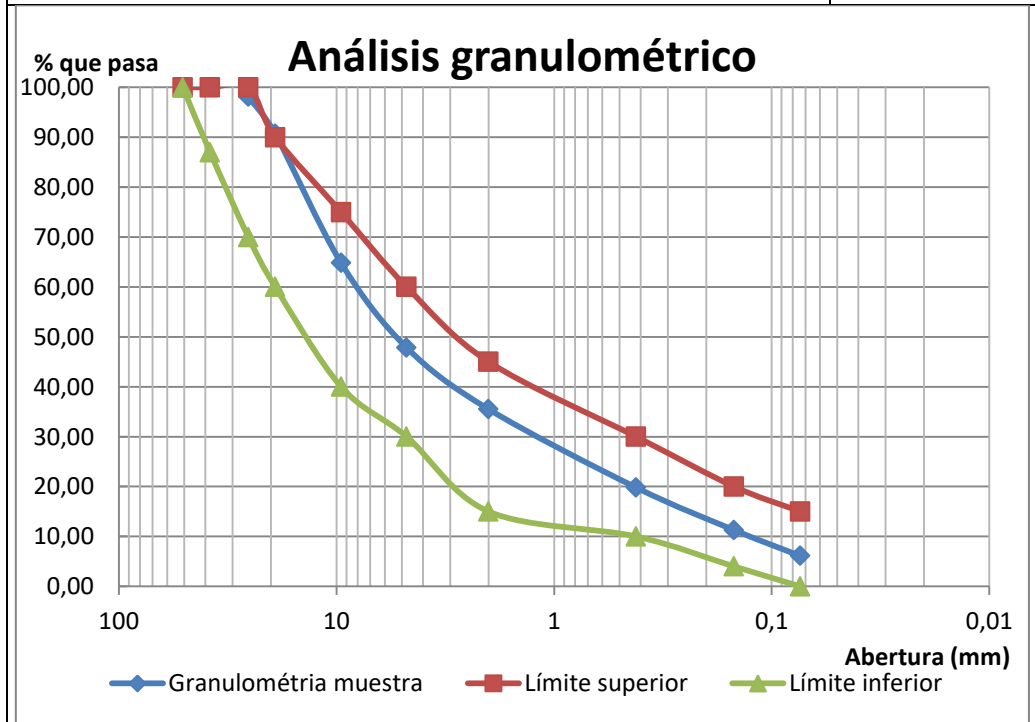


CBR vs. Densidades



Yd (Max)	95% Yd (Max)	CBR=28,64
1,71	1,62	

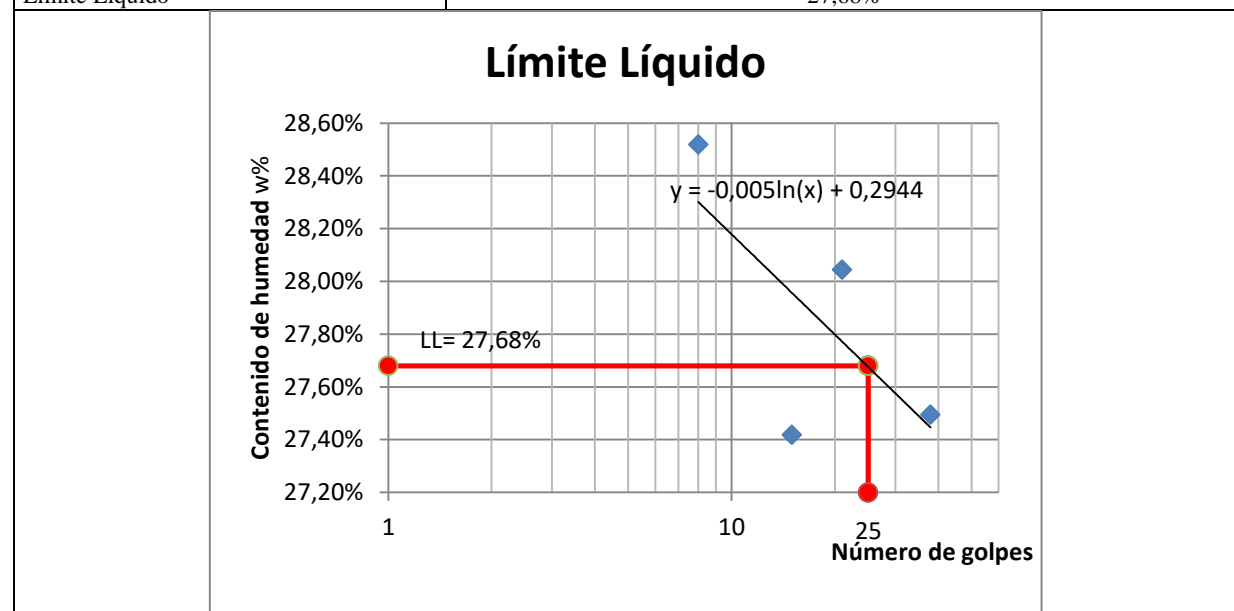
Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil				
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00				
Abscisa: Km 20+850		Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70		
Capa: Base		Evaluated por: Jéssica Chuqui		
TAMIZ	P. RETEN. ACU. (gr)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0	0,00	100,00	50,8
1 1/2"	0	0,00	100,00	38,1
1"	130,68	1,87	98,13	25,4
3/4"	653,4	9,33	90,67	19,1
3/8"	2463,47	35,19	64,81	9,52
# 4	3650,84	52,15	47,85	4,76
FUENTE	3349,16	47,85	-	-
Total	7000			
# 10	410,9	12,34	35,50	2
# 40	933,4	28,03	19,81	0,42
# 100	1217,1	36,55	11,29	0,149
# 200	1389,4	41,73	6,12	0,074
FONDO	203,7	6,12	-	-
Total	1593,1			
Parámetros de la granulometría				
Peso del Cuarteo (gr)				1593,10
Tamaño nominal máximo TNM (mm)				25,00
Diámetro efectivo D10 (mm)				0,13
Diámetro equiparable D30 (mm)				1,30
Diámetro dimensional D60 (mm)				8,00
Coefficiente de uniformidad Cu				61,54
Coefficiente de curvatura Cc				1,63



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 20+850	Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691
Capa: Base	
Evaluado por: Jéssica Chuqui	

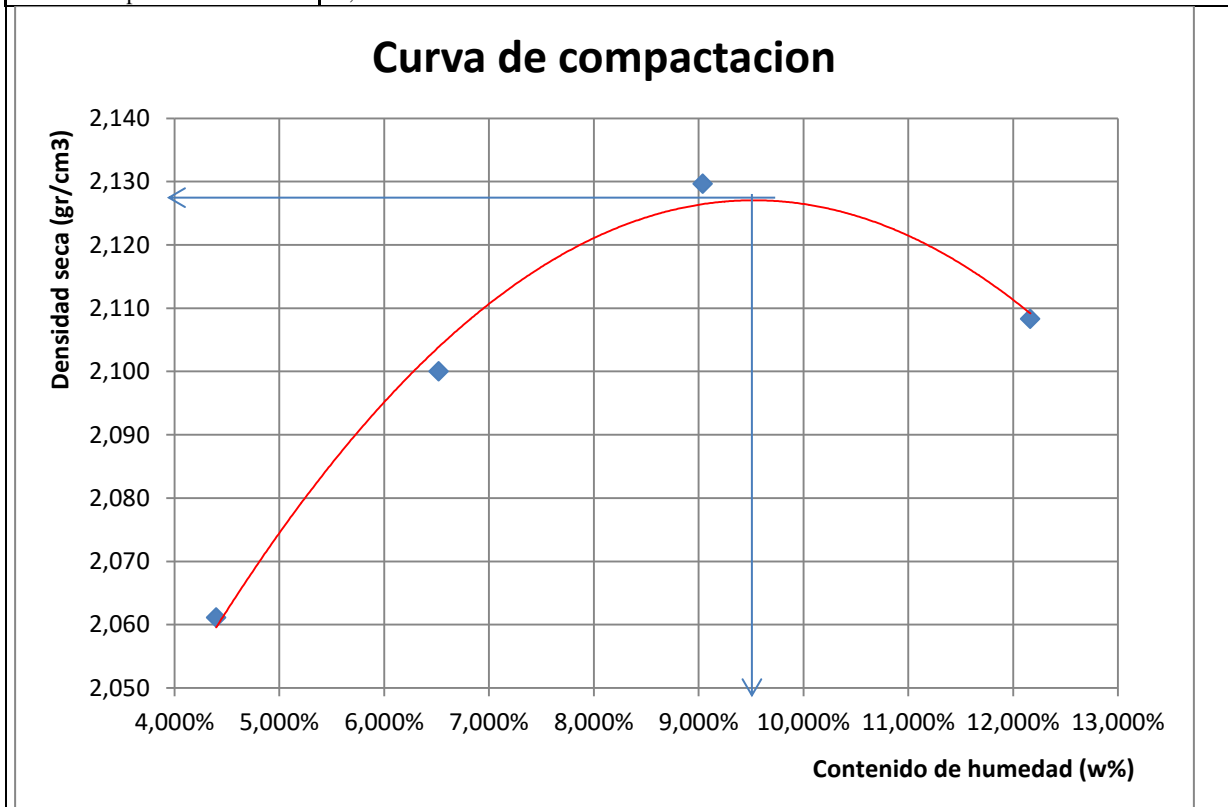
Datos								
1) Determinación del límite líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	70	28	42	66	20	21	36	26
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr	20,6	22,6	20,9	20,4	19,6	20,2	21,8	20,6
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	18,4	20,1	18,9	18,4	17,9	18,3	19,5	18,5
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	10,8	11,2	11,8	10,9	11,3	11,8	11,2	11,1
Peso del agua (Ww) gr	2,2	2,5	2	2	1,7	1,9	2,3	2,1
Peso de los sólidos (Ws) gr	7,6	8,9	7,1	7,5	6,6	6,5	8,3	7,4
Contenido de humedad (ω%)	28,95%	28,09%	28,17%	26,67%	25,76%	29,23%	27,71%	28,38%
Contenido de humedad promedio	28,52%		27,42%		27,49%		28,04%	
Número de golpes	8		15		38		21	
Límite Líquido	27,68%							



Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		16	7	17	6	14	4A
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	12	11,5	12,4	12	11,3	11,7
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,7	11,3	12,1	11,7	11,2	11,5
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,4	10,9	10,8	10,7	10,5
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1,3	1,1	1,5	1,2	0,6	1,2
Peso del agua (Ww)	gr	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	1	0,9	1,2	0,9	0,5	1
Contenido de humedad w%	%	30,00%	22,22%	25,00%	33,33%	20,00%	20,00%
Contenido de humedad promedio w%	%	21,81%					
Límite plástico	%	21,81%					
Índice plástico	%	5,87%					

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 20+850	Norma: AASHTO T – 180
Capa: Base	
Evaluated por: Jéssica Chuqui	

Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56	Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 lb				
Altura de caída: 18 in	Peso molde (gr): 16850		Volumen molde: 2346,94		cm³			
Energía de compactación: 55 986								
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)	21900	22100	22300	22400				
Peso suelo húmedo wm	5050	5250	5450	5550				
Peso unitario húmedo gm	2,152	2,237	2,322	2,365				
Contenido de humedad								
Recipiente número	25	66	37	34	58	52	15	68
Rec + suelo húmedo (gr)	99,5	96,6	93	94,8	94,1	97,8	114,5	114,8
Rec + suelo seco (gr)	96,6	93,6	89,3	90	89,8	91,3	103,3	107,2
Peso agua (gr)	2,9	3	3,7	4,8	4,3	6,5	11,2	7,6
Peso recipiente (gr)	24,3	30,9	25,9	23,4	30,9	31	25,5	30,7
Peso suelo seco (gr)	72,30	62,70	63,4	66,6	58,9	60,3	77,8	76,5
Cont humedad w%	4,01%	4,78%	5,84%	7,21%	7,30%	10,78%	14,40%	9,93%
Contenido promedio w%	4,398%		6,522%		9,040%		12,165%	
Densidad seca gd	2,061		2,100		2,130		2,108	
Densidad máxima gmax	2,127							
Humedad óptima	9,50%							



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil							
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00							
Abscisa: Km 20+850		Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73					
Capa: Base							
Evaluado por: Jéssica Chuqui							
1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	19091		20331		22042	
Peso del molde	gr	13600		15022		16926	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	5491		5309		5116	
2. Determinación del volumen del recipiente							
Diámetro	cm	15,1		15,1		15,2	
Altura	cm	12,5		12,8		12,6	
Volumen de la masa (Vm)	cm ³	2238,48		2292,21		2286,38	
3. Determinación del contenido de humedad							
Recipiente #		56	29	19	69	32	65
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	128,7	120,8	115,2	121,6	135,4	114,2
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	118	111,4	106,4	112,3	125,5	105,6
Peso recipiente (Wr)	gr	30,4	26,6	26,4	30,5	26,6	31,1
Peso agua (Ww)	gr	10,7	9,4	8,8	9,3	9,9	8,6
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	87,6	84,8	80	81,8	98,9	74,5
Contenido de humedad (W%)	%	12,21%	11,08%	11,00%	11,37%	10,01%	11,54%
Contenido de humedad promedio	%	11,65%		11,18%		10,78%	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm ³	2,45		2,32		2,24	
5. Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm ³	2,20		2,08		2,02	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 20+850

Capa: Base

Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73

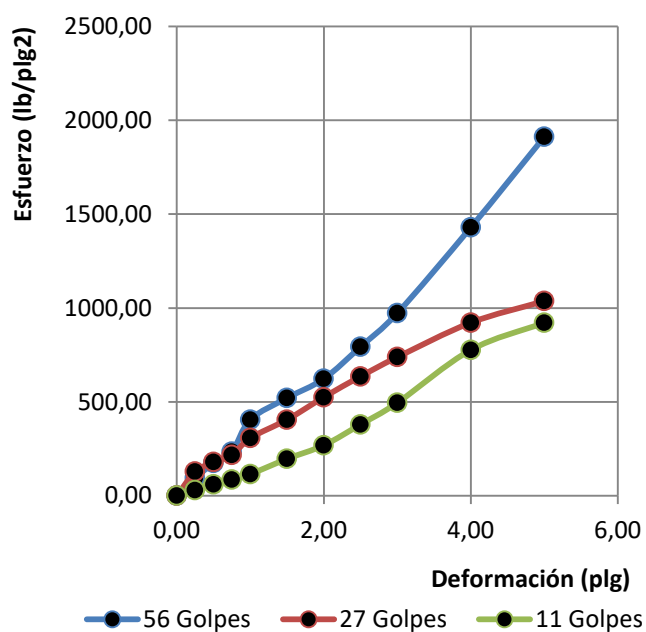
Evaluado por: Jéssica Chuqui

Determinación del CBR

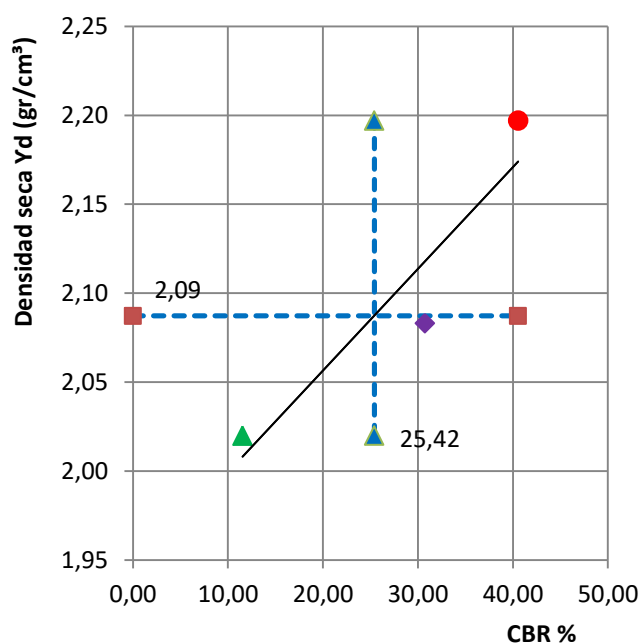
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
Penetración (plg -3)	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	22	93,90		30	128,04		7	29,88	
50	41	174,99		42	179,26		14	59,75	
75	55	234,74		51	217,67		20	85,36	
100	95	405,46	40,55	72	307,30	30,73	27	115,24	11,52
150	122	520,70		95	405,46		46	196,33	
200	146	623,13	62,31	123	524,96	52,50	63	268,88	26,89
250	186	793,85		149	635,93		89	379,85	
300	228	973,10		173	738,36		116	495,09	
400	335	1429,78		216	921,89		182	776,78	
500	448	1912,06		243	1037,12		216	921,89	

Curvas Esfuerzo vs. Deformación

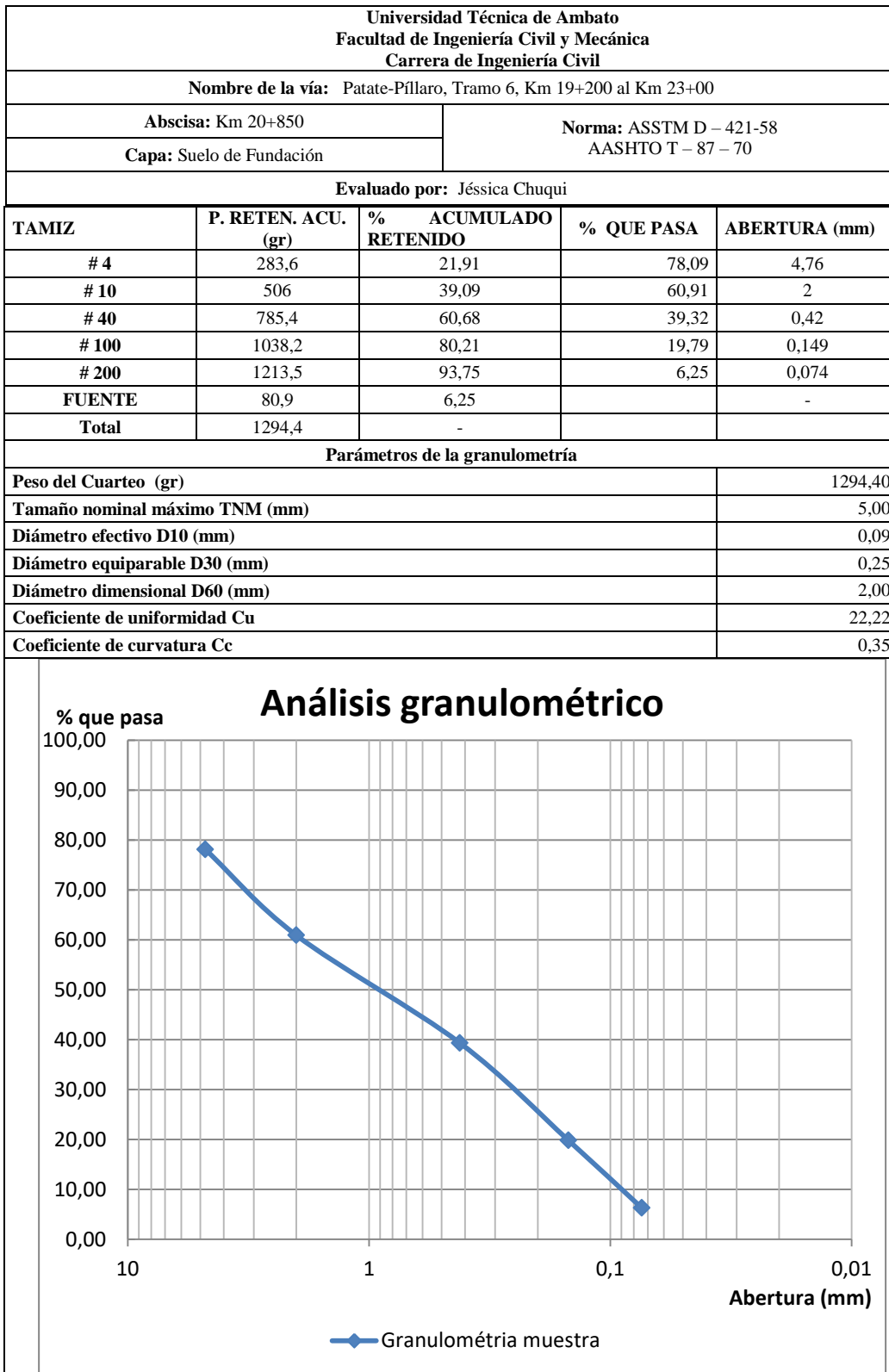


CBR vs. Densidades



Yd (Max)	95% Yd (Max)
2,20	2,09

CBR= 25,42



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 20+850

Capa: Suelo de fundación

Evaluado por: Jéssica Chuqui

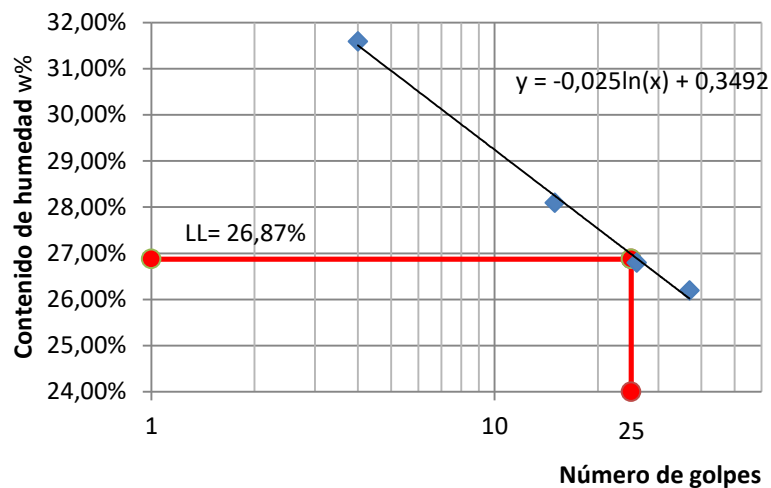
Norma: ASSTM D424-71

AASHTO T-90-70

INEN 691

Datos									
1) Determinación del límite líquido		0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-		65	3	63	31	14	60	39	17
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.) gr		23,4	23,8	21,4	24,2	18,1	17	21	20
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr		20,4	20,8	19,1	21,7	16,5	15,8	19	18,2
Peso del recipiente (Wrecip.) gr		10,8	11,4	11	12,7	11	10,9	11,5	11,2
Peso del agua (Ww) gr		3	3	2,3	2,5	1,6	1,2	2	1,8
Peso de los sólidos (Ws) gr		9,6	9,4	8,1	9	5,5	4,9	7,5	7
Contenido de humedad (ω%)		31,25%	31,91%	28,40%	27,78%	29,09%	24,49%	26,67%	25,71%
Contenido de humedad promedio		31,58%		28,09%		26,79%		26,19%	
Número de golpes		4		15		26		37	
Límite Líquido		26,87%							

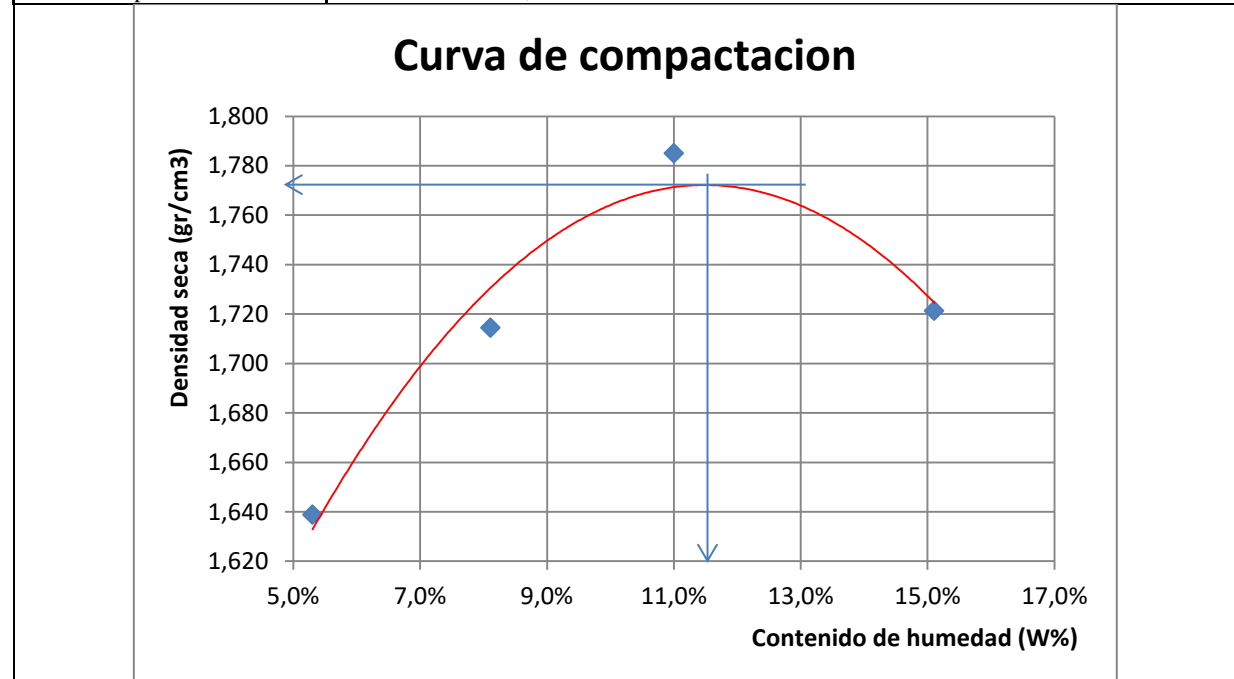
Límite Líquido



Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		37	63	28	44	7	A3
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	6,9	6,6	8,2	6,9	8,4	5,3
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	6,7	6,5	8	6,7	8,2	5,1
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	5,9	6	7,4	6,2	7,4	4,4
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1	0,6	0,8	0,7	1	0,9
Peso del agua (Ww)	gr	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,8	0,5	0,6	0,5	0,8	0,7
Contenido de humedad w%	%	25,00%	20,00%	33,33%	40,00%	25,00%	28,57%
Contenido de humedad promedio w%	%	26,38%					
Límite plástico	%	26,38%					
Índice plástico	%	0,49%					

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 20+850	Norma: AASHTO T – 180
Capa: Suelo de Fundación	
Evaluated por: Jéssica Chuqui	

Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56	Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 lb				
Altura de caída: 18 in	Peso molde (gr): 16850		Volumen molde: 2346,94 cm ³					
Energía de compactación: 55 986								
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)	20900		21200		21500		21500	
Peso suelo húmedo wm	4050		4350		4650		4650	
Peso unitario húmedo gm	1,726		1,853		1,981		1,981	
Contenido de humedad								
Recipiente número	61	29	49	41	57	12	10	16
Rec + suelo húmedo (gr)	89,5	93,8	90,8	88,8	85,9	91,2	93,1	108,5
Rec + suelo seco (gr)	86,7	90,2	86,5	83,7	80,6	84,5	84,1	97,3
Peso agua (gr)	2,8	3,6	4,3	5,1	5,3	6,7	9	11,2
Peso recipiente (gr)	30,1	26,6	30,6	23,9	31	25,3	23,6	24,3
Peso suelo seco (gr)	56,60	63,60	55,9	59,8	49,6	59,2	60,5	73
Cont humedad w%	4,95%	5,66%	7,69%	8,53%	10,69%	11,32%	14,88%	15,34%
Contenido promedio w%	5,304%		8,110%		11,002%		15,109%	
Densidad seca gd	1,639		1,714		1,785		1,721	
Densidad máxima gmax	1,706							
Humedad óptima	11,6%							



Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil							
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00							
Abscisa: Km 20+850				Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73			
Capa: Suelo de Fundación							
Evaluado por: Jéssica Chuqui							
1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	21249		21536		19990	
Peso del molde	gr	16371		16825		15536	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4878		4711		4454	
2. Determinación del volumen del recipiente							
Diámetro	cm	15,3		15,3		15,3	
Altura	cm	12,7		12,7		13	
Volumen de la masa (Vm)	cm ³	2334,94		2334,94		2390,10	
3. Determinación del contenido de humedad							
Recipiente #		21	57	58	25	67	24
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	107,2	108,1	110	106,9	103,9	113,5
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	97,8	99	100,6	97,5	95,6	103,8
Peso recipiente (Wr)	gr	27,5	30,9	30,8	24,1	30,2	24,1
Peso agua (Ww)	gr	9,4	9,1	9,4	9,4	8,3	9,7
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	70,3	68,1	69,8	73,4	65,4	79,7
Contenido de humedad (W%)	%	13,37%	13,36%	13,47%	12,81%	12,69%	12,17%
Contenido de humedad promedio	%	13,37%		13,14%		12,43%	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm ³	2,09		2,02		1,86	
5. Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm ³	1,84		1,78		1,66	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 20+850

Capa: Suelo de Fundación

Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73

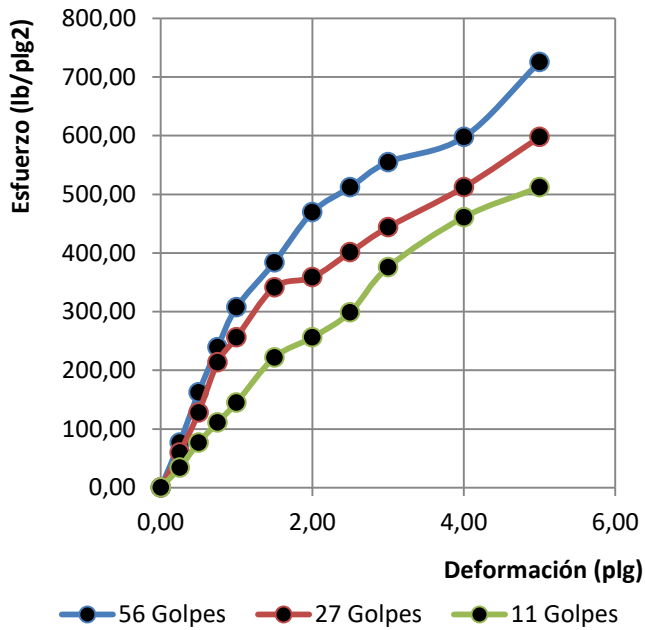
Evaluado por: Jéssica Chuqui

Determinación del CBR

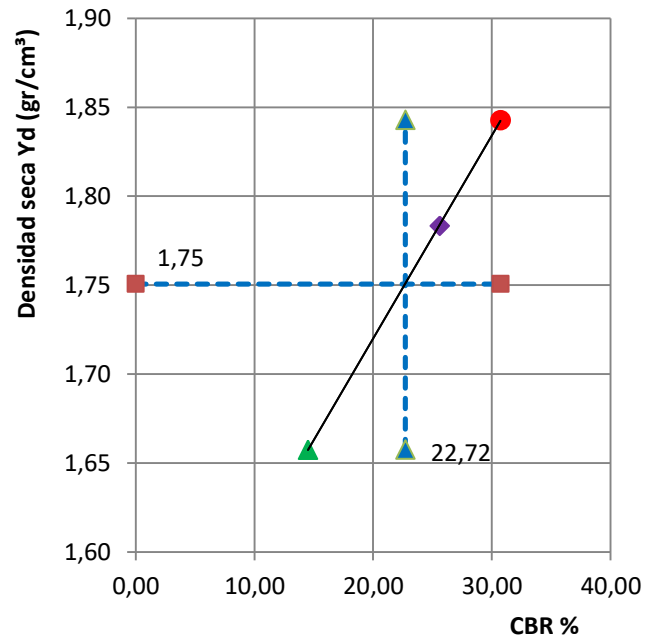
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
Penetración (plg -3)	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	18	76,82		14	59,75		8	34,14	
50	38	162,18		30	128,04		18	76,82	
75	56	239,01		50	213,40		26	110,97	
100	72	307,30	30,73	60	256,08	25,61	34	145,11	14,51
150	90	384,12		80	341,44		52	221,94	
200	110	469,48	46,95	84	358,51	35,85	60	256,08	25,61
250	120	512,16		94	401,19		70	298,76	
300	130	554,84		104	443,87		88	375,58	
400	140	597,52		120	512,16		108	460,94	
500	170	725,56		140	597,52		120	512,16	

Curvas Esfuerzo vs. Deformación

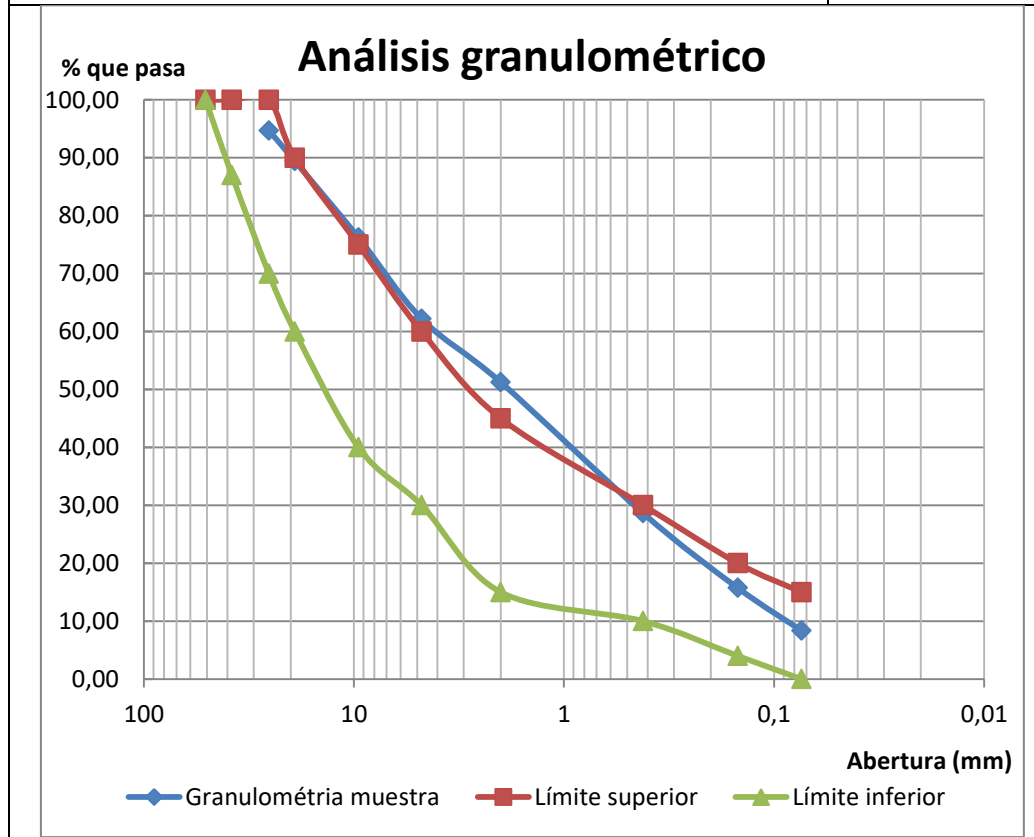


CBR vs. Densidades



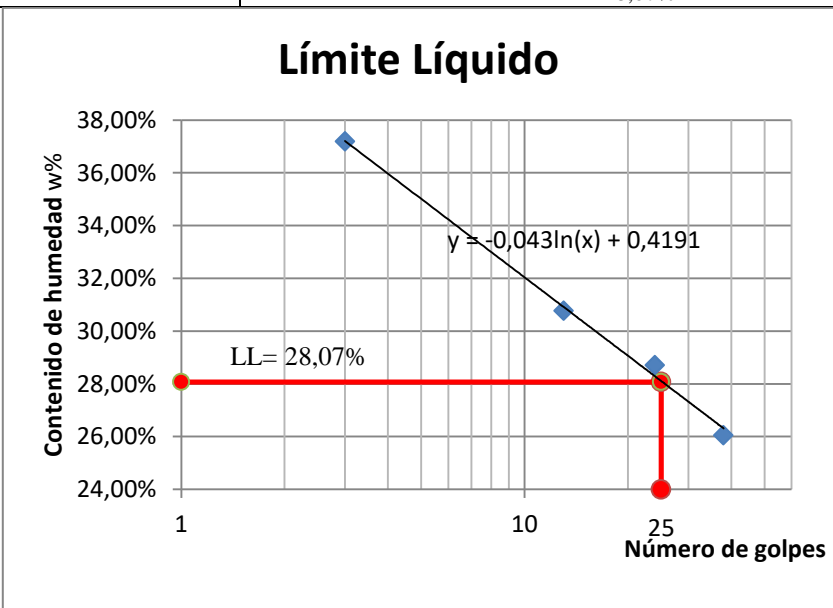
Yd (Max)	95% Yd (Max)	CBR=22,72
1,84	1,75	

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil				
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00				
Abscisa: Km 21+480		Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70		
Capa: Base				
Evaluado por: Jéssica Chuqui				
TAMIZ	P. RETEN. ACU. (gr)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0	0,00	100,00	50,8
1 1/2"	0	0,00	100,00	38,1
1"	370,49	5,29	94,71	25,4
3/4"	740,57	10,58	89,42	19,1
3/8"	1663,14	23,76	76,24	9,52
# 4	2646,48	37,81	62,19	4,76
FUENTE	4353,52	62,19	-	-
Total	7000			
# 10	230,8	10,95	51,24	2
# 40	707,7	33,57	28,62	0,42
# 100	979,3	46,45	15,74	0,149
# 200	1134,5	53,82	8,38	0,074
FONDO	176,6	8,38	-	-
Total	1311,1			
Parámetros de la granulometría				
Peso del Cuarteo (gr)				1311,10
Tamaño nominal máximo TNM (mm)				25,00
Diámetro efectivo D10 (mm)				0,09
Diámetro equiparable D30 (mm)				0,50
Diámetro dimensional D60 (mm)				4,00
Coefficiente de uniformidad Cu				44,44
Coefficiente de curvatura Cc				0,69



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 21+480	Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691
Capa: Base	
Evaluated por: Jéssica Chuqui	

Datos	0-10		10-20		20-30		30-40	
1) Determinación del límite líquido								
Recipiente N.-	27	62	74	10	4	77	76	41
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.) gr	21,1	21,8	23,4	23,4	17,3	19,5	20,4	19,7
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	18,2	18,9	20,6	20,6	15,8	17,8	18,5	17,9
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	10,5	11	11,4	11,6	11	11,3	11,3	10,9
Peso del agua (Ww) gr	2,9	2,9	2,8	2,8	1,5	1,7	1,9	1,8
Peso de los sólidos (Ws) gr	7,7	7,9	9,2	9	4,8	6,5	7,2	7
Contenido de humedad (ω%)	37,66%	36,71%	30,43%	31,11%	31,25%	26,15%	26,39%	25,71%
Contenido de humedad promedio	37,19%		30,77%		28,70%		26,05%	
Número de golpes	3		13		24		38	
Límite Líquido	28,07%							



Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		2	3	13	60	12	2
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,5	11,8	11,8	11,7	11,5	12,1
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,3	11,5	11,6	11,6	11,4	11,8
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,4	10,6	10,6	10,6	10,5	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1,1	1,2	1,2	1,1	1	1,4
Peso del agua (Ww)	gr	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,9	0,9	1	1	0,9	1,1
Contenido de humedad w%	%	22,22%	33,33%	20,00%	10,00%	11,11%	27,27%
Contenido de humedad promedio w%	%	25,71%					
Límite plástico	%	25,71%					
Índice plástico	%	2,36%					

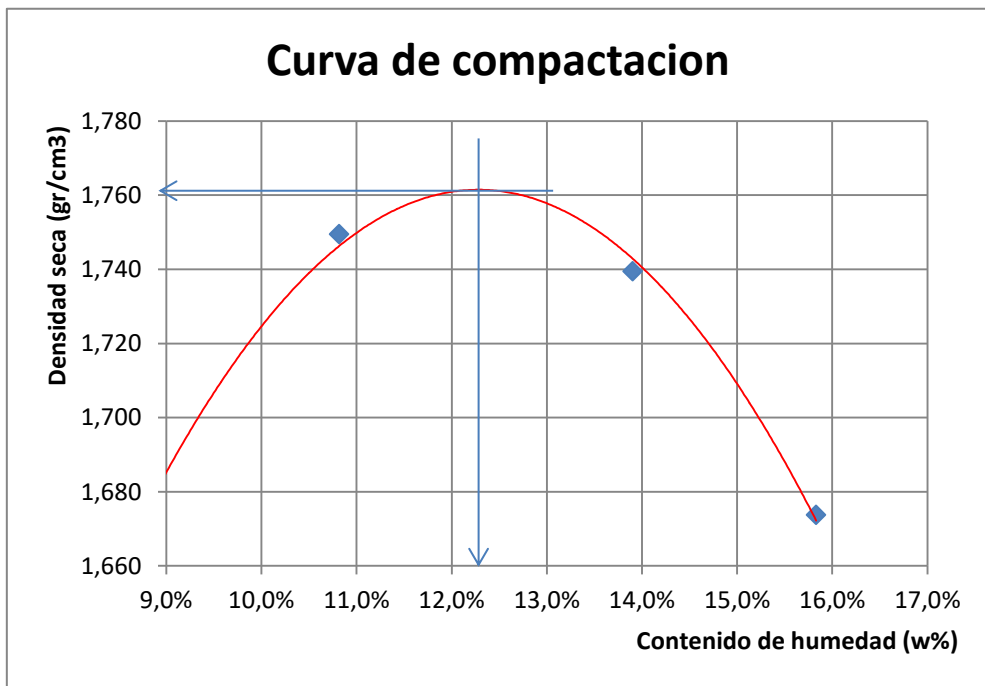
Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 21+480	Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70
Capa: Base	
Evaluated por: Jéssica Chuqui	

Especificaciones del Ensayo			
Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb	
Altura de caída: 18 in	Peso molde (gr): 16850	Volumen molde: 2346,94	cm3

Energía de compactación: 55 986

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)	21100	21400	21500	21400
Peso suelo húmedo wm	4250	4550	4650	4550
Peso unitario húmedo gm	1,811	1,939	1,981	1,939

Contenido de humedad								
Recipiente número	14	67	53	28	45	59	36	65
Rec + suelo húmedo (gr)	87,2	90,3	97,9	90,3	82,9	94	94,5	95,2
Rec + suelo seco (gr)	82,3	85,6	91,6	83,5	75,8	86,1	84,8	86,6
Peso agua (gr)	4,9	4,7	6,3	6,8	7,1	7,9	9,7	8,6
Peso recipiente (gr)	26,6	30,3	30,9	23,1	23,4	30,7	24,8	31,1
Peso suelo seco (gr)	55,70	55,30	60,7	60,4	52,4	55,4	60	55,5
Cont humedad w%	8,80%	8,50%	10,38%	11,26%	13,55%	14,26%	16,17%	15,50%
Contenido promedio w%	8,648%		10,819%		13,905%		15,831%	
Densidad seca gd	1,667		1,749		1,739		1,674	
Densidad máxima gmax	1,762 gr/cm3							
Humedad óptima	12,25							



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil							
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00							
Abscisa: Km 21+480		Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73					
Capa: Base							
Evaluado por: Jéssica Chuqui							
1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	18525		21025		19861	
Peso del molde	gr	13561		16454		15550	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4964		4571		4311	
2. Determinación del volumen del recipiente							
Diámetro	cm	15,2		15		15,1	
Altura	cm	12,6		12,6		12,9	
Volumen de la masa (Vm)	cm ³	2286,38		2226,60		2310,11	
3. Determinación del contenido de humedad							
Recipiente #		32	65	21	63	69	29
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	94,9	93,3	107,4	102,5	106,4	107,1
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	86,7	86,3	98,5	95	98,7	97,9
Peso recipiente (Wr)	gr	26,4	31,1	26,7	31	30,8	26,6
Peso agua (Ww)	gr	8,2	7	8,9	7,5	7,7	9,2
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	60,3	55,2	71,8	64	67,9	71,3
Contenido de humedad (W%)	%	13,60%	12,68%	12,40%	11,72%	11,34%	12,90%
Contenido de humedad promedio	%	13,14%		12,06%		12,12%	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm ³	2,17		2,05		1,87	
5. Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm ³	1,92		1,83		1,66	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 21+480

Capa: Base

Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73

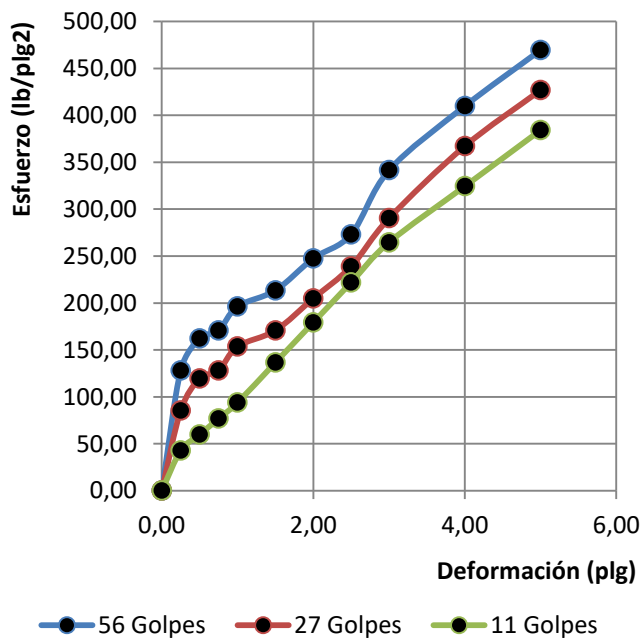
Evaluado por: Jéssica Chuqui

Determinación del CBR

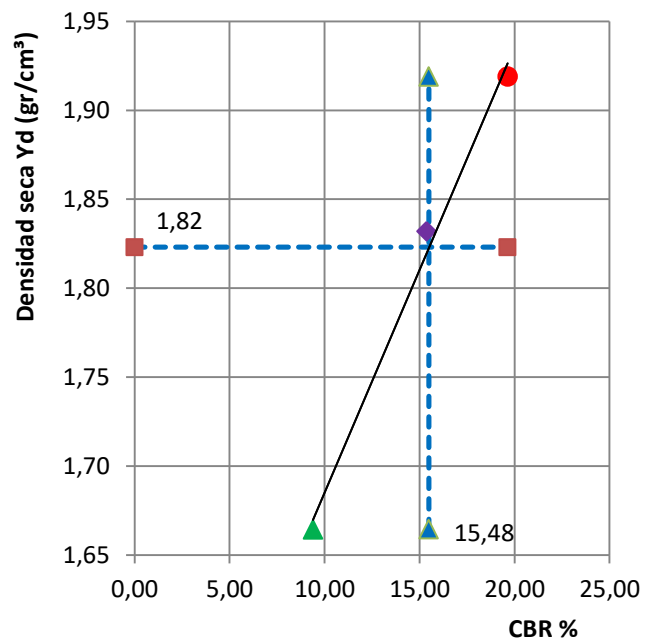
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
Penetración (plg -3)	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	30	128,04		20	85,36		10	42,68	
50	38	162,18		28	119,50		14	59,75	
75	40	170,72		30	128,04		18	76,82	
100	46	196,33	19,63	36	153,65	15,36	22	93,90	9,39
150	50	213,40		40	170,72		32	136,58	
200	58	247,54	24,75	48	204,86	20,49	42	179,26	17,93
250	64	273,15		56	239,01		52	221,94	
300	80	341,44		68	290,22		62	264,62	
400	96	409,73		86	367,05		76	324,37	
500	110	469,48		100	426,80		90	384,12	

Curvas Esfuerzo vs. Deformación

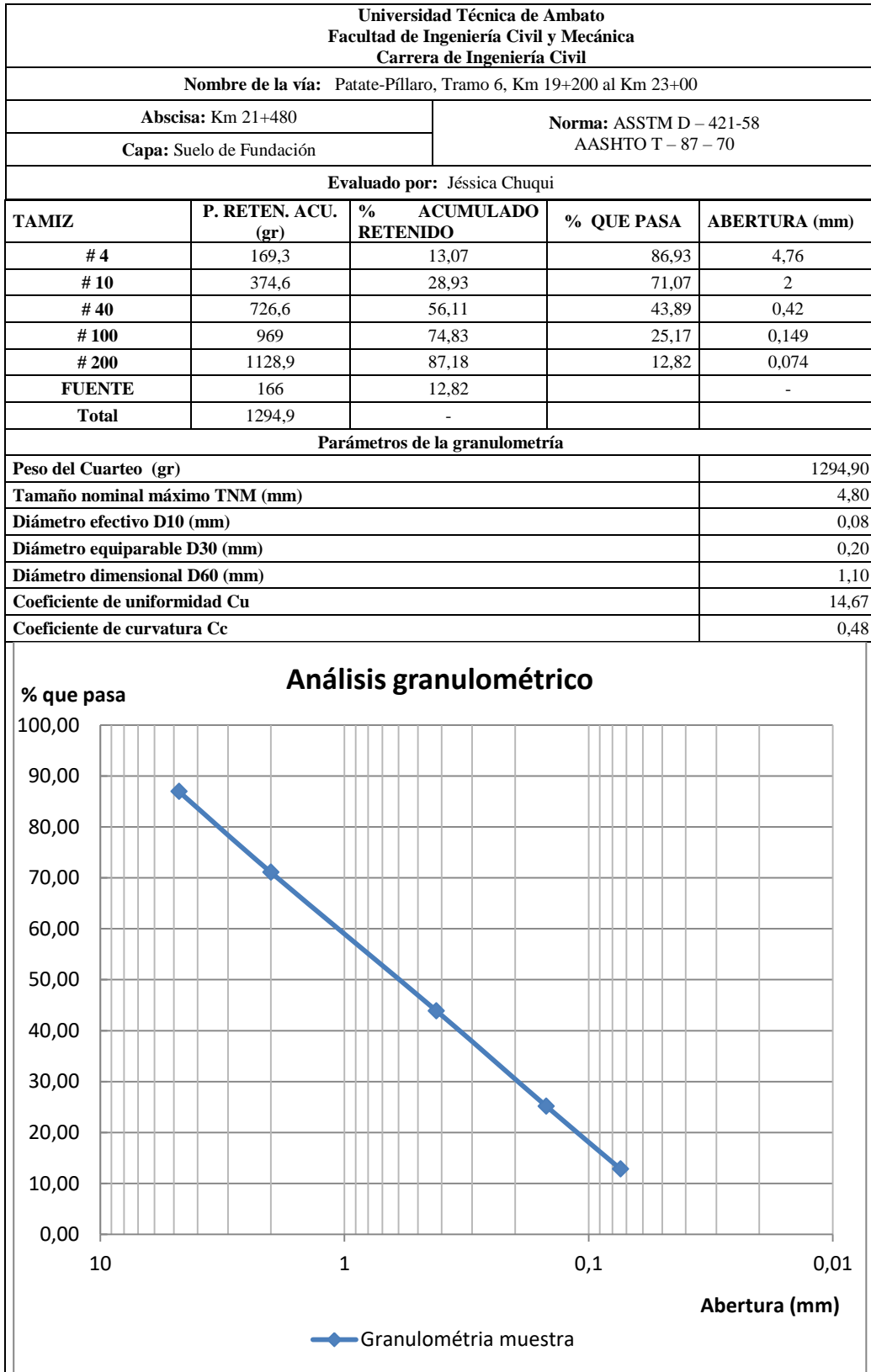


CBR vs. Densidades



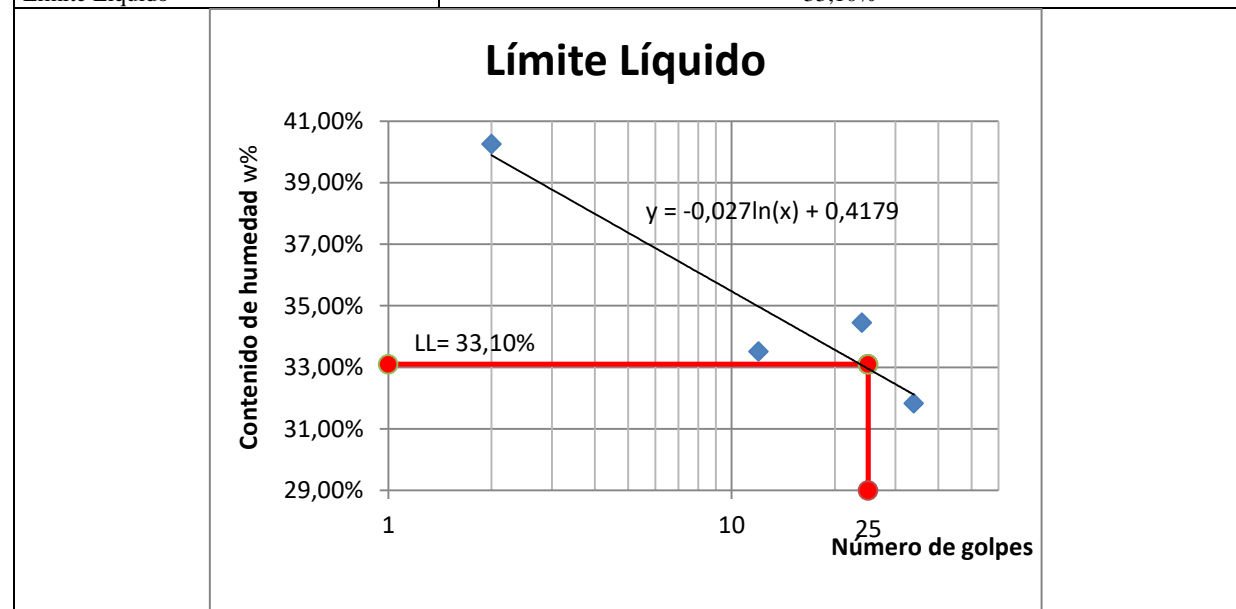
Yd (Max) 1,92 95% Yd (Max) 1,82

CBR= 15,48



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 21+480	Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691
Capa: Suelo de fundación	
Evaluado por: Jéssica Chuqui	

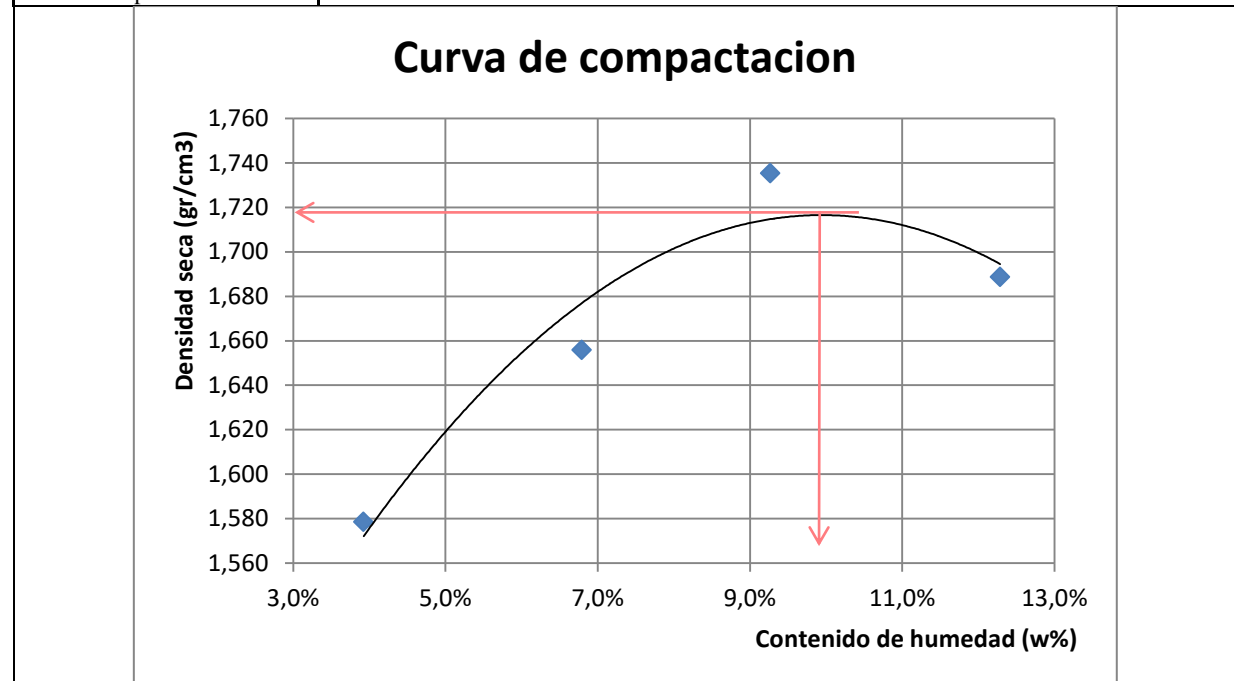
Datos		0-10		10-20		20-30		30-40	
1) Determinación del límite líquido									
Recipiente N.-		28	62	61	4	60	14	17	39
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr		25,6	26,9	21,4	22,5	21,9	23,2	20,4	22,8
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr		21,5	22,3	18,9	19,6	20,2	19,1	18,2	20,1
Peso del recipiente (Wrecip.) gr		11,2	11	11,3	11,1	10,9	11	11,3	11,6
Peso del agua (Ww) gr		4,1	4,6	2,5	2,9	1,7	4,1	2,2	2,7
Peso de los sólidos (Ws) gr		10,3	11,3	7,6	8,5	9,3	8,1	6,9	8,5
Contenido de humedad (ω%)		39,81%	40,71%	32,89%	34,12%	18,28%	50,62%	31,88%	31,76%
Contenido de humedad promedio		40,26%		33,51%		34,45%		31,82%	
Número de golpes		2		12		24		34	
Límite Líquido		33,10%							



Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		11	18	14	9	6	1
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,9	12,1	12,1	11,8	11,9	12,1
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	11,7	11,8	11,7	11,5	11,6	11,8
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,8	10,6	10,7	10,7	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1,2	1,3	1,5	1,1	1,2	1,4
Peso del agua (Ww)	gr	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
Peso del suelo seco (Ws)	gr	1	1	1,1	0,8	0,9	1,1
Contenido de humedad w%	%	20,00%	30,00%	36,36%	37,50%	33,33%	27,27%
Contenido de humedad promedio w%	%	32,89%					
Límite plástico	%	32,89%					
Índice plástico	%	0,21%					

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 21+480	Norma: AASHTO T – 180
Capa: Suelo de Fundación	
Evaluated por: Jéssica Chuqui	

Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56	Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 lb				
Altura de caída: 18 in	Peso molde (gr): 16850		Volumen molde: 2346,94 cm ³					
Energía de compactación: 55 986								
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)	20700		21000		21300		21300	
Peso suelo húmedo wm	3850		4150		4450		4450	
Peso unitario húmedo gm	1,640		1,768		1,896		1,896	
Contenido de humedad								
Recipiente número	43	55	26	64	32	62	50	11
Rec + suelo húmedo (gr)	76	82,2	72,1	88,1	86,5	87,3	85,4	93
Rec + suelo seco (gr)	74,1	80,2	69,2	84,2	81,5	82,4	79,3	86,4
Peso agua (gr)	1,9	2	2,9	3,9	5	4,9	6,1	6,6
Peso recipiente (gr)	24,5	30,4	23,1	30,7	26,4	30,6	31,2	30,9
Peso suelo seco (gr)	49,60	49,80	46,1	53,5	55,1	51,8	48,1	55,5
Cont humedad w%	3,83%	4,02%	6,29%	7,29%	9,07%	9,46%	12,68%	11,89%
Contenido promedio w%	3,923%		6,790%		9,267%		12,287%	
Densidad seca gd	1,579		1,656		1,735		1,689	
Densidad máxima gmax	1,718							
Humedad óptima	10%							



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil							
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00							
Abscisa: Km 21+480				Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73			
Capa: Suelo de Fundación							
Evaluado por: Jéssica Chuqui							
1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	17930		19195		20449	
Peso del molde	gr	13561		14996		16457	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4369		4199		3992	
2. Determinación del volumen del recipiente							
Diámetro	cm	15,2		15,2		15	
Altura	cm	12,6		12,7		12,7	
Volumen de la masa (Vm)	cm ³	2286,38		2304,52		2244,27	
3. Determinación del contenido de humedad							
Recipiente #		32	65	32	65	57	58
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	94,9	93,2	102,5	98,2	84,6	92,5
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	87,7	85,9	94,8	90,4	79,1	85,7
Peso recipiente (Wr)	gr	26,4	31,1	26,7	31	30,8	30,7
Peso agua (Ww)	gr	7,2	7,3	7,7	7,8	5,5	6,8
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	61,3	54,8	68,1	59,4	48,3	55
Contenido de humedad (W%)	%	11,75%	13,32%	11,31%	13,13%	11,39%	12,36%
Contenido de humedad promedio	%	12,53%		12,22%		11,88%	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm ³	1,91		1,82		1,78	
5. Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm ³	1,70		1,62		1,59	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 21+480

Capa: Suelo de Fundación

Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73

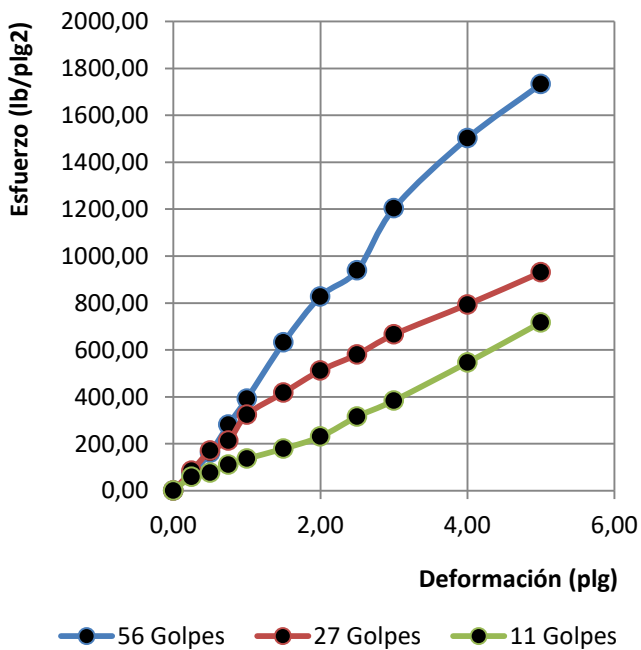
Evaluado por: Jéssica Chuqui

Determinación del CBR

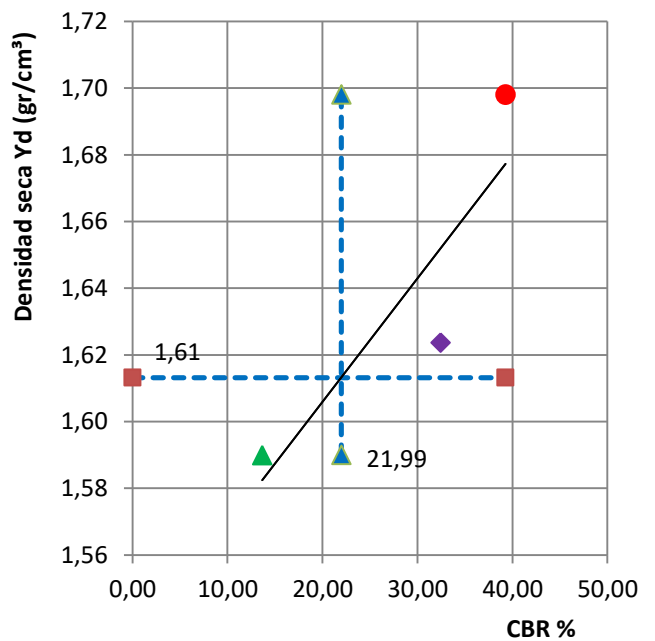
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
Penetración (plg -3)	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	18	76,82		20	85,36		14	59,75	
50	38	162,18		40	170,72		18	76,82	
75	66	281,69		50	213,40		26	110,97	
100	92	392,66	39,27	76	324,37	32,44	32	136,58	13,66
150	148	631,66		98	418,26		42	179,26	
200	194	827,99	82,80	120	512,16	51,22	54	230,47	23,05
250	220	938,96		136	580,45		74	315,83	
300	282	1203,58		156	665,81		90	384,12	
400	352	1502,34		186	793,85		128	546,30	
500	406	1732,81		218	930,42		168	717,02	

Curvas Esfuerzo vs. Deformación



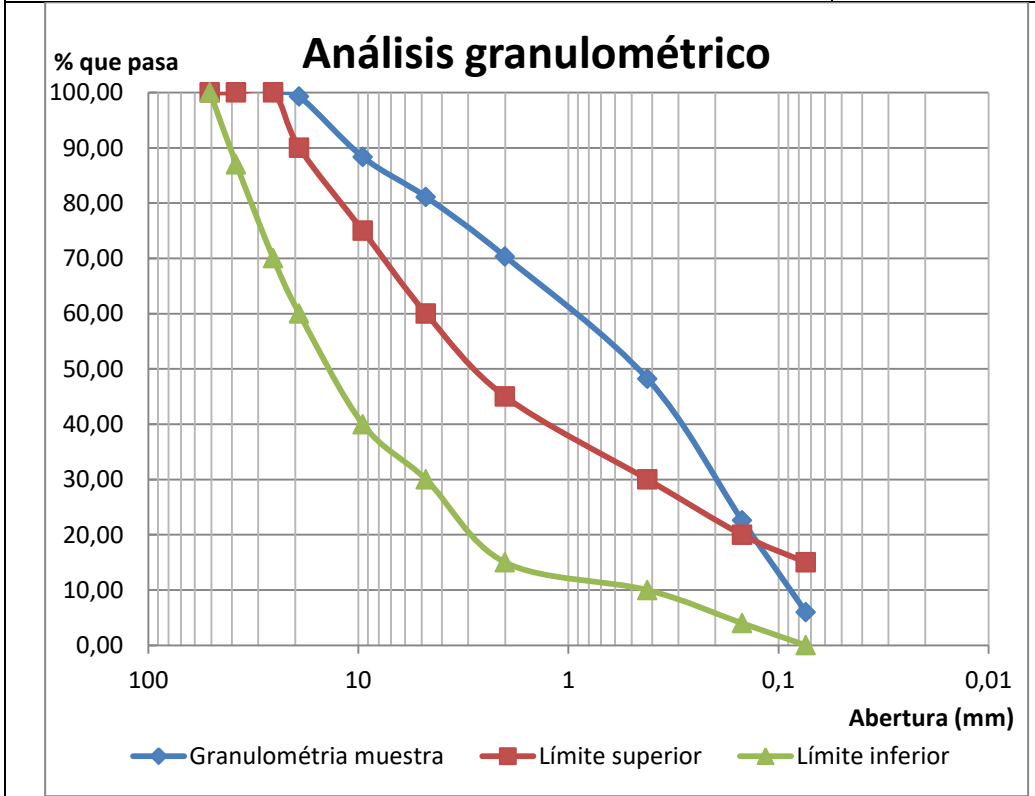
CBR Km vs. Densidades



Yd (Max)	95% Yd (Max)
1,70	1,61

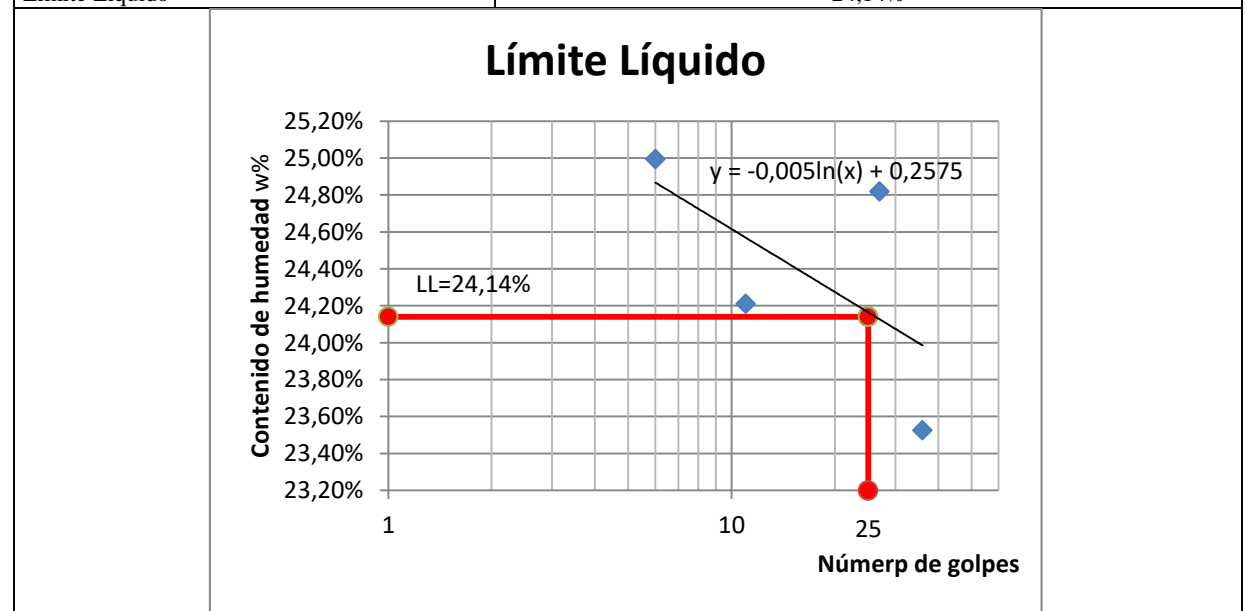
CBR=21,99

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil				
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00				
Abscisa: Km 22+080		Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70		
Capa: Base				
Evaluado por: Jéssica Chuqui				
TAMIZ	P. RETEN. ACU. (gr)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0	0,00	100,00	50,8
1 1/2"	0	0,00	100,00	38,1
1"	0	0,00	100,00	25,4
3/4"	52,95	0,76	99,24	19,1
3/8"	817,62	11,68	88,32	9,52
# 4	1323,34	18,90	81,10	4,76
FUENTE	5676,66	81,10	-	-
Total	7000			
# 10	191,7	10,76	70,33	2
# 40	585,8	32,89	48,20	0,42
# 100	1041,6	58,48	22,61	0,149
# 200	1337,4	75,09	6,00	0,074
FONDO	106,9	6,00	-	-
Total	1444,3			
Parámetros de la granulometría				
Peso del Cuarteo (gr)				1444,30
Tamaño nominal máximo TNM (mm)				10,50
Diámetro efectivo D10 (mm)				0,09
Diámetro equiparable D30 (mm)				0,20
Diámetro dimensional D60 (mm)				1,00
Coeficiente de uniformidad Cu				11,11
Coeficiente de curvatura Cc				0,44



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 22+080	Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691
Capa: Base	
Evaluado por: Jéssica Chuqui	

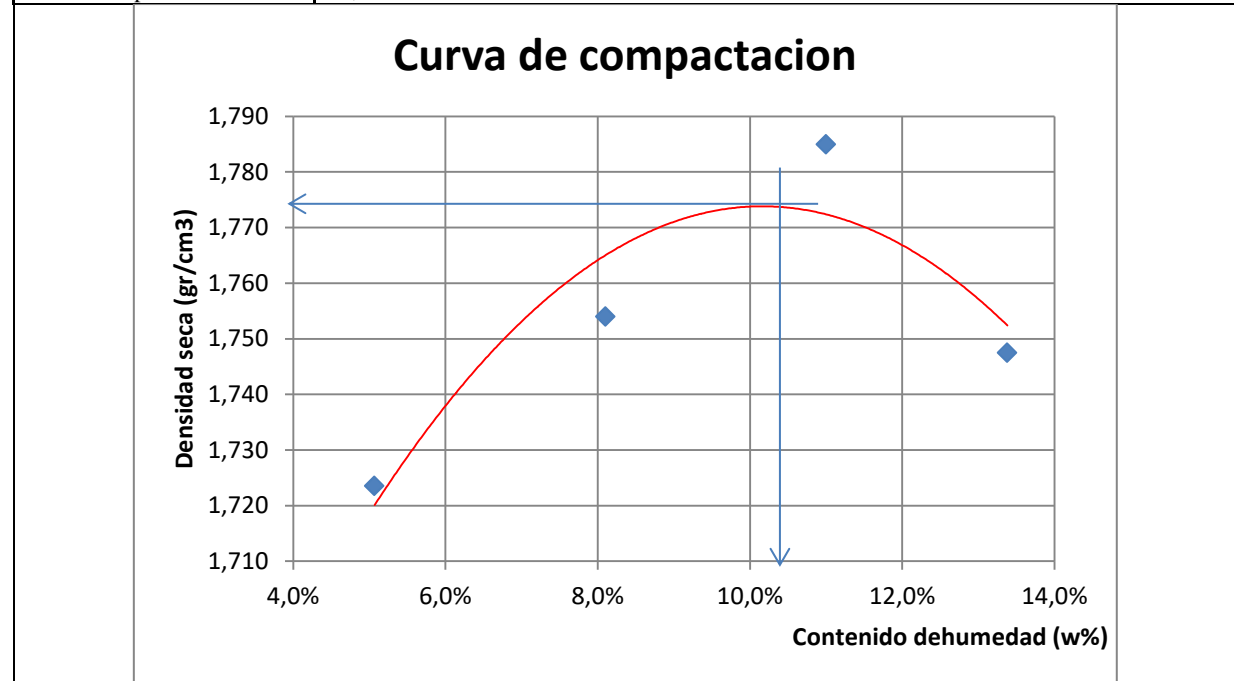
Datos									
1) Determinación del límite líquido		0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-		32	15	61	12	25	7	37	35
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr		18,8	19,3	18,7	21	19,3	20,5	20,5	19,4
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr		17,3	17,7	17,3	19	17,6	18,7	18,7	17,9
Peso del recipiente (Wrecip.) gr		11,2	11,4	11,4	10,9	10,7	11,5	11,3	11,3
Peso del agua (Ww) gr		1,5	1,6	1,4	2	1,7	1,8	1,8	1,5
Peso de los sólidos (Ws) gr		6,1	6,3	5,9	8,1	6,9	7,2	7,4	6,6
Contenido de humedad (ω%)		24,59%	25,40%	23,73%	24,69%	24,64%	25,00%	24,32%	22,73%
Contenido de humedad promedio		24,99%		24,21%		24,82%		23,53%	
Número de golpes		6		11		27		36	
Límite Líquido		24,14%							



Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		77	7	4	1	8	JESS
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	8,8	7,5	11,5	11,8	12	12,3
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	8,5	7,2	11,3	11,7	11,8	12
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	7,4	6	10,5	10,6	10,7	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1,4	1,5	1	1,2	1,3	1,6
Peso del agua (Ww)	gr	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3
Peso del suelo seco (Ws)	gr	1,1	1,2	0,8	1,1	1,1	1,3
Contenido de humedad w%	%	27,27%	25,00%	25,00%	9,09%	18,18%	23,08%
Contenido de humedad promedio w%	%	23,71%					
Límite plástico	%	23,71%					
Índice plástico	%	0,43%					

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 22+080	Norma: AASHTO T-180
Capa: Base	
Evaluated por: Jéssica Chuqui	

Especificaciones del Ensayo								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 lb		
Altura de caída: 18 in			Peso molde (gr): 16850			Volumen molde: 2346,94 cm ³		
Energía de compactación: 55 986								
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)	21100		21300		21500		21500	
Peso suelo húmedo wm	4250		4450		4650		4650	
Peso unitario húmedo gm	1,811		1,896		1,981		1,981	
Contenido de humedad								
Recipiente número	61	29	49	41	57	12	10	16
Rec + suelo húmedo (gr)	95,2	96,2	89,4	86,7	96,2	100,4	105,9	95,6
Rec + suelo seco (gr)	92,1	92,8	84,8	82,2	89,7	93	95,6	87,7
Peso agua (gr)	3,1	3,4	4,6	4,5	6,5	7,4	10,3	7,9
Peso recipiente (gr)	30,1	26,6	30,6	23,9	31	25,3	23,6	24,3
Peso suelo seco (gr)	62,00	66,20	54,2	58,3	58,7	67,7	72	63,4
Cont humedad w%	5,00%	5,14%	8,49%	7,72%	11,07%	10,93%	14,31%	12,46%
Contenido promedio w%	5,068%		8,103%		11,002%		13,383%	
Densidad seca gd	1,724		1,754		1,785		1,747	
Densidad máxima gmax	1,774							
Humedad óptima	10,20%							



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil							
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00							
Abscisa: Km 22+080		Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73					
Capa: Base							
Evaluado por: Jéssica Chuqui							
1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	19782		20202		18461	
Peso del molde	gr	16371		16925		15536	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	3411		3277		2925	
2. Determinación del volumen del recipiente							
Diámetro	cm	15,3		15,3		15,3	
Altura	cm	12,7		12,7		13	
Volumen de la masa (Vm)	cm ³	2334,94		2334,94		2390,10	
3. Determinación del contenido de humedad							
Recipiente #		67	24	57	13	58	25
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	110,4	121,2	117,5	112,1	105,5	106,8
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	101,9	109,8	108,6	103,3	98,4	98,7
Peso recipiente (Wr)	gr	30,2	24,1	30,9	22,7	30,8	24,2
Peso agua (Ww)	gr	8,5	11,4	8,9	8,8	7,1	8,1
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	71,7	85,7	77,7	80,6	67,6	74,5
Contenido de humedad (W%)	%	11,85%	13,30%	11,45%	10,92%	10,50%	10,87%
Contenido de humedad promedio	%	12,58%		11,19%		10,69%	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm ³	1,46		1,40		1,22	
5. Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm ³	1,30		1,26		1,11	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 22+080

Capa: Base

Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73

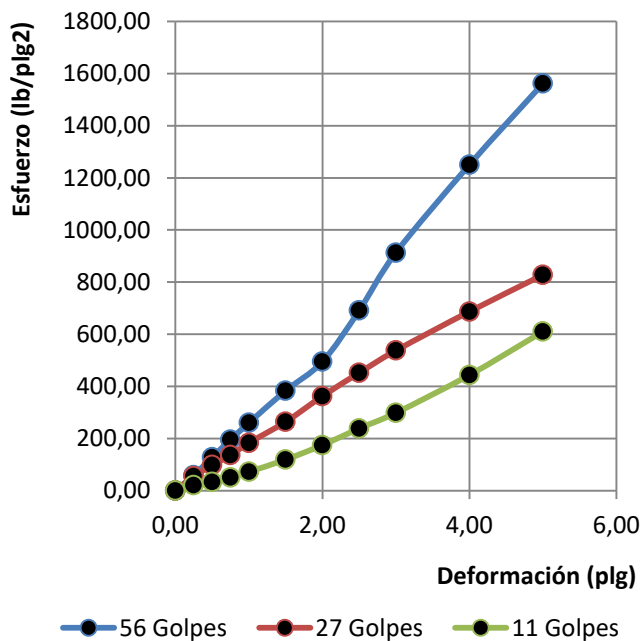
Evaluado por: Jéssica Chuqui

Determinación del CBR

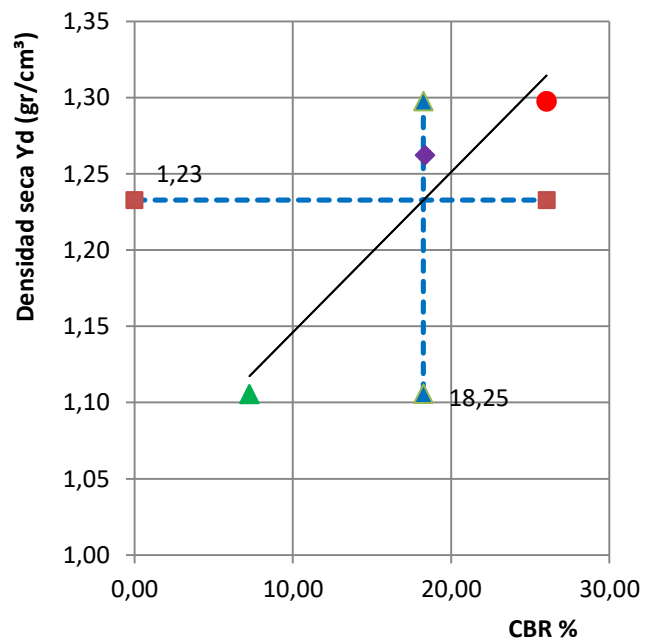
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
Penetración (plg -3)	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	14	59,75		13	55,48		5	21,34	
50	30	128,04		23	98,16		8	34,14	
75	46	196,33		32	136,58		12	51,22	
100	61	260,35	26,03	43	183,52	18,35	17	72,56	7,26
150	90	384,12		62	264,62		28	119,50	
200	116	495,09	49,51	85	362,78	36,28	41	174,99	17,50
250	162	691,42		106	452,41		56	239,01	
300	214	913,35		126	537,77		70	298,76	
400	293	1250,52		161	687,15		104	443,87	
500	366	1562,09		194	827,99		143	610,32	

Curvas Esfuerzo vs. Deformación

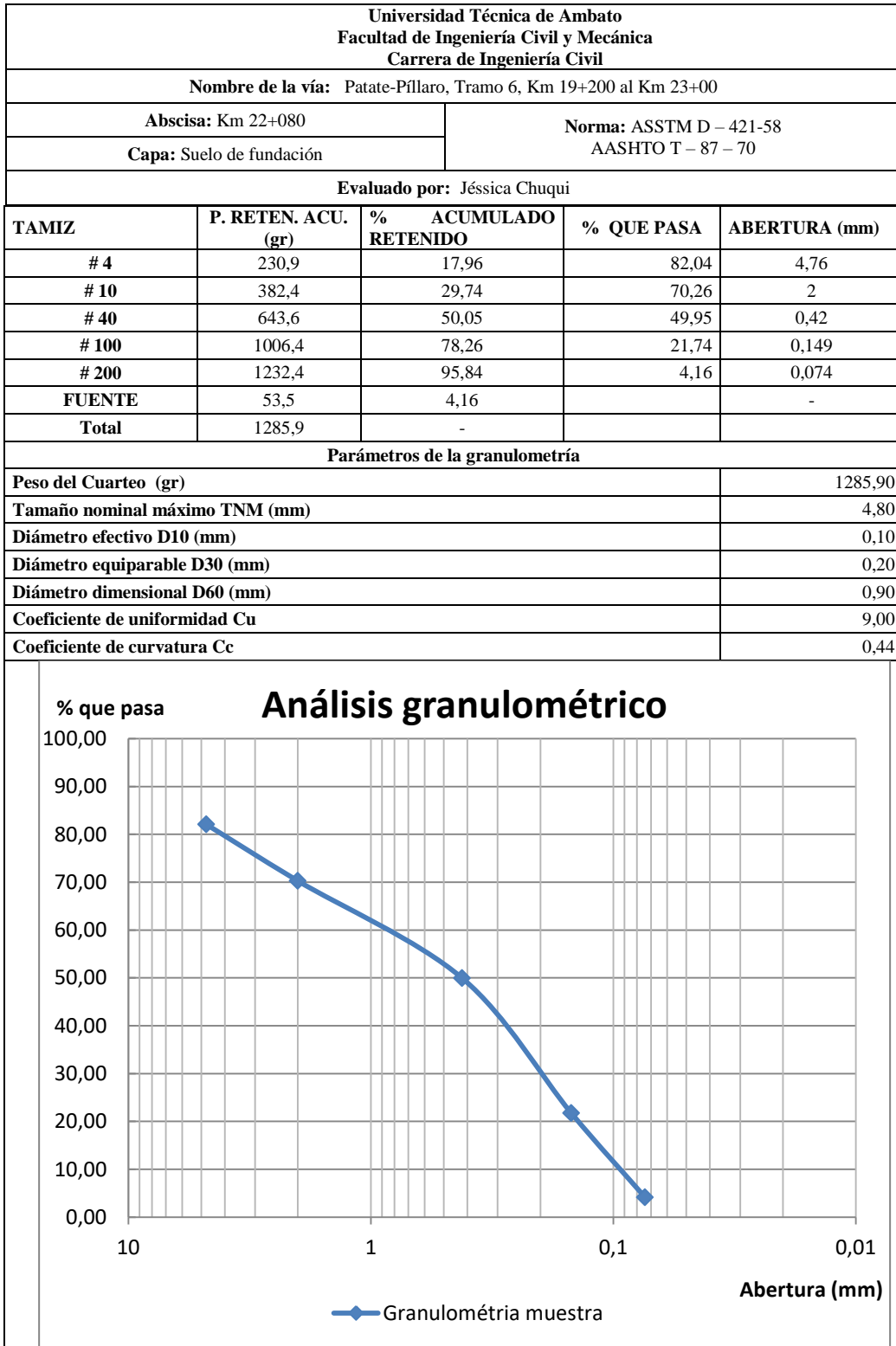


CBR vs. Densidades



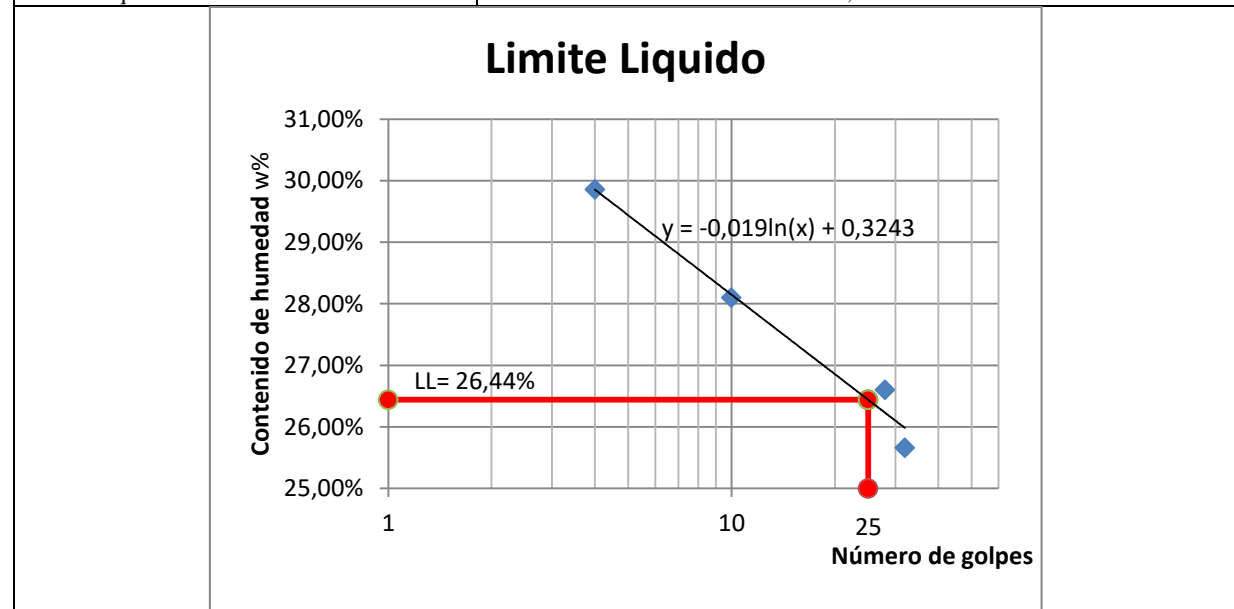
Yd (Max) 95% Yd (Max)
 1,30 1,23

CBR=18,25



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 22+080	Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691
Capa: Suelo de fundación	
Evaluado por: Jéssica Chuqui	

Datos		0-10		10-20		20-30		30-40	
1) Determinación del límite líquido									
Recipiente N.-		23	18	9	79	11	43	72	21
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip.) gr		22,6	23,5	25,3	23,3	20,9	23,3	22,6	23
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr		19,9	20,8	22,1	20,7	18,9	20,7	20,5	20,5
Peso del recipiente (Wrecip.) gr		11,1	11,5	11	11,2	11,4	10,9	12,1	11
Peso del agua (Ww) gr		2,7	2,7	3,2	2,6	2	2,6	2,1	2,5
Peso de los sólidos (Ws) gr		8,8	9,3	11,1	9,5	7,5	9,8	8,4	9,5
Contenido de humedad (ω%)		30,68%	29,03%	28,83%	27,37%	26,67%	26,53%	25,00%	26,32%
Contenido de humedad promedio		29,86%		28,10%		26,60%		25,66%	
Número de golpes		4		10		28		32	
Límite Líquido		26,44%							



Determinación del contenido de humedad w%							
Recipiente número		64	24	83	11	62	11 Jes
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	7,9	8,3	7,1	6,9	7,2	8,4
Peso del recip. + suelo seco (Ws + Wrecip.)	gr	7,5	8,1	6,9	6,7	7	8,2
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	6	7,4	6,1	6	6	7,4
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1,9	0,9	1	0,9	1,2	1
Peso del agua (Ww)	gr	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	1,5	0,7	0,8	0,7	1	0,8
Contenido de humedad w%	%	26,67%	28,57%	25,00%	28,57%	20,00%	25,00%
Contenido de humedad promedio w%	%	25,63%					
Límite plástico	%	25,63%					
Índice plástico	%	0,81%					

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00	
Abscisa: Km 22+080	Norma: AASHTO T – 180
Capa: Suelo de fundación	
Evaluado por: Jéssica Chuqui	

Especificaciones del Ensayo

Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb
Altura de caída: 18 in	Peso molde (gr): 16850	Volumen molde: 2346,94 cm ³

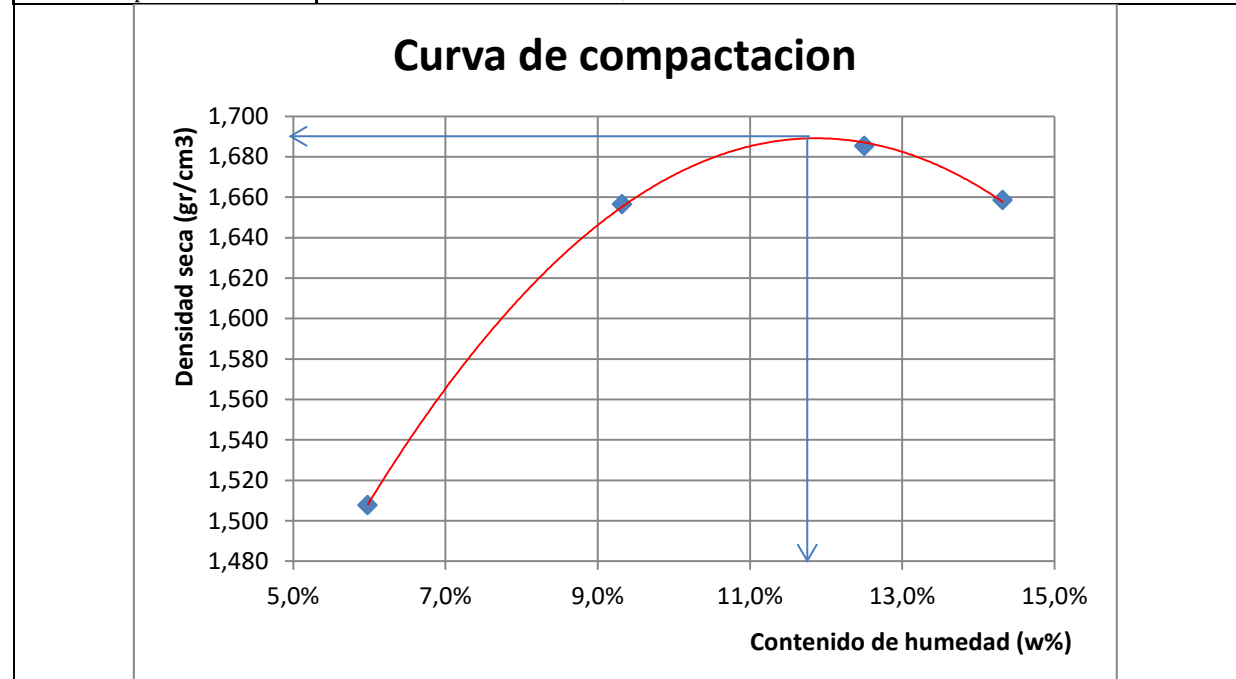
Energía de compactación: 55 986

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)	20600	21100	21300	21300
Peso suelo húmedo wm	3750	4250	4450	4450
Peso unitario húmedo gm	1,598	1,811	1,896	1,896

Contenido de humedad

Recipiente número	43	55	26	64	32	62	50	11
Rec + suelo húmedo (gr)	76,8	89,9	71,2	82,3	92,8	88,2	95,7	100,4
Rec + suelo seco (gr)	73,8	86,6	67,1	77,9	85,3	81,9	87,8	91,5
Peso agua (gr)	3	3,3	4,1	4,4	7,5	6,3	7,9	8,9
Peso recipiente (gr)	24,5	30,4	23,1	30,7	26,4	30,6	31,2	30,9
Peso suelo seco (gr)	49,30	56,20	44	47,2	58,9	51,3	56,6	60,6
Cont humedad w%	6,09%	5,87%	9,32%	9,32%	12,73%	12,28%	13,96%	14,69%
Contenido promedio w%	5,979%		9,320%		12,507%		14,322%	
Densidad seca gd	1,508		1,656		1,685		1,659	

Densidad máxima gmax	1,688
Humedad óptima	11,5



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil							
Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00							
Abscisa: Km 22+080		Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73					
Capa: Suelo de fundación							
Evaluado por: Jéssica Chuqui							
1. Determinación de la densidad húmeda de la muestra							
Datos	Unidad	56 Golpes		27 Golpes		11 Golpes	
Peso del molde + suelo	gr	19966		21083		20486	
Peso del molde	gr	15536		16825		16371	
Peso de la masa del suelo (Wm)	gr	4430		4258		4115	
2. Determinación del volumen del recipiente							
Diámetro	cm	15,3		15,3		15,3	
Altura	cm	12,7		12,7		13	
Volumen de la masa (Vm)	cm ³	2334,94		2334,94		2390,10	
3. Determinación del contenido de humedad							
Recipiente #		49	8	59	26	63	13
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	101,3	90,1	83,7	86,7	86	84,1
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	93,5	83,2	79	80,2	80,7	78,1
Peso recipiente (Wr)	gr	30,5	26,6	30,7	23	31	22,7
Peso agua (Ww)	gr	7,8	6,9	4,7	6,5	5,3	6
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	63	56,6	48,3	57,2	49,7	55,4
Contenido de humedad (W%)	%	12,38%	12,19%	9,73%	11,36%	10,66%	10,83%
Contenido de humedad promedio	%	12,29%		10,55%		10,75%	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm ³	1,90		1,82		1,72	
5. Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm ³	1,69		1,65		1,55	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Nombre de la vía: Patate-Píllaro, Tramo 6, Km 19+200 al Km 23+00

Abscisa: Km 22+080

Capa: Suelo de fundación

Norma: AASHTO T-99, ASTM 1883-73

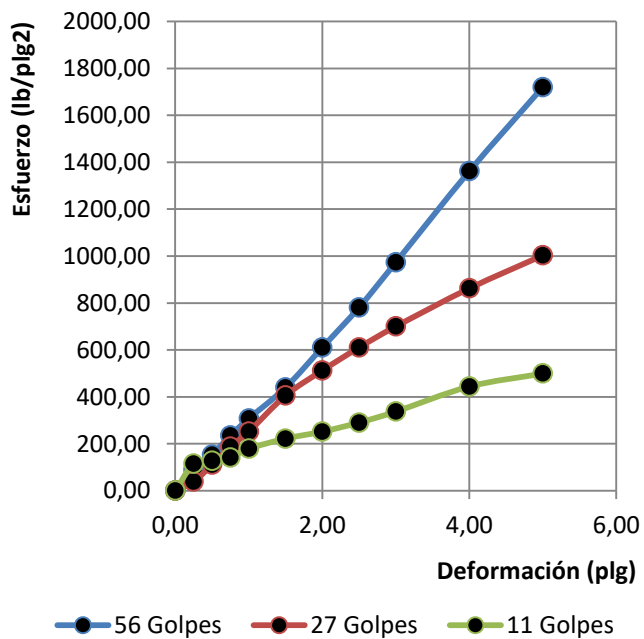
Evaluado por: Jéssica Chuqui

Determinación del CBR

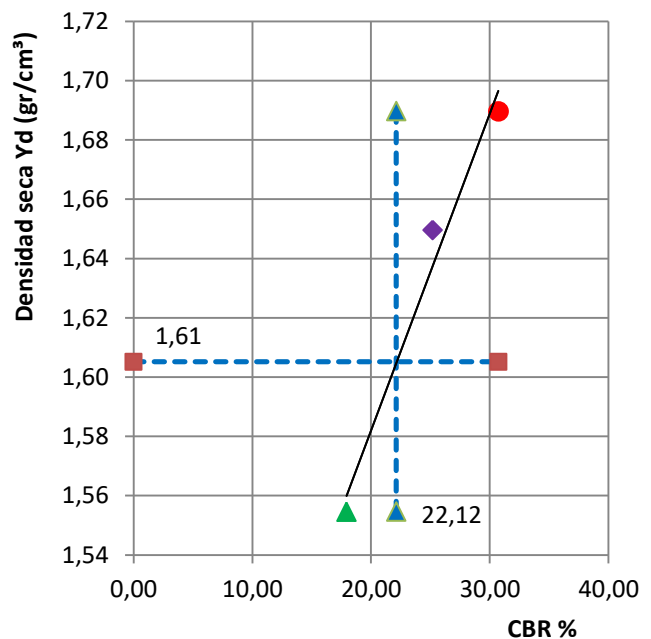
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR	Carga	Esfuerzo	CBR
Penetración (plg -3)	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%	lb	lb/plg ²	%
0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
25	21	89,63		9	38,41		27	115,24	
50	36	153,65		26	110,97		30	128,04	
75	55	234,74		44	187,79		33	140,84	
100	72	307,30	30,73	59	251,81	25,18	42	179,26	17,93
150	103	439,60		95	405,46		52	221,94	
200	143	610,32	61,03	120	512,16	51,22	59	251,81	25,18
250	183	781,04		143	610,32		68	290,22	
300	228	973,10		164	699,95		79	337,17	
400	319	1361,49		202	862,14		104	443,87	
500	403	1720,00		235	1002,98		117	499,36	

Curvas Esfuerzo vs. Deformación



CBR vs. Densidades



Yd (Max)	95%Yd (Max)
1,69	1,61

CBR=22.12

Anexo 11: Registro fotográficos



Conteo vehicular



Extracción de material



Estructura del pavimento



Estructura del pavimento



Ensayo granulométrico de las muestras de suelo



Ensayo de Limite liquido



Ensayo del límite plástico



Realización del ensayo del próctor modificado





Determinación del CBR



Ensayo con la viga Benkelman



Registro de fallas en el pavimento

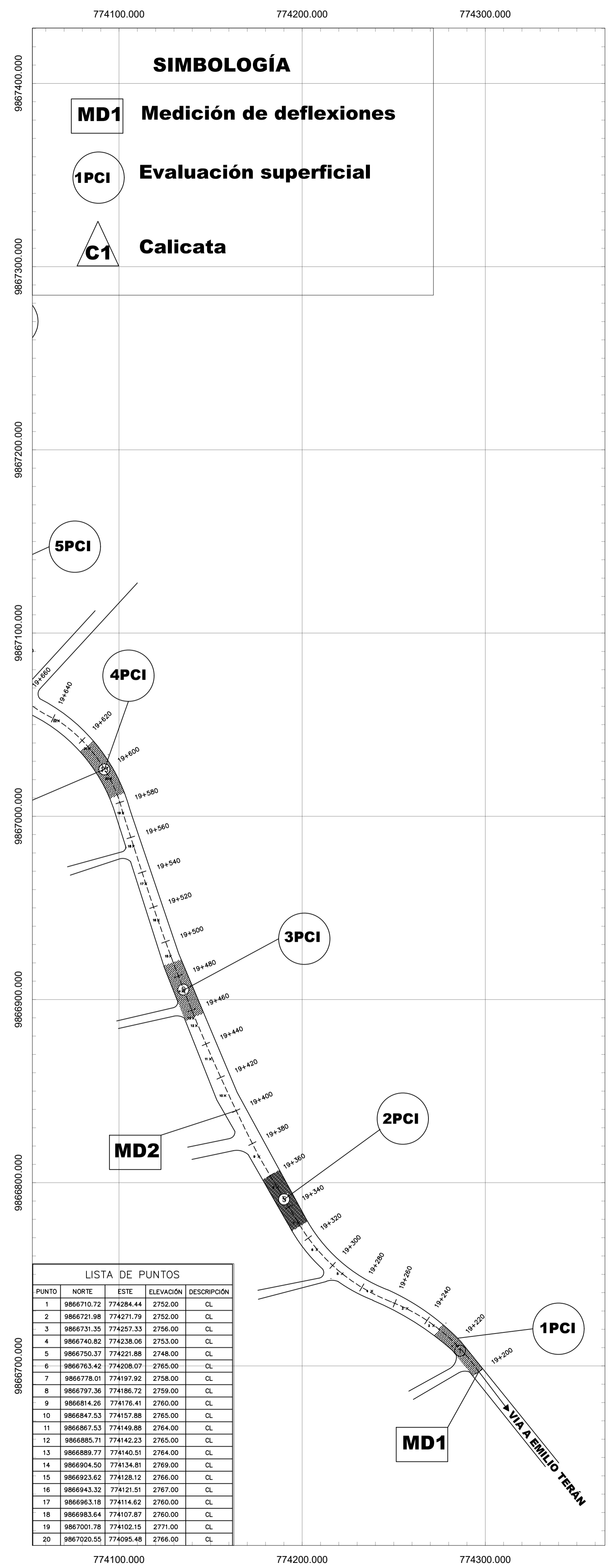


Desnivel del carril/berma



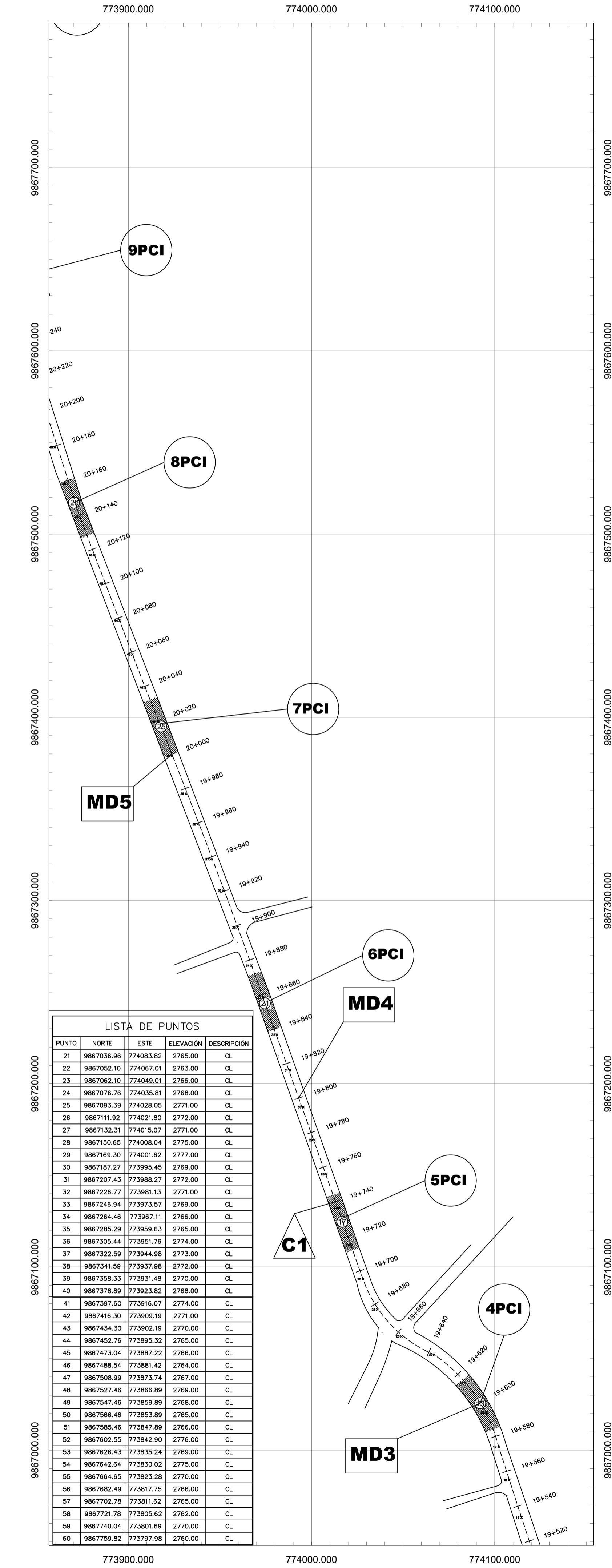
Piel de cocodrilo de severidad media

Anexo 12: Planos



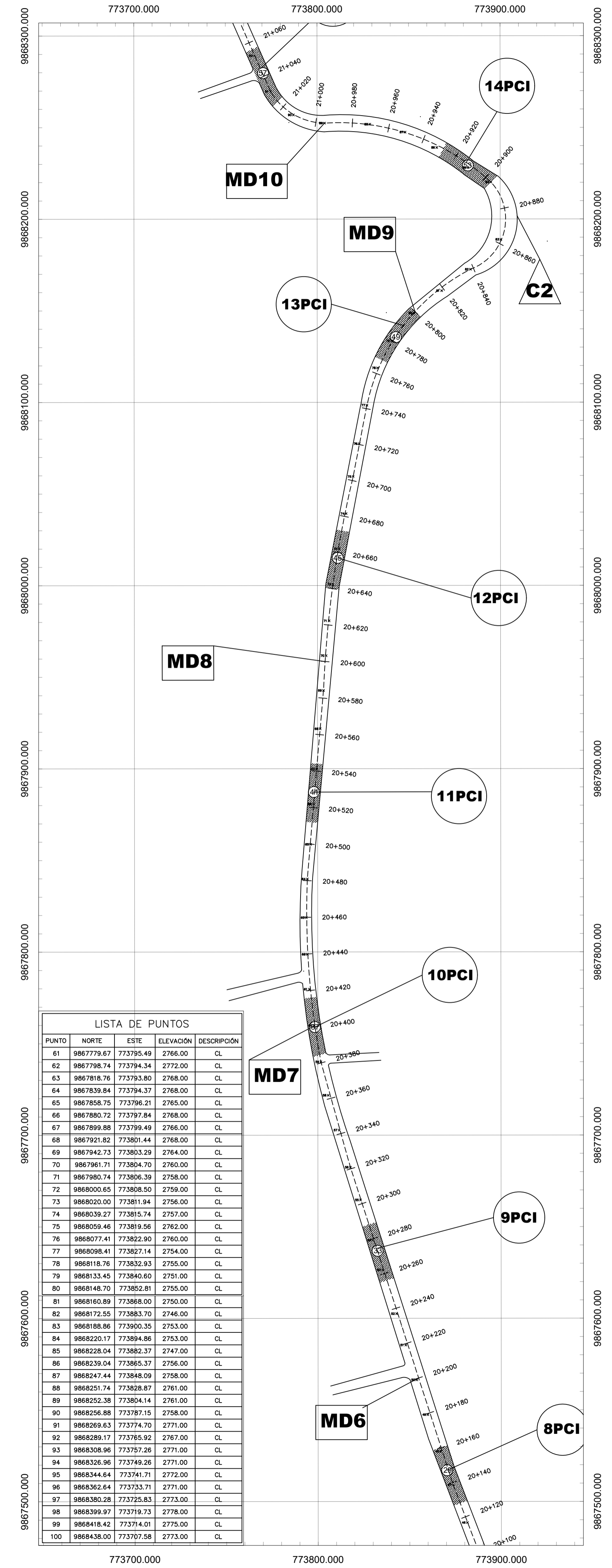
LISTA DE PUNTOS

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	986710.72	774284.44	2752.00	CL
2	986721.98	774271.79	2752.00	CL
3	986731.35	774257.33	2756.00	CL
4	986740.82	774238.06	2753.00	CL
5	986750.37	774211.89	2748.00	CL
6	986763.42	774208.07	2765.00	CL
7	986778.01	774197.22	2758.00	CL
8	986797.38	774186.72	2759.00	CL
9	986814.26	774176.41	2760.00	CL
10	986834.53	774157.86	2765.00	CL
11	986859.77	774140.51	2764.00	CL
12	986886.71	774122.23	2765.00	CL
13	986916.54	774103.51	2764.00	CL
14	986949.54	774084.12	2769.00	CL
15	986985.62	774064.12	2770.00	CL
16	987014.32	774043.51	2767.00	CL
17	987046.18	774022.23	2760.00	CL
18	987081.64	774000.48	2760.00	CL
19	987110.78	773978.23	2771.00	CL
20	987143.58	773955.48	2766.00	CL



LISTA DE PUNTOS

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
21	986703.96	774083.82	2765.00	CL
22	986705.10	774067.01	2763.00	CL
23	986706.10	774049.01	2768.00	CL
24	986707.76	774035.81	2768.00	CL
25	986709.39	774028.05	2771.00	CL
26	986711.92	774021.80	2772.00	CL
27	986713.31	774015.07	2771.00	CL
28	986715.65	774008.04	2775.00	CL
29	986716.90	774001.62	2777.00	CL
30	986718.27	773995.45	2769.00	CL
31	986720.43	773988.27	2772.00	CL
32	986722.77	773981.13	2771.00	CL
33	986724.94	773973.57	2769.00	CL
34	986726.46	773967.11	2766.00	CL
35	986728.29	773959.63	2765.00	CL
36	986730.44	773951.76	2774.00	CL
37	986732.59	773944.98	2773.00	CL
38	986734.59	773937.98	2772.00	CL
39	986736.33	773931.48	2770.00	CL
40	986737.89	773923.82	2768.00	CL
41	986739.60	773916.07	2774.00	CL
42	986741.30	773908.19	2771.00	CL
43	986743.30	773902.19	2770.00	CL
44	986745.76	773895.32	2765.00	CL
45	986747.04	773887.22	2766.00	CL
46	986748.54	773881.42	2764.00	CL
47	986750.99	773873.74	2767.00	CL
48	986752.46	773866.89	2769.00	CL
49	986754.47	773859.89	2768.00	CL
50	986756.46	773853.89	2765.00	CL
51	986758.46	773847.89	2766.00	CL
52	986760.55	773842.90	2776.00	CL
53	986762.63	773835.24	2769.00	CL
54	986764.64	773830.02	2775.00	CL
55	986766.65	773823.28	2770.00	CL
56	986768.69	773817.75	2766.00	CL
57	986770.78	773811.62	2765.00	CL
58	986772.78	773805.62	2762.00	CL
59	986774.04	773801.69	2770.00	CL
60	986775.82	773797.98	2760.00	CL



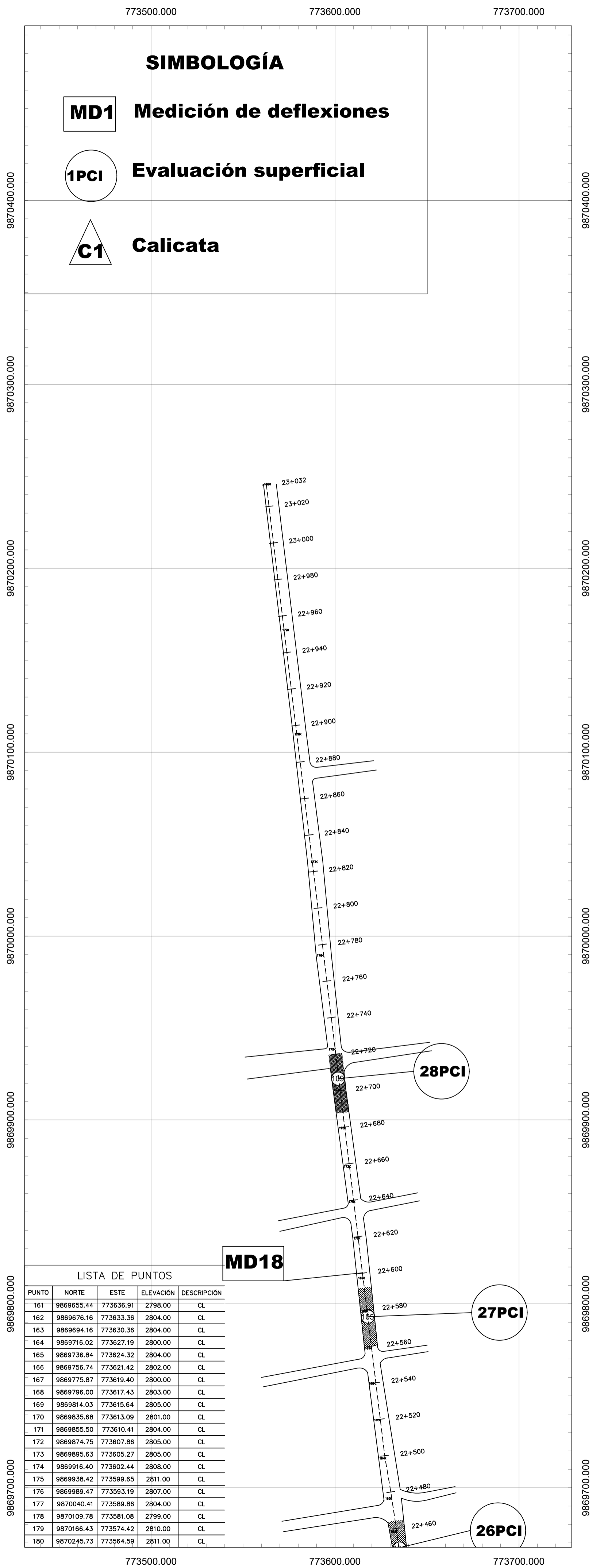
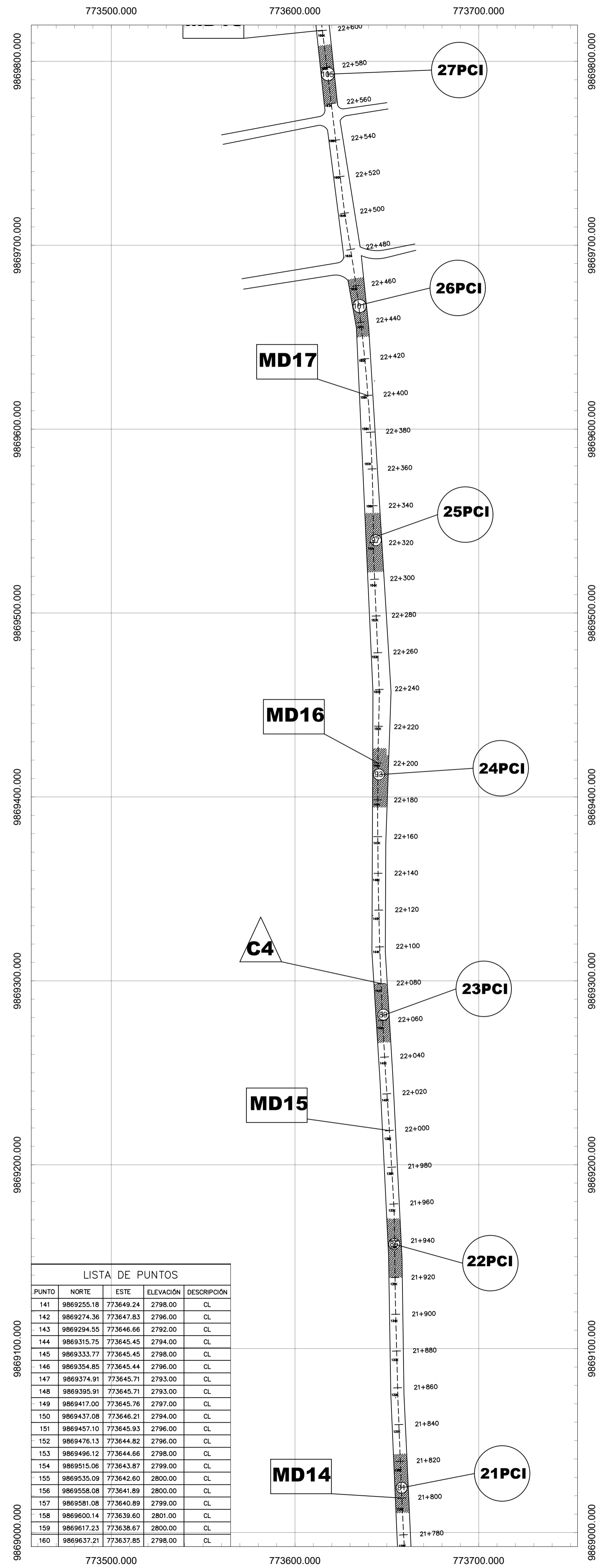
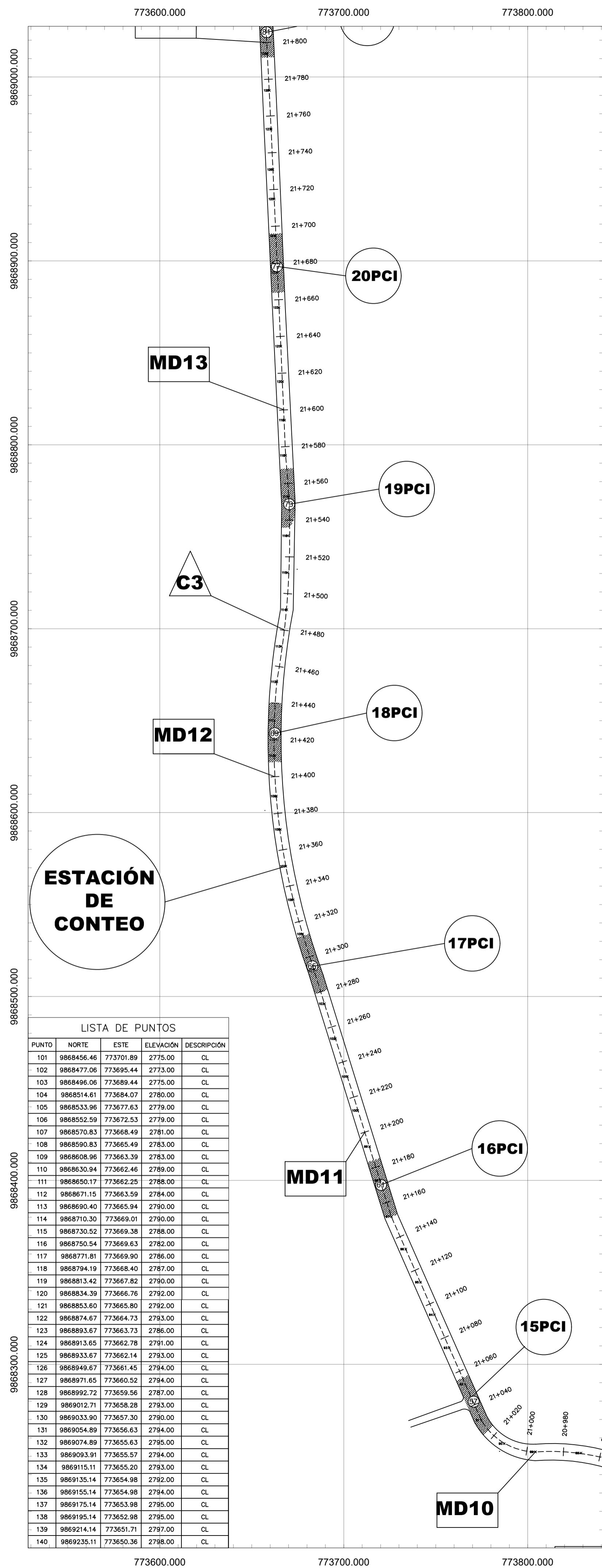
LISTA DE PUNTOS

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
61	986779.67	773795.49	2766.00	CL
62	986779.74	773794.34	2772.00	CL
63	986781.76	773793.80	2768.00	CL
64	986783.84	773794.37	2768.00	CL
65	986785.75	773796.21	2765.00	CL
66	986786.72	773797.84	2768.00	CL
67	986789.88	773799.49	2766.00	CL
68	986792.82	773801.44	2768.00	CL
69	986794.73	773803.29	2764.00	CL
70	986796.71	773804.70	2760.00	CL
71	986798.74	773806.39	2758.00	CL
72	986800.65	773808.50	2759.00	CL
73	986802.00	773811.94	2756.00	CL
74	986803.27	773815.74	2757.00	CL
75	986805.46	773819.56	2762.00	CL
76	986807.41	773822.90	2760.00	CL
77	986809.98	773827.14	2754.00	CL
78	986818.76	773832.93	2755.00	CL
79	986833.45	773840.60	2751.00	CL
80	986848.70	773852.81	2755.00	CL
81	986860.89	773868.00	2750.00	CL
82	986881.25	773883.70	2746.00	CL
83	986888.86	773900.35	2753.00	CL
84	986892.07	773914.86	2753.00	CL
85	986898.04	773927.37	2747.00	CL
86	986903.04	773938.57	2756.00	CL
87	986907.44	773948.09	2758.00	CL
88	986912.74	773958.87	2761.00	CL
89	986918.38	773968.14	2761.00	CL
90	986923.88	773977.15	2758.00	CL
91	986929.63	773984.70	2771.00	CL
92	986935.26	773991.92	2767.00	CL
93	986940.96	773997.26	2771.00	CL
94	986946.96	774002.26	2771.00	CL
95	986952.64	774007.71	2772.00	CL
96	986958.64	774012.71	2771.00	CL
97	986964.26	774017.83	2773.00	CL
98	986969.97	774023.73	2778.00	CL
99	986975.42	774029.41	2775.00	CL
100	986980.58	774034.58	2773.00	CL

UBICACIÓN:

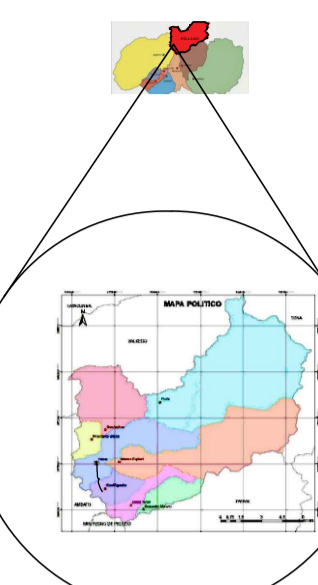
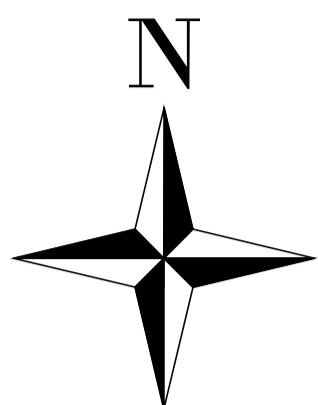
ORIENTACIÓN:

ABSCISADO	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO TOTAL (m)	CARRIL IZQUIERDO		CARRIL DERECHO		CUNETAS DERECHO (m)
			CUNETAS IZQUIERDA (m)	ESPALDON IZQUIERDO (m)	CARRIL IZQUIERDO (m)	CARRIL DERECHO (m)	
19+200	0.00	6.65	0.80		3.30	3.35	
19+220	20.00	8.15	0.55		4.25	3.90	
19+240	20.00	8.60	0.50		4.25	4.35	
19+260	20.00	7.85	0.55		4.10	3.75	
19+280	20.00	9.35			4.90	4.45	
19+300	20.00	9.85			4.90	4.95	
19+320	20.00	9.05			4.45	4.60	
19+340	20.00	9.15			4.45	4.78	
19+360	20.00	9.25			4.60	4.65	
19+380	20.00	9.05			4.45	4.60	
19+400	20.00	9.00			4.40	4.60	
19+420	20.00	9.00			4.40	4.60	
19+440	20.00	9.05			4.40	4.65	
19+460	20.00	8.95			4.30	4.65	
19+480	20.00	9.00			4.50	4.50	
19+500	20.00	9.45			4.55	4.90	
19+520	20.00	9.30			4.65	4.65	
19+540	20.00	8.30			4.10	4.20	
19+560	20.00	8.30			4.10	4.20	
19+580	20.00	8.00			4.15	3.85	
19+600	20.00	9.70			4.90	4.80	
19+620	20.00	9.30			4.70	4.60	
19+640	20.00	10.50			5.00	5.50	
19+660	20.00	9.40			5.20	4.20	
19+680	20.00	7.20			3.85	3.75	
19+700	20.00	7.75			4.05	3.70	
19+720	20.00	7.60			4.00	3.60	
19+740	20.00	7.30			3.70	3.60	
19+760	20.00	7.40	0.50		3.90	3.50	
19+780	20.00	7.30	0.40		3.75	3.55	
19+800	20.00	6.30	0.45		3.45	3.15	
19+820	20.00	7.20			3.70	3.50	
19+840	20.00	7.50			3.80	3.70	
19+860	20.00	7.60			3.75	3.85	
19+880	20.00	7.20			3.60	3.60	
19+900	20.00	7.50			3.70	3.80	
19+920	20.00	9.80	0.75	0.60	3.95	4.60	0.70
19+940	20.00	9.40	0.70	0.70	3.65	3.95	1.10
19+960	20.00	9.30	1.00	0.70	3.60	4.00	1.00
19+980	20.00	9.60	1.60	0.90	3.75	3.85	1.10
20+000	20.00	8.90	1.60	0.60	3.65	3.95	0.70
20+020	20.00	8.95	1.60	0.60	3.65	4.00	0.70
20+040	20.00	9.70	0.70	0.50	3.90	3.80	1.50
20+060	20.00	8.20		0.50	3.90	3.80	
20+080	20.00	7.70			3.90	3.80	
20+100	20.00	7.20			3.80	3.40	0.90
20+120	20.00	7.20			3.80	3.40	0.90
20+140	20.00	7.60			3.85	3.40	0.90
20+160	20.00	7.20			3.60	3.60	0.70
20+180	20.00	7.20			3.60	3.60	0.70
20+200	20.00	7.20			3.60	3.60	0.70
20+220	20.00	8.00	0.60	0.90	3.40	3.20	0.50
20+240	20.00	8.30	0.60	0.90	3.50	3.40	0.50
20+260	20.00	8.60	0.60	0.90	3.50	3.40	0.50
20+280	20.00	8.30	0.60	0.90	3.50	3.40	0.50
20+300	20.00	8.35	0.80	0.55	3.30	3.50	1.10
20+320	20.00	8.35	0.80	0.55	3.30	3.50	1.10
20+340	20.00	8.35	0.80	0.55	3.30	3.50	1.10
20+360	20.00	1.00	1.00	1.00	3.20	3.50	1.60
20+380	20.00	9.30	1.00	1.00	3.20	3.50	1.60
20+400	20.00	9.90	0.70	1.50	3.45	3.45	1.50
20+420	20.00	9.50	0.60	0.50	3.30	3.70	2.00
20+440	20.00	8.60	0.60	0.50	3.30	3.50	1.30
20+460	20.00	8.60	0.60	0.50	3.30	3.50	1.30
20+480	20.00	9.20	0.60	0.50	3.20	3.50	1.30
20+500	20.00	9.20		2.10	3.00	3.10	1.00
20+520	20.00	9.20		2.10	3.00	3.10	1.00
20+540	20.00	9.20		2.10	3.00	3.10	1.00
20+560	20.00	6.60	0.50		3.30	3.30	
20+580	20.00	10.10	0.70	1.50	3.30	3.20	2.00
20+600	20.00	9.50	0.70	1.80	3.60	3.70	0.40
20+620	20.00	10.70		2.10	3.90	3.80	0.90
20+640	20.00	10.70		2.10	3.90	3.80	0.90
20+660	20.00	8.40		1.50	3.20	3.30	0.40
20+680	20.00	8.40		1.50	3.20	3.30	0.40
20+700	20.00	7.20		0.80	3.30	3.00	0.80
20+720	20.00	7.10			3.30	3.00	0.80
20+740							



SIMBOLOGÍA

- MD1** Medición de deflexiones
- 1PCI** Evaluación superficial
- C1** Calicata

UBICACIÓN:  ORIENTACIÓN: 

ABSCISADO	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO TOTAL (m)	CARRIL IZQUIERDO		CARRIL DERECHO	
			CUNETAS (m)	ESPALDON (m)	CARRIL DERECHO (m)	ESPALDON DERECHO (m)
21+200	20.00	9.60	0.30	3.50	3.80	2.00
21+220	20.00	9.60	0.30	3.50	3.80	2.00
21+240	20.00	7.80	0.30	3.50	3.80	0.70
21+260	20.00	7.80	0.30	3.50	3.80	0.20
21+280	20.00	7.30	1.50	0.40	3.10	3.40
21+300	20.00	7.30	1.50	0.40	3.10	3.40
21+320	20.00	7.40	1.50	0.40	3.00	3.60
21+340	20.00	7.70	1.50	0.40	3.30	3.60
21+360	20.00	7.50	0.40	3.30	3.60	0.20
21+380	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+400	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+420	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+440	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+460	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+480	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+500	20.00	8.20	0.30	1.00	3.50	3.50
21+520	20.00	8.20	0.30	1.00	3.50	3.50
21+540	20.00	8.20	0.30	1.00	3.50	3.50
21+560	20.00	8.20	0.30	1.00	3.50	3.50
21+580	20.00	8.20	0.30	1.00	3.50	3.50
21+600	20.00	8.20	0.30	1.00	3.50	3.50
21+620	20.00	8.20	0.30	1.00	3.50	3.50
21+640	20.00	8.20	0.30	1.00	3.50	3.50
21+660	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+680	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+700	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+720	20.00	7.30	0.20	3.40	3.50	0.20
21+740	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
21+760	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
21+780	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
21+800	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
21+820	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
21+840	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
21+860	20.00	8.10	0.25	0.70	3.70	3.50
21+880	20.00	8.10	0.25	0.70	3.70	3.50
21+900	20.00	8.10	0.25	0.70	3.70	3.50
21+920	20.00	8.10	0.25	0.70	3.70	3.50
21+940	20.00	8.10	0.25	0.70	3.70	3.50
21+960	20.00	8.10	0.25	0.70	3.70	3.50
21+980	20.00	8.10	0.25	0.70	3.70	3.50
22+000	20.00	8.10	0.25	0.70	3.70	3.50
22+020	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+040	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+060	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+080	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+100	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+120	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+140	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+160	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+180	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+200	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+220	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+240	20.00	8.20	0.25	0.70	3.60	3.70
22+260	20.00	7.00	0.20	3.70	2.90	0.20
22+280	20.00	7.00	0.20	3.70	2.90	0.20
22+300	20.00	7.00	0.20	3.70	2.90	0.20
22+320	20.00	7.00	0.20	3.70	2.90	0.20
22+340	20.00	7.00	0.20	3.70	2.90	0.20
22+360	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
22+380	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
22+400	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
22+420	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
22+440	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
22+460	20.00	7.60	0.20	3.50	3.70	0.20
22+480	20.00	7.40	0.20	3.40	3.60	0.20
22+500	20.00	7.40	0.20	3.40	3.60	0.20
22+520	20.00	7.40	0.20	3.40	3.60	0.20
22+540	20.00	7.40	0.20	3.40	3.60	0.20
22+560	20.00	7.40	0.20	3.40	3.60	0.20
22+580	20.00	7.40	0.20	3.40	3.60	0.20
22+600	20.00	7.40	0.20	3.40	3.60	0.20
22+620	20.00	7.40	0.20	3.40	3.60	0.20
22+640	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+660	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+680	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+700	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+720	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+740	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+760	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+780	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+800	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+820	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+840	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+860	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+880	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+900	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+920	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+940	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+960	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
22+980	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20
23+000	20.00	7.40	0.20	3.50	3.50	0.20

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PLANIMETRÍA DE LA VÍA
PATATE-PILLARO, KM 19+200 AL KM 23+00

REALIZADO POR: CHUQUI VESSICA

FECHA: 10/DIC/2018

ESCALA: 1:1000

DATUM: WGS 84

UBICACIÓN: TUNGURAHUA - ECUADOR

LÁMINA: 2/3

