



**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:**

---

**EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO  
DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA  
ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA.**

---

**AUTOR:** Jonathan Freddy Toaquiza Licta

**TUTOR:** Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

**AMBATO - ECUADOR**

**Febrero - 2024**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”** elaborado por el Sr. Jonathan Freddy Toaquiza Licta, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805283346, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



---

**Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.**

**TUTOR**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Jonathan Freddy Toaquiza Licta**, con C.I. 1805283346, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, así como también los análisis, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo

Ambato, febrero 2024



---

**Jonathan Freddy Toaquiza Licta**

**C.I. 1805283346**

**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga de este Trabajo Experimental 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 Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, febrero 2024



---

**Jonathan Freddy Toaquiza Licta**

**C.I. 1805283346**


**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Jonathan Freddy Toaquiza Licta de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. María Fernanda Pico Núñez, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. Mayra Alexandra Viscaino Cuzco, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a mis padres y hermanas que me han sabido apoyar en el lapso de mi carrera.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Raúl y María quienes han logrado hacer de mí un hombre de bien y llevarme por el camino correcto, pero aún más por apoyarme a pesar de los obstáculos y por estar presentes para mí. Los amo

Agradezco a Tannia, Jenny, Michelle, Mary y Maryuri, mis hermanas quien constantemente han sido esa mano que necesitaba de apoyo y por constituir el ejemplo a seguir cuando he pensado en rendirme.

Jenny mi compañera de carrera gracias por el soporte que has sido para mí, por las veces que pretendíamos rendirnos, pero nos fortalecíamos el uno al otro y sobre todo por ser hermana, amiga y compañera sabiendo llevar perfectamente cada rol de la mejor manera.

Agradezco a Adriana por motivarme, amarme y bríndame todo el apoyo para seguir y nunca rendirme.

Así mismo gracias a Alex M., Alex A., Wilmer, Nicolás y Lizbeth por todo el apoyo y tiempo vivido conmigo.

Agradezco a Galo y Sandra quienes constantemente me han apoyado y han sabido comprenderme y darme momentos inigualables.

Gracias al Ing. Fricson Moreira por ser un excelente tutor que me ha sabido encaminar a lo largo del proceso de la tesis.

En general muchas gracias, amigos y familia.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.2. Objetivos .....	5
1.2.1 Objetivo General: .....	5
1.2.2. Objetivos Específicos:.....	5
CAPÍTULO II .....	6
METODOLOGÍA .....	6
2.1. Materiales .....	6
2.2 Métodos.....	8
2.2.1 Primera Fase: Volumen de Tráfico, Índice de Condición de Pavimento, Deflexiones mediante el Método de la Viga Benkelman, Ensayo de CBR en campo por el método de DCP y Extracción de calicatas .....	10



2.2.2. Segunda Fase: Análisis Granulométrico, Límite líquido, Límite plástico, Abrasión, Humedad Óptima por Proctor Modificado y Capacidad Portante del Suelo mediante CBR.....	24
2.2.3. Tercera Fase: Diseño de Pavimento, Plan de mantenimiento vial y Presupuesto referencial .....	28
CAPÍTULO III.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
3.1 Análisis y discusión de resultados .....	37
3.1.1 Primera fase.....	37
3.1.1.1 Volumen de Tráfico .....	37
3.1.1.1.1 Hora Pico.....	39
3.1.1.1.2 Número de dos Ejes Equivalentes a 8.2 toneladas.....	40
3.1.1.1.3 Tráfico Proyectado .....	41
Clasificación de la vía .....	42
3.1.1.2 Índice de Condición del Pavimento (PCI) .....	44
3.1.1.2.1 Unidades de Muestreo.....	45
3.1.1.2.2 Longitud de Unidad de Muestreo.....	45
3.1.1.2.3 Área del tramo:.....	45
3.1.1.2.4 Número de unidades de prueba .....	46
3.1.1.2.5 Unidad de muestreo mínimo .....	46
3.1.1.2.6 Intervalo de muestreo .....	46
3.1.1.2.7 Valor deducido .....	48
3.1.1.2.8 Número máximo admisible de valores deducidos (qi).....	49
3.1.1.2.9 Máximo valor deducido corregido (CDV).....	50
3.1.1.2.10 PCI de las unidades de muestreo.....	50
3.1.1.3 Deflexiones mediante el método de la viga Benkelman .....	51
3.1.1.3.1 Corrección por el brazo con una relación 1:2 .....	52

3.1.1.3.2 Corrección por temperatura .....	53
3.1.1.3.3 Corrección por estacionalidad.....	53
3.1.1.3.4 Radio de curvatura .....	54
3.1.1.3.5 Deflexión Característica.....	55
3.1.1.3.6 Deflexión admisible .....	55
3.1.1.3.7 Deflexión crítica.....	56
3.1.1.3.8 Deflectograma .....	56
3.1.1.4 Ensayo de CBR en campo por el método de DCP.....	57
3.1.1.4.1 CBR de diseño del DCP.....	58
3.1.2 Segunda Fase.....	59
3.1.2.1 Análisis Granulométrico .....	59
3.1.2.1.1 Análisis Granulométrico de la subrasante.....	59
3.1.2.1.2 Análisis Granulométrico del material granular existente.....	59
3.1.2.2 Límite líquido y plástico .....	60
3.1.2.2.1 Límite líquido y plástico de la subrasante.....	60
3.1.2.2.1 Límite líquido y plástico del material granular .....	60
3.1.2.3 Abrasión .....	61
3.1.2.4 Ensayo de Humedad Óptima por Proctor Modificado.....	61
3.1.2.4.1 Proctor Modificado en la subrasante.....	61
3.1.2.4.2 Proctor Modificado en la muestra granular.....	62
3.1.2.5 Capacidad Portante del Suelo Mediante CBR .....	62
3.1.2.5.1 CBR de Laboratorio en la subrasante .....	62
3.1.2.5.2 CBR de diseño de la subrasante obtenido en laboratorio.....	62
3.1.2.5.3 CBR en la muestra granular .....	63
3.1.3 Tercera fase .....	63
3.1.3.1 Diseño de la vía con el CBR obtenido en Laboratorio.....	63
3.1.3.1.1 Módulo de elasticidad .....	64

3.1.3.1.2 Factor de confiabilidad “R” .....	65
3.1.3.1.3 Desviación Estándar Normal ( <b>ZR</b> ).....	65
3.1.3.1.4 Desviación Estándar Global ( <b>S0</b> ).....	65
3.1.3.1.5 Módulo de Resiliencia de la subrasante .....	66
3.1.3.1.6 Pérdida de Servicialidad ( $\Delta PSI$ ).....	66
3.1.3.1.7 Periodo de análisis.....	66
3.1.3.1.8 Calidad de drenaje.....	66
3.1.3.1.9 Espesor de la capa <b>Di</b> .....	66
3.1.3.1.10 Propuesta de espesores .....	68
3.1.3.1.11 Nuevos valores estructurales.....	68
3.1.3.1.12 Diseño de la vía con el CBR obtenido por DCP.....	69
3.1.3.2 Plan de mantenimiento vial.....	70
3.1.3.2.1 Reconstrucción .....	70
3.1.3.2.2 Rehabilitación .....	70
3.1.3.2.3 Mantenimiento Periódico .....	70
3.1.3.2.4 Mantenimiento Rutinario .....	71
3.1.3.3 Presupuesto .....	72
3.2. Verificación de hipótesis.....	73
CAPÍTULO IV.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
4.1 Conclusiones .....	74
4.2 Recomendaciones.....	76
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	77
Referencias Bibliográficas: .....	77
ANEXOS: .....	83
ANEXO A.....	83
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR.....	83

Anexo A-1: Cuento de vehículos de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 0+4580. Lunes, 25/09/2023 .....	84
Anexo A-2: Cuento de vehículos de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 0+4580. Miércoles, 27/09/2023 .....	85
Anexo A-3: Cuento de vehículos de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 0+4580. Viernes, 29/09/2023 .....	86
Anexo A-4: Cuento de vehículos de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 0+4580. Domingo, 01/10/2023 .....	87
ANEXO B .....	88
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) .....	88
ANEXO B-1: Unidad de muestreo número 1 .....	89
ANEXO B-2: Unidad de muestreo número 2 .....	93
ANEXO B-3: Unidad de muestreo número 3 .....	95
ANEXO B-4: Unidad de muestreo número 4 .....	96
ANEXO B-5: Unidad de muestreo número 5 .....	98
ANEXO B-6: Unidad de muestreo número 6 .....	101
ANEXO B-7: Unidad de muestreo número 7 .....	106
ANEXO B-8: Unidad de muestreo número 8 .....	109
ANEXO B-9: Unidad de muestreo número 9 .....	112
ANEXO B-10: Unidad de muestreo número 10 .....	115
ANEXO B11: Unidad de muestreo número 11.....	117
ANEXO B-12: Unidad de muestreo número 12 .....	120
ANEXO B-13: Unidad de muestreo número 13 .....	124
ANEXO B-14: Unidad de muestreo número 14 .....	127
ANEXO B-15: Unidad de muestreo número 15 .....	130
ANEXO B-16: Unidad de muestreo número 16 .....	134
ANEXO B-17: Cuadro resumen con el tipo de falla del pavimento y su intervención.....	137

ANEXO C .....	138
DEFLEXIONES DE LA VIGA BENKELMAN EN CADA PUNTO .....	138
ANEXO C-1: Deflexiones en el punto 1.....	139
ANEXO C-2: Deflexiones en el punto 2.....	139
ANEXO C-3: Deflexiones en el punto 3.....	140
ANEXO C-4: Deflexiones en el punto 4.....	140
ANEXO C-5: Deflexiones en el punto 5.....	141
ANEXO C-6: Deflexiones en el punto 6.....	141
ANEXO C-7: Deflexiones en el punto 7.....	142
ANEXO C-8: Deflexiones en el punto 8.....	142
ANEXO C-9: Deflexiones en el punto 9.....	143
ANEXO D.....	144
CBR EN CAMPO POR EL MÉTODO DE DCP .....	144
ANEXO D-1: CBR en campo por DCP calicata 1.....	145
ANEXO D-2: CBR en campo por DCP calicata 2.....	147
ANEXO D-3: CBR en campo por DCP calicata 3.....	149
ANEXO D-4: CBR en campo por DCP calicata 4.....	151
ANEXO E .....	153
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA SUBRASANTE.....	153
ANEXO E-1: Granulometría de la subrasante de la Calicata 1 .....	154
ANEXO E-2: Granulometría de la subrasante de la Calicata 2 .....	155
ANEXO E-3: Granulometría de la subrasante de la Calicata 3 .....	156
ANEXO E-4: Granulometría de la subrasante de la Calicata 4 .....	157
ANEXO F .....	158
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL GRANULAR .....	158
ANEXO F-1: Granulometría del material granular de la Calicata 1.....	159
ANEXO F-2: Granulometría del material granular de la Calicata 2.....	160

ANEXO F-3: Granulometría del material granular de la Calicata 3.....	161
ANEXO F-4: Granulometría del material granular de la Calicata 4.....	162
ANEXO G.....	163
LÍMITES DE ATTERBERG DE LA SUBRASANTE .....	163
ANEXO G-1: Límites de Atterberg de la subrasante de la Calicata 1.....	164
ANEXO G-2: Límites de Atterberg de la subrasante de la Calicata 2.....	165
ANEXO G-3: Límites de Atterberg de la subrasante de la Calicata 3.....	166
ANEXO G-4: Límites de Atterberg de la subrasante de la Calicata 4.....	167
ANEXO H.....	168
LÍMITES DE ATTERBERG DEL .....	168
MATERIAL GRANULAR.....	168
ANEXO H-1: Límites de Atterberg del material granular de la Calicata 1 .....	169
ANEXO H-2: Límites de Atterberg del material granular de la Calicata 2 .....	170
ANEXO H-3: Límites de Atterberg del material granular de la Calicata 3 .....	171
ANEXO H-4: Límites de Atterberg del material granular de la Calicata 4.....	172
ANEXO I .....	173
ENSAYO DE ABRASIÓN.....	173
ANEXO I-1: Ensayo de abrasión del material granular de la Calicata 1.....	174
ANEXO I-2: Ensayo de abrasión del material granular de la Calicata 2.....	174
ANEXO I-3: Ensayo de abrasión del material granular de la Calicata 3.....	175
ANEXO I-4: Ensayo de abrasión del material granular de la Calicata 4.....	175
ANEXO J .....	176
HUMEDAD ÓPTIMA POR PROCTOR MODIFICADO EN LA SUBRASANTE .....	176
ANEXO J-1: Proctor Modificado en la subrasante de la Calicata 1 .....	177
ANEXO J-2: Proctor Modificado en la subrasante de la Calicata 2 .....	178
ANEXO J-3: Proctor Modificado en la subrasante de la Calicata 3 .....	179

ANEXO J-4: Proctor Modificado en la subrasante de la Calicata 4.....	180
ANEXO K.....	181
HUMDEDAD ÓPTIMA POR PROCTOR MODIFICADO EN LA MUESTRA GRANULAR .....	181
ANEXO K-1: Proctor Modificado en la muestra granular de la Calicata 1.....	182
ANEXO K-2: Proctor Modificado en la muestra granular de la Calicata 2.....	183
ANEXO K-3: Proctor Modificado en la muestra granular de la Calicata 3.....	184
ANEXO K-4: Proctor Modificado en la muestra granular de la Calicata 4.....	185
ANEXO L .....	186
ENSAYO DE CBR EN LA SUBRASANTE .....	186
ANEXO L-1: CBR en la subrasante de la Calicata 1.....	187
ANEXO L-2: CBR en la subrasante de la Calicata 2.....	189
ANEXO L-3: CBR en la subrasante de la Calicata 3.....	191
ANEXO L-4: CBR en la subrasante de la Calicata 4.....	193
ANEXO M .....	195
ENSAYO DE CBR EN EL MATERIAL GRANULAR.....	195
ANEXO M-1: CBR en el material granular de la Calicata 1 .....	196
ANEXO M-2: CBR en el material granular de la Calicata 2.....	198
ANEXO M-3: CBR en el material granular de la Calicata 3.....	200
ANEXO M-4: CBR en el material granular de la Calicata 4.....	202
ANEXO N.....	204
DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580 .....	204
ANEXO N-1: Diseño del pavimento de la Vía Pelileo Guayaquil abs. 0+000 – 4+580 con el CBR de diseño de la subrasante obtenido en laboratorio.....	205
ANEXO N-2: Diseño del pavimento de la Vía Pelileo Guayaquil abs. 0+000 – 4+580 con el CBR de diseño de la subrasante obtenido por DCP.....	207

ANEXO O.....	209
TABLAS REQUERIDAS.....	209
ANEXO O -1: Clasificación de suelos de acuerdo con la norma AASHTO.....	210
ANEXO O -2: Clasificación de suelos de acuerdo con la norma NEVI 12.....	211
ANEXO P.....	212
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	212
ANEXO P -1: RUBRO 1.- EXCAVACION DE LA CALZADA SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO.....	213
ANEXO P -2: RUBRO 2.- TERMINACION DE LA SUBRASANTE.....	214
ANEXO P -3: RUBRO 3.- CONSTRUCCION DE SUB-BASE CLASE 3 – (INCLUYE TRANSPORTE).....	215
ANEXO P -4: 4.- BASE CLASE 4 INCLUYE COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN.....	219
DESCRIPCIÓN:.....	219
ANEXO P -5: RUBRO 5.- SUM. Y RIEGO DE IMPRIMACIÓN ASFALTICA RC 250.....	221
ANEXO P -6: RUBRO 6.- SUM. Y COLOC. DE CARPETA ASFALTICA E=2" INCLUYE TRANSPORTE MOP 405-5.....	223
ANEXO P -7: RUBRO 7.-MICROPAVIMENTOS (SLURRY SEAL MODIFI, CON POLIMEROS 3% Y EMULSION CQS).....	225
ANEXO P -8: RUBRO 8.-SELLO DE FISURAS CON ARENA SLURRY POLIMERICO Y EMULSION ASFALTICA.....	236
ANEXO P -9: RUBRO 9.- PINTURA DE TRAFICO LINEA SIMPLE CONTINUA LATERAL a=12 cm (l=variable) blanca.....	239
ANEXO P -10: RUBRO 10.- PINTURA DE TRAFICO LINEA DOBLE CONTINUA ACRILICA a=12 cm (l=variable) AMARILLA.....	239
ANEXO P -11: RUBRO 11.- PINTURA DE TRÁFICO PASOS CEBRAS.....	242
ANEXO Q.....	244



VOLÚMENES DE OBRA.....	244
ANEXO Q -1: Volumen de obra de la Vía Pelileo – Guayaquil .....	245
ANEXO R.....	246
ANEXOS FOTOGRÁFICOS .....	246
ANEXO S .....	253
PLANOS DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580.....	253

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Formato para conteo vehicular.....	8
<b>Tabla 2.</b> Formato para conteo vehicular.....	11
<b>Tabla 3.</b> Clasificación funcional de las vías en base al TPDAd.....	11
<b>Tabla 4.</b> Relación, Función, clase MTOP y tráfico.....	12
<b>Tabla 5.</b> Formato elaborado para recolectar las fallas existentes en el pavimento ...	15
<b>Tabla 6.</b> Clasificación por rangos del PCI .....	16
<b>Tabla 7.</b> Intervención en el pavimento de acuerdo con su rango .....	19
<b>Tabla 8.</b> Distancia del punto de ensayo.....	19
<b>Tabla 9.</b> Formato para el cálculo de deflexiones.....	20
<b>Tabla 10.</b> Parámetros por efectos de Estacionalidad.....	21
<b>Tabla 11.</b> Tipos de deflexiones .....	23
<b>Tabla 12.</b> Granulometría de las muestras de ensayo .....	26
<b>Tabla 13.</b> Número de esferas según la granulometría .....	26
<b>Tabla 14.</b> Clasificación General de suelos .....	27
<b>Tabla 15.</b> Requisitos de Calidad de Base y Subbase de agregado no tratado .....	29
<b>Tabla 16.</b> Factor de Confiabilidad de acuerdo con el tipo de vía.....	31
<b>Tabla 17.</b> Desviación Estándar Normal.....	31
<b>Tabla 18.</b> Período de análisis.....	32
<b>Tabla 19.</b> Nivel de Calidad de Drenaje .....	33
<b>Tabla 20.</b> Rango de Calidad de Drenaje.....	33
<b>Tabla 21.</b> Ubicación del proyecto .....	37
<b>Tabla 22.</b> Flujo vehicular de la hora pico.....	40
<b>Tabla 23.</b> Factor de daño de acuerdo con el tipo de vehículo .....	41
<b>Tabla 24.</b> Tráfico proyectado hasta el año 2043 .....	42

<b>Tabla 25.</b> Ejes equivalentes acumulado, por sentido y por carril de diseño .....	44
<b>Tabla 26.</b> Características de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 4+580 .....	45
<b>Tabla 27.</b> Características de las unidades de muestreo .....	47
<b>Tabla 28.</b> Tipos de falla en la unidad de muestreo número 1 .....	47
<b>Tabla 29.</b> Cálculo de PCI en la unidad de muestreo 1 .....	49
<b>Tabla 30.</b> Resumen del PCI en la Vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 4+580.....	51
<b>Tabla 31.</b> Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento.....	52
<b>Tabla 32.</b> Lecturas del dial .....	52
<b>Tabla 33.</b> Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2.....	53
<b>Tabla 34.</b> Deflexiones corregidas por temperatura .....	53
<b>Tabla 35.</b> Deflexiones corregidas por estacionalidad.....	54
<b>Tabla 36.</b> Radio de Curvatura .....	54
<b>Tabla 37.</b> Cálculo previo a la obtención de la deflexión característica.....	55
<b>Tabla 38.</b> Comportamiento de la subrasante y del pavimento de acuerdo con sus deflexiones .....	56
<b>Tabla 39.</b> DCP en la primera calicata.....	57
<b>Tabla 40.</b> Resumen de los valores de CBR por DCP .....	58
<b>Tabla 41.</b> Porcentaje para obtener el CBR de diseño.....	58
<b>Tabla 42.</b> Valor Percentil para el diseño de la subrasante.....	58
<b>Tabla 43.</b> Clasificación del suelo según la AASHTO.....	59
<b>Tabla 44.</b> Límites de Atterberg de la subrasante .....	60
<b>Tabla 45.</b> Límites de Atterberg de la base.....	60
<b>Tabla 46.</b> Porcentaje de desgaste de la muestra granular .....	61
<b>Tabla 47.</b> Densidad seca y humedad óptima de la subrasante .....	61
<b>Tabla 48.</b> Densidad seca y humedad óptima de la muestra granular .....	62
<b>Tabla 49.</b> Clasificación y usos de la subrasante en base al CBR .....	62
<b>Tabla 50.</b> Porcentaje de CBR en la subrasante de Laboratorio.....	63

<b>Tabla 51.</b> Clasificación y usos de la muestra granular en base al CBR .....	63
<b>Tabla 52.</b> Espesores y números estructurales de la subrasante obtenida por DCP ...	69
<b>Tabla 53.</b> Mantenimiento correctivo en la vía Pelileo Guayaquil abscisa 0+000 – 4+580 .....	70
<b>Tabla 54.</b> Plan de Mantenimiento en la vía Pelileo – Guayaquil abscisa 0+000 – 4+580 .....	71
<b>Tabla 55.</b> Presupuesto para la vía Pelileo – Guayaquil abscisa 0+000 - 4580.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Falla registrada en la vía Pelileo - Guayaquil .....	9
<b>Figura 2:</b> Estructura presente en la vía Pelileo - Guayaquil .....	9
<b>Figura 3:</b> Vía Pelileo - Guayaquil .....	10
<b>Figura 4.</b> Ábaco para calcular el coeficiente estructural de Concreto asfáltico.....	29
<b>Figura 5.</b> Variación de coeficiente de la capa de base granular (a2) .....	30
<b>Figura 6.</b> Variación de coeficiente de la capa de subbase granular (a3).....	30
<b>Figura 7.</b> Programa AASHTO 1993 .....	34
<b>Figura 8.</b> Ubicación de la Vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 4+580.....	38
<b>Figura 9.</b> Diagrama de conteo vehicular .....	38
<b>Figura 10.</b> Ábaco para el tipo de falla Piel de Cocodrilo .....	48
<b>Figura 11.</b> Ábaco de Carreteras y Aparcamiento: Asfalto de la muestra 1 .....	50
<b>Figura 12.</b> Deflectograma de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 4+580 .....	56
<b>Figura 13.</b> DCP de la primera calicata .....	57
<b>Figura 14.</b> Coeficiente estructural a1.....	64
<b>Figura 15.</b> Coeficiente estructural a2.....	64
<b>Figura 16.</b> Coeficiente estructural a3.....	65
<b>Figura 17.</b> Número estructural SN de la subrasante obtenida en laboratorio .....	67
<b>Figura 18.</b> Espesores y valores estructurales de la estructura del pavimento .....	69

## RESUMEN EJECUTIVO

La vía Pelileo – Guayaquil conecta los cantones Quero y Pelileo, y su análisis es realmente crucial. Hasta ahora, no se ha realizado un estudio previo de esta carretera y debido a ello se propuso un plan de mantenimiento vial.

Se utilizó una investigación cualitativa y cuantitativa debido al análisis de los componentes físicos de la estructura. Se inició con el conteo vehicular, se obtuvo el valor del TPDA y el Tráfico Proyectado, se extrajo muestras de la subrasante y de la parte granular de calicatas de 1 metro cúbico por cada kilómetro, con las muestras se realizaron los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. La vía de acuerdo con la MTOP-2002 se clasificó como una carretera de mediana capacidad tipo C1. Posteriormente, se analizó el pavimento por el método PCI encontrándose la vía en un estado “Bueno”, se realizaron las deflexiones producidas del pavimento que se encuentran medianamente buenas, se obtuvo una arena fina A – 3, con un CBR promedio de 28.475 por ciento resultando excelente para subrasante. Se realizaron los mismos ensayos en la parte granular siendo una Base Clase 4, con un CBR promedio de 87.73 por ciento. En cuanto al ensayo de abrasión se obtuvo un valor promedio de 38.43 por ciento resultando “Excelente” para base.

Finalmente, se estableció el plan de mantenimiento vial mismo que puede ser realizado con un presupuesto de 208533.13 dólares, lo que será de utilidad para conocer los componentes físicos de la estructura del pavimento.

**Palabras clave:** TPDA, Tráfico proyectado, PCI, DCP, CBR, Límites de Atterberg, Deflexiones, Mantenimiento vial, Presupuesto.

## ABSTRACT

The Pelileo-Guayaquil highway connects the Quero and Pelileo cantons, and its analysis is truly crucial. So far, no previous study has been conducted on this road, leading to the proposal of a road maintenance plan.

Both qualitative and quantitative research methods were employed due to the analysis of the physical components of the structure. The process began with a traffic count, obtaining the value of the Average Daily Traffic (ADT) and Projected Traffic. Samples were taken from the subgrade and granular part of test pits, with 1 cubic meter samples for every kilometer. These samples underwent tests such as gradation, Atterberg limits, Modified Proctor, and California Bearing Ratio (CBR). According to the MTOP-2002 classification, the road was identified as a medium-capacity C1-type highway. Subsequently, the pavement was analyzed using the PCI method, revealing that the road is in a "Good" condition. Pavement deflections were moderately good, and a fine sand A – 3 was obtained with an average CBR of 28.475 percent, indicating excellent suitability for the subgrade. Similar tests were conducted on the granular part, categorizing it as a Base Class 4 with an average CBR of 87.73 percent. The abrasion test resulted in an average value of 38.43 percent, indicating an "Excellent" rating for the base.

Finally, a road maintenance plan was established, which can be executed with a budget of \$208,533.13. This information will be valuable in understanding the physical components of the pavement structure.

**Keywords:** TPDA, Predicted Traffic, PCI, DCP, CBR, Atterberg Limits, Deflections, Road Maintenance, Budget

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

La vías de Ecuador se han visto afectadas de manera constante por derrumbes, lluvias y demás factores climáticos, por lo que con el pasar del tiempo los ingenieros civiles se han visto obligados a garantizar soluciones inmediatas que provean seguridad y calidad en la circulación de vehículos y personas por dichas vías. Uno de los principales problemas causados por las vías en mal estado es el desarrollo de la economía debido a que muchos comerciantes, turistas, entre otros no se pueden trasladar de una manera cómoda y confortable a las diferentes partes del país y en muchas ocasiones ciudadanos se ven obligados a realizar por ellos mismos caminos que con el pasar del tiempo necesitan una mejor infraestructura vial o un mantenimiento [1].

Tapia [2], menciona que la red vial de Ecuador ha sido claramente descuidada y no ha tenido una intervención oportuna, lo que ha significado un fuerte aumento de costos en mantenimiento o reparación de estas. Así mismo indica que en Ecuador desde el año 2009 se implementó una modalidad distinta de mantenimiento vial denominada; “Mantenimiento Vial por Niveles de Servicio”, que consiste en las obras necesarias para la mejora de una vía, resaltando de esta manera un alcance de niveles óptimos y conservando el sistema vial durante un determinado período.

Vásquez [3], por otra parte, indica que el Índice de Condición de Pavimento (PCI) es considerado como la metodología más completa para evaluar y calificar objetivamente pavimentos, tanto flexibles como rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. El método PCI fue empleado en la Carretera Central en la Habana Cuba, con una longitud aproximada de 3 km, donde los agrietamientos en bloque fueron las fallas con más presencia en esta calle con un 29% y sin existencia de roderas [4].

No obstante, en Tungurahua se ha desarrollado un plan de mantenimiento vial donde los estudios arrojados indican que en la vía Ambato – Puyo, específicamente en el tramo redondel terremoto – Pelileo de 14 km con cuatro carriles, se lleva a cabo a través de microempresas denominadas “Asociaciones de Conservación Vial Nuevo



Día” y “Asociación de Conservación Vial Ramo de Girasoles”. Estas microempresas son responsables de realizar el mantenimiento rutinario y atender emergencias en sus respectivas secciones de la vía [5].

Según el PDOT [6], el cantón San Pedro de Pelileo presenta áreas de pendientes mayores, ubicadas en el oriente y centro sur del cantón, con una alta susceptibilidad. La infraestructura vial asfaltada presenta una elevada vulnerabilidad en 34 kilómetros debido a problemas de daños en el asfalto, mientras que otros 242 kilómetros muestran un revestimiento suelto. Estas áreas afectadas se encuentran ubicadas al sur y al este del cantón, siendo especialmente propensas a deslizamientos de tierra y la deposición de cenizas volcánicas. Se estima que aproximadamente 76 kilómetros de carreteras pavimentadas y 208 kilómetros de caminos con revestimiento suelto presentan una vulnerabilidad de nivel medio. Estas áreas podrían enfrentar algunos desafíos y deterioro, aunque no a un grado tan alto como las zonas con vulnerabilidad alta mencionadas anteriormente.

De igual forma, en el tramo Guayaquil – Chongón, hubo un incremento poblacional aumentando un incremento en residencia y en comercio por lo que mediante un estudio se recomendó ciertas modificaciones en la geometría de los elementos viales. Además, fue requerido un cambio de la capa rodadura, así como en su propia estructura ya que estaba presente un deterioro considerable aún después de haber sido intervenida la vía con mantenimientos viales. La inspección visual que fue realizada arrojó que las cunetas y alcantarillas necesitaban una limpieza de escombros, vegetación y basura, mas no era necesario una reparación [2].

Mientras que, en el país de México se ejecutó una investigación donde se aplicaban mapas de peligro en ciertas ubicaciones consideradas críticas siendo el principal factor la carga extrema proveniente de los vehículos. Analizar esta información es de gran ayuda a la infraestructura vial, enfocándose principalmente en los ejes y pesos generados en los extremos del vehículo. Este estudio fue generado en los corredores de las autopistas de México, que si bien no existen lugares donde se pueda generar el peso del vehículo; existe una red de 1777 estaciones que contaban el origen y destinos de estos. Con dicha información se puede prever de un conteo general de los vehículos ejecutando el TPDA en estas ubicaciones peligrosas sin la necesidad de establecer una estación de conteo [7].

Por otra parte, el CBR Cíclico ha estado presentado como una alternativa en los suelos blandos constituyentes a la subrasante y así mismo encontrar su módulo resiliente. En el caso de la zona Lacustre de Bogotá, en esta se perforaron entre 0.4 y 2.0 metros siendo el objetivo principal hallar el estrato blando, obteniendo características físicas y mecánicas de cada muestra [8].

Ciertamente, en el tramo San Carlos de Bariloche – El Bolsón en Argentina, se presentó un problema de gran magnitud debido a la presencia de lluvias que afectan la calzada y la vía en general ya que gran cantidad de detritos se acumulan sobre esta deshabilitando la ruta y en muchas ocasiones resultando imposible un mantenimiento vial lo que genera problemas de comunicación. Una solución planteada fue la construcción de un puente de 15m a 30 m que vayan cubriendo los tramos más afectados con muros de tierra armada en ambos lados del puente o a su vez construir muros que aterracen la ladera [9].

A su vez, la estructura vial en Costa Rica había crecido enormemente superando en su mayoría a todos los países Latinoamericanos incluyendo a México. Esto se sostuvo hasta el año 1985 que por cada kilómetro cuadrado existía 0,69 kilómetros lineales de carretera. Con el pasar del tiempo aproximadamente en el año 1995 se estableció un estado ciertamente neoliberal y aquí las carreteras se encontraban deterioradas en gran parte y solo el 10% de estas se encontraban en un buen estado, y esto prevaleció hasta 1998 donde se propuso un proyecto “cero huecos” [10].

De la misma manera, el realizar baches o sellado de grietas resultaba muy beneficioso para las vías de Costa Rica sin embargo reconocer los puntos que necesitan estas intervenciones resulta un trabajo complicado y en ocasiones peligroso si se tiene en cuenta la seguridad vial. En este país se optó por usar un proceso automatizado que permita identificar la infraestructura vial que requiere de un mantenimiento rápido, instantáneo y seguro, para lo cual el uso de un proceso digital de imágenes resulta ser la forma más útil para cumplir este objetivo. Mediante el proceso digital de imágenes se obtienen algoritmos que son aplicados al registro fotográfico de la vía y así desarrollar un criterio donde se obtiene ciertas actividades destinadas a un mantenimiento rutinario [11].

En cuanto a Perú - Lima Metropolitana se realizó un estudio donde se relacionaba el mantenimiento vial programa con la satisfacción que generaba este en el usuario. Los resultados fueron de 20% en niveles bajos, 75% en medio y 5% en altos. Un mantenimiento correctivo debe cumplirse en los tiempos programados debido a que si esto no se realiza provocará un deterioro o colapso lento, llegando en últimas instancias a la devastación total de la vía [12].

Asimismo, en el tramo Emp. PE – 3SF – Payanca – Punapamba, Tambobamba en Perú, se realizó una encuesta donde el 6% de los usuarios no se encuentran satisfechos con los mantenimientos viales producidos, el 58% se encontraban satisfechos y el 35% se sentían muy satisfechos dando una correlación muy positiva, por lo que el mantenimiento preventivo genera menos accidentes de tránsito, así como mejora la circulación de vehículos [13].

Además, en Azángaro – Salinas en Puno, Perú se inició una investigación en donde la mayoría de las vías se encuentran en mal estado sin siquiera haber cumplido el periodo de diseño, en su gran mayoría los deterioros son presentados por la falta de evaluaciones, mantenimientos preventivos, factores climáticos, entre otros. En esta ocasión el Índice de Servicialidad del Pavimento fue Buena y mediante calicatas se encontró los valores de CBR más críticos de la estructura del pavimento [14].

En contraste con lo anterior, en Corea del Sur, exactamente en Seúl se realizó un estudio de la condición de pavimento de las paradas de autobús, donde se observaron cierto tipos de fallas siendo más visibles deformaciones, agrietamientos y baches. Los principales motivos por los que pudieron haber ocurrido los problemas presentes sería los movimientos laterales de alguna o de algunas capas del pavimento, la compactación no fue suficiente, uso de ligante en exceso o asfaltos débiles generan un desgaste, empuje o corrugación del pavimento [15].

Finalmente, Baque Javier [16], señala que un diseño apropiado de las vías reduce significativamente los accidentes de tránsito. Esto se logra mediante la implementación de infraestructuras diseñadas con el objetivo de asegurar la seguridad vial en carreteras con pendientes pronunciadas o de alta velocidad.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General:**

- Evaluar la condición superficial y estructural del pavimento de la Vía Pelileo – Guayaquil Abscisa 0+000 – 4+580, ubicada entre los cantones Quero y Pelileo de la provincia de Tungurahua.

### **1.2.2. Objetivos Específicos:**

- Evaluar el volumen de tráfico, el índice de Condición de Pavimento (PCI) y la extracción de muestras necesarias para determinar las características de las capas del pavimento de la Vía Pelileo – Guayaquil Abscisa 0+000 – 4+580, ubicada entre los cantones Quero y Pelileo de la provincia de Tungurahua.
- Analizar los resultados de la evaluación superficial y de la estructura del pavimento obtenidos en campo de la Vía Pelileo – Guayaquil Abscisa 0+000 – 4+580, ubicada entre los cantones Quero y Pelileo de la provincia de Tungurahua.
- Determinar el presupuesto necesario para llevar a cabo un plan de mantenimiento en la Vía Pelileo – Guayaquil Abscisa 0+000 – 4+580, ubicada entre los cantones Quero y Pelileo de la provincia de Tungurahua.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

La presente investigación se dividió en una fase preliminar y adicionalmente 3 fases en base a los objetivos establecidos, las mismas que serán de utilidad tanto para conocer sus materiales, así como los métodos empleados en cada una de estas que se detallarán a continuación:

En la primera fase se realizó el Volumen de Tráfico, Índice de Condición del Pavimento (PCI), deflexiones usando la Viga Benkelman, ensayo de California Bearing Ratio (CBR) en campo por el método de Cono Dinámico de Penetración (DCP) y la extracción de muestras o calicatas. Mientras que en la segunda fase se realizó ensayos de laboratorio como el análisis granulométrico, límites de Atterberg, abrasión, humedad óptima por Proctor Modificado y CBR de laboratorio. Por último, en la tercera fase se realizó el diseño del pavimento para establecer el plan de mantenimiento vial con su respectivo presupuesto.

#### **2.1. Materiales**

A continuación, se va a describir los materiales usadas para cumplir con cada una de las fases:

Inicialmente, en la primera fase se obtuvo el Volumen de Tránsito donde se usó simplemente el software Excel con el que se desarrolló el formato necesario para el conteo de vehículos.

En segundo lugar, se analizó el Índice de Condición del Pavimento en el cual se utilizó el software Excel con el que se desarrolló el formato para recolectar las fallas, una cinta métrica de 50m, un flexómetro de 5m y herramienta menor.

Para las Deflexiones mediante el método de la Viga Benkelman, se empleó la Viga Benkelman marca CONTROLS con una versión 80-B0180, un termómetro y una volqueta marca Hino con capacidad para 8 m<sup>3</sup>.

Por otra parte, se desarrolló el ensayo de CBR en campo, en el cual se usó el Equipo DCP.

Finalmente, se extrajeron las muestras mediante calicatas de 1m x 1m, en el cual se utilizaron una barreta de bellota con una longitud de 120 cm, un azadón de peto, y demás herramienta menor.

En la segunda fase se realizó inicialmente el Análisis Granulométrico en el cual se usó el material de excavación proveniente de la subrasante, un horno marca HUMBOLT, tamices con aberturas #4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200, una bandeja, una tamizadora eléctrica de 110 a 220V, y una Balanza electrónica en gramos con una precisión de  $\pm 0.1$  gramos. Para la base se usó los tamices con aberturas 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 1/8", #4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200

Después, se llevó a cabo el ensayo de Límite Líquido en donde se utilizó el material de excavación proveniente de las calicatas, una copa de Casagrande, un mortero de porcelana, un pistilo de porcelana, un ranurador de acero, un horno marca HUMBOLT, una balanza electrónica en gramos con precisión  $\pm 0.1$  gramos, una espátula y recipientes metálicos.

A continuación, se realizó el ensayo de Límite Plástico donde se empleó el material de excavación proveniente de las calicatas, una placa de rolado, un mortero de porcelana, un pistilo de porcelana, un horno marca HUMBOLT, una balanza electrónica en gramos con precisión  $\pm 0.1$  gramos, una espátula y recipientes metálicos.

Después, se realizó el ensayo de Abrasión donde se utilizaron los tamices de 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 1/8", #4, una bandeja, material granular proveniente de las calicatas, 12 esferas de acero y la Máquina de los Ángeles.

Se desarrolló el ensayo de Humedad Óptima por Proctor Modificado en el cual se usó el material de excavación proveniente de las calicatas, un molde cilíndrico, un martillo compactador, un enrasador metálico de 25 cm, un palustre de acero inoxidable, un tamiz #4 redondo de 25 cm, un horno marca HUMBOLT, una bandeja metálica, una balanza electrónica en gramos con precisión  $\pm 0.1$  gramos, una espátula y recipientes metálicos.

Por último, se realizó el ensayo de Capacidad Portante del Suelo mediante el método de CBR en el cual se usó el material de excavación proveniente de las calicatas, un molde cilíndrico, un martillo compactador, un enrasador metálico de 25 cm, un palustre de acero inoxidable, un Tamiz #4 redondo de 25 cm, un disco espaciador, unas

pesas Metálicas, un papel filtro con un diámetro de 15 cm, un tanque de remojo, una Máquina Multispeed de 50 kN, un horno marca HUMBOLT, una bandeja metálica, una balanza electrónica en gramos con precisión  $\pm 0.1$  gramos, una espátula y recipientes metálicos.

En la tercera fase, el diseño de la vía, el plan de mantenimiento y el presupuesto, se realizaron con el software Excel y Word.

Finalmente, para el plano de la vía se usó el programa Civil 3D autodesk con licencia estudiantil de la Universidad Técnica de Ambato.

## 2.2 Métodos

Como se mencionó anteriormente la presente investigación se dividió en una fase preliminar y adicionalmente en 3 fases, las mismas están detalladas a continuación:

### Fase Preliminar:

La vía Pelileo – Guayaquil ubicada entre los cantones Quero y Pelileo se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

**Tabla 1.** Formato para conteo vehicular

Coordenadas UTM WGS 84 - 17 Sur	
INICIO	
Coordenada Este	766208 m E
Coordenada Norte	9847986 m S
FIN	
Coordenada Este	768133 m E
Coordenada Norte	9849482 m S

Autoría Propia

El propósito de la presente investigación fue conocer el estado actual de la vía Pelileo – Guayaquil mediante un recorrido y una inspección visual. Durante este proceso, se constató que la carretera presenta un diseño de un solo carril para ambos sentidos de circulación. Durante la observación, se identificaron diversas imperfecciones en el pavimento, siendo las más comunes las del tipo "piel de cocodrilo" y "grietas longitudinales".



**Figura 1:** Falla registrada en la vía Pelileo - Guayaquil  
Autoría Propia

Cabe destacar que el espesor del pavimento existente es de aproximadamente 5 cm. Al profundizar en su estructura, se encontró la presencia de subrasante y material granular. Este hallazgo es de relevancia para comprender la composición y características de la carretera en estudio.



**Figura 2:** Estructura presente en la vía Pelileo - Guayaquil  
Autoría Propia



Esta investigación propuso posibles soluciones para abordar las deficiencias observadas en el pavimento y la estructura de la vía, con el objetivo de contribuir a su mantenimiento y mejora.



**Figura 3:** Vía Pelileo – Guayaquil  
**Fuente:** Google Earth Pro

### **2.2.1 Primera Fase: Volumen de Tráfico, Índice de Condición de Pavimento, Deflexiones mediante el Método de la Viga Benkelman, Ensayo de CBR en campo por el método de DCP y Extracción de calicatas**

Inicialmente la determinación del Volumen de Tráfico se realizó con el objetivo de conocer la carga que ejercen los vehículos sobre el pavimento, así como el número de ejes equivalentes y clasificación de la vía, para lo cual se empleó una investigación de campo debido a que se requieren datos obtenidos in situ utilizando el método de la 30ava hora.

De esta manera se desarrolló inicialmente un formato para el conteo de vehículos (Tabla 2), después se estableció una estación para el conteo vehicular en la vía Pelileo – Guayaquil, consecuentemente se analizaron los días con mayor influencia de tráfico dando como resultado los días: Lunes, Miércoles, Jueves y Sábado en un rango de tiempo que inicia a las 7:00 am hasta las 16:00 pm. Por último, se observó el tráfico en las dos sentidos debido a que la vía no es una autopista y al final del día será semejante en ambos sentidos de circulación para posteriormente realizar los cálculos correspondientes en el software Excel [17].

**Tabla 2.** Formato para conteo vehicular

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CONTAJE DE TRÁFICO												
		PROYECTO: VÍA PELLELO - GUAYAQUIL	PROVINCIA: TUNGURAHUA	ABSCISA: 0+000 -4+580	SENTIDO: AMBOS							
		FECHA: 01/201023	CANTONES: QUERO Y PELLELO	DÍA: LUNES	RESPONSABLE: JONATHAN TOAQUIZA							
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
			2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3			
7h00-7h15	25	1	1	0	2	0	0	0	0	0	3	29
7h15-7h30	21	1	2	0	1	0	0	0	0	0	3	25
7h30-7h45	27	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	29
7h45-8h00	22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	23
8h00-8h15	43	1	1	1	1	0	0	0	0	0	3	47

Autoría Propia

Para el cálculo del volumen de tráfico se utilizaron las diferentes fórmulas usadas en el mismo y en primer lugar para obtener el TPDA se calculó el número de vehículos acumulados por cada hora hasta llegar a la última hora con la ecuación 1:

$$acumulado_{intervalo (hora)} = \sum de\ vehiculos$$

(Ec. 1)

**Tabla 3.** Clasificación funcional de las vías en base al TPDA<sub>d</sub>

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

Fuente: MTOP 2002

**Tabla 4.** Relación, Función, clase MTOP y tráfico

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CLASE DE CARRETERA</b>	<b>TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)</b>
CORREDOR	RI – RII (2)	> 8000
ARTERIAL	I	3000 - 8000
	II	1000 – 3000
COLECTORA	III	300 – 1000
	IV	100 - 300
VECINAL	V	< 100

Fuente: MTOP 2003

Continuando, se determinó la hora pico y el 10% del total de vehículos será el TPDA actual para zonas urbanas mientras que es el 15% para zonas rurales. Esto se realizó para cada tipo de vehículos con la ecuación 2 y la ecuación 3:

$$TPDA_{(tipo\ de\ veh\ iculo)} = \frac{TPDA * 100}{15}$$

(Ec. 2)

$$TPDA_{actual} = \sum de TPDA_{(tipo\ de\ veh\ iculo)}$$

(Ec. 3)

Ahora, se calculó el Número de Ejes Equivalentes a 8.2 toneladas donde se determinó el factor de daño en base al peso del vehículo sin considerar los vehículos livianos, de la siguiente manera [1]:

Para un eje simple se aplicó la ecuación 4:

$$Simple = \left(\frac{P}{6.6}\right)^4$$

(Ec. 4)

Mientras que para un eje simple doble la ecuación 5:

$$Simple\ doble = \left(\frac{P}{8.2}\right)^4$$

(Ec. 5)

Ahora se utilizó la ecuación 6 para un eje tándem

$$Tándem = \left(\frac{P}{15}\right)^4$$

(Ec. 6)

Finalmente, para un eje trídem se utilizó la ecuación 7:

$$Trídem = \left(\frac{P}{23}\right)^4$$

(Ec. 7)

Donde:

P = peso del vehículo

Después se obtuvo el factor de daño mediante la sumatoria producida por los ejes de acuerdo con el tipo de vehículo en la hora pico y se calculó el Tráfico Proyectado para el año correspondiente con el uso de la ecuación 8 por cada tipo de vehículo [1]:

$$TP = TA * (1 + r)^n$$

(Ec. 8)

Donde:

r = índice de crecimiento vehicular

TP = tráfico proyectado

TA = tráfico actual

n = período de proyección, (años)

Se obtuvo el  $TPDA_{año\ proyectado}$  sumando el TP de cada tipo de vehículo

El número de ejes equivalentes para el año actual se realizará con la siguiente fórmula:

$$W_{18\ acumulado} = \left[ \sum (TPDA * FD) \right] * 365$$

(Ec. 9)

Donde:

$W_{18 \text{ acumulado}}$  = número de ejes equivalente acumulado en millones

TPDA = tráfico promedio diario anual

FD = factor de daño

Para obtener el número de ejes equivalentes para el siguiente año simplemente se aplicó la ecuación 10:

$$W_{18 \text{ acumulado}} = \left\{ \left[ \sum (TPDA * FD) \right] * 365 \right\} + W_{18 \text{ anterior}}$$

(Ec. 10)

Donde:

$W_{18 \text{ acumulado}}$  = número de ejes equivalente acumulado en millones

TPDA = tráfico promedio diario anual

FD = factor de daño

$W_{18 \text{ anterior}}$  = número de ejes equivalente anterior en millones

El número de ejes equivalente por sentido se realizó con la ecuación 11:

Para el año actual:

$$W_{18 \text{ por sentido}} = \frac{W_{18 \text{ acumulado}}}{2}$$

(Ec. 11)

Donde:

$W_{18 \text{ por sentido}}$  = número de ejes equivalente por sentido en millones

$W_{18 \text{ acumulado}}$  = número de ejes equivalente acumulado en millones

Para el carril de diseño se usó la ecuación 12:

$$W_{18 \text{ carril diseño}} = W_{18 \text{ por sentido}} * 100\%$$

(Ec. 12)



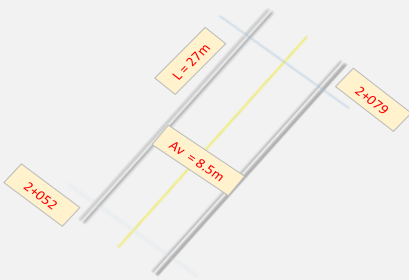
Donde:

$W_{18 \text{ carril diseño}}$  = número de ejes equivalente por carril de diseño en millones

$W_{18 \text{ por sentido}}$  = número de ejes equivalente por sentido en millones [1].

Una vez obtenido el volumen de tráfico se procedió a calcular el Índice de Condición del Pavimento para conocer las fallas existentes en la vía con su nivel de severidad. Para ello se utilizó una investigación cuantitativa debido a que se tuvo que recolectar datos numéricos [18] y de esta manera se realizó una etapa preliminar conociendo la longitud establecida y el ancho promedio de la vía Pelileo – Guayaquil, mediante los cálculos correspondientes se estableció la longitud de unidad de cada muestra y se establece las unidades de muestra que van a ser analizadas. Finalmente, se inspeccionó el tipo, la cantidad y nivel de severidad de cada falla existente en las unidades de muestra seleccionadas y se registró la información en el formato de PCI establecido (Tabla 5) [3].

**Tabla 5.** Formato elaborado para recolectar las fallas existentes en el pavimento

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN														
<b>Tramo:</b>	Vía Pelileo - Quero	<b>Abscisa inicial:</b>	2+052	<b>Unidad de muestreo:</b>	8									
<b>Sección:</b>	77	<b>Abscisa final:</b>	2+079	<b>Área muestreo (m2):</b>	229.5									
<b>Inspeccionado por:</b>	Jonathan Toaquiza	<b>Fecha:</b>	29/08/2023	<b>Ancho de vía (m):</b>	8,5									
No.	DAÑO		ESQUEMA:									Total	Densidad (%)	
1	Piel de cocodrilo	m2												
2	Exudación	m2												
3	Agrietamiento en bloque	m2												
4	Abultamientos y hundimientos	m												
5	Corrugación	m2												
6	Depresión	m2												
7	Grieta de borde	m												
8	Grieta de reflexión de junta	m												
9	Desnivel carril / berma	m												
10	Grietas long. y trasnv.	m												
11	Parqueo	m2												
12	Pulimiento de agregados	m2												
13	Baches / huecos	cant.												
14	Cruce de vía férrea	m2												
15	Ahuellamiento	m2												
16	Desplazamiento	m2												
17	Grieta parabólica	m2												
18	Hinchamiento	m2												
19	Intemperismo	m2												
Daño	Severidad	Cantidades parciales									Total	Densidad (%)		
10	<b>L</b>	1.2									1.2	0.52%		
10	<b>M</b>	18.8									18.8	8.19%	16	

Autoría Propia

Consecuentemente, se conocieron los rangos de evaluación (Tabla 6) de acuerdo con la condición del pavimento:

**Tabla 6.** Clasificación por rangos del PCI

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI)

En el cálculo del PCI lo primero que se realizó es hallar la Longitud de la Unidad de Muestreo. Para la Longitud de la unidad de muestra se aplicó la ecuación 13 de la siguiente manera [3]:

$$L_{seleccionada} = \frac{A}{A_v}$$

(Ec. 13)

Donde:

$L_{seleccionada}$  = longitud seleccionada

A = área del tramo (230.0 ± 93.0)

$A_v$  = ancho promedio de la calzada

Se halló la Área Real del tramo con la ecuación 14:

$$A = L_{seleccionada} * A_v$$

(Ec. 14)

Donde:

A = área del tramo

$L_{seleccionada}$  = longitud seleccionada

$A_v$  = ancho promedio de la calzada

Se obtuvo el Número Total de Unidades de Prueba aplicando la ecuación 15:

$$N = \frac{L_{del\ tramo}}{L_{seleccionada}}$$

(Ec. 15)

Donde:

$N$  = número total de unidades de prueba

$L_{del\ tramo}$  = longitud del tramo

$L_{seleccionada}$  = longitud seleccionada

Continuando, se halló la Unidad de muestreo mínimo con la ecuación 16:

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

(Ec. 16)

Donde:

$n$  = número mínimo a inspeccionar de unidades de muestreo

$N$  = número total de unidades de muestra

$e$  = error admisible ( $e = 5\%$ )

$\sigma$  = desviación estándar (10 para pavimento asfáltico)

Después se calculó el intervalo de muestra con la ecuación 17:

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

(Ec. 17)

Donde:

$i$  = intervalo de muestreo

$N$  = número total de unidades de muestra

$n$  = número mínimo a inspeccionar de unidades de muestreo

Después se realizó la Corrección para las unidades de muestreo con la ecuación 18:



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

(Ec. 18)

Donde:

nc = corrección en el número mínimo a inspeccionar de unidades de muestreo

N = número total de unidades de muestra

i = intervalo de muestreo

Posteriormente, la Densidad se calculó con la ecuación 19:

$$Densidad = \frac{Cantidad\ de\ cada\ clase\ de\ daño}{Área\ de\ la\ muestra} * 100$$

(Ec. 19)

Seguidamente se halló el número admisible de valores deducidos ( $q_i$ ) con la ecuación 20:

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

(Ec. 20)

Donde:

$q_i$  = número admisible de valores deducidos

$m_i$  = número máximo admisible de valores deducidos

HDV<sub>i</sub> = valor mayor individual deducido para la unidad de muestra

Finalmente, el PCI se calculó con la ecuación 21 [12]:

$$PCI = 100 - MVDC$$

(Ec. 21)

Donde:

MVDC = máximo valor deducido corregido

Concluido el PCI fue útil usar la Tabla 7 que brinda la intervención que se necesita en el pavimento de acuerdo con el rango de daño [3].

**Tabla 7.** Intervención en el pavimento de acuerdo con su rango

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Mantenimiento Rutinario
85 – 70	
70 – 55	Mantenimiento Periódico
55 – 40	
40 – 25	Rehabilitación
25 – 10	Construcción
10 – 0	

**Fuente:** ASTM D6433 – 18 [19]

Se continuó con el cálculo de las deflexiones mediante el método de la Viga Benkelman. Las deflexiones se realizaron con el objeto de conocer el comportamiento de la subrasante y del pavimento, para lo cual se usó una investigación cuantitativa debido a que se tuvo un formato para obtener datos numéricos y llegar a conseguir conclusiones; así mismo se aplicó una investigación de campo con la cual se recolectó datos necesarios para aplicar en el proyecto [18].

El ensayo de la viga Benkelman se desarrolló en la vía Pelileo Guayaquil a una distancia de 500 metros en ambos sentidos y de manera alternada, seguidamente el punto a ser ensayado fue señalado con una línea transversal y sobre esta se localizó el punto a ensayar desde una cierta distancia del borde [20]. Esta distancia está establecida en la Tabla 8:

**Tabla 8.** Distancia del punto de ensayo


<b>Ancho del carril</b>	<b>Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento</b>
2.70 m	0.45 m
3.00 m	0.60 m
3.30 m	0.75 m
3.60 m o más	0.90 m

**Fuente:** INV E - 795

Continuando, la parte posterior de la volqueta tuvo un peso de 8.2 toneladas y en sus llantas posteriores se colocó en el punto a ensayar desplazando a la volqueta lentamente hacia el punto para que coincida también con la línea transversal. A

continuación, se puso la viga en el pavimento coincidiendo con el punto de ensayo y entre medio de la doble llanta de la volqueta. Después se ajustó la base de la viga para que los dos brazos de medición queden en contacto con el dial y se liberó los seguros de los brazos. Consecuentemente se giró las esferas de los diales para que la aguja quedé en cero y se realizó una calibración, se repitió el proceso hasta que esta quede en cero. Finalmente se desplazó la volqueta y se tomó lectura a los 0cm, 25cm, 50cm, 100cm, 250cm, 500cm, 800cm registrando los valores en la Tabla 9 [21].

**Tabla 9.** Formato para el cálculo de deflexiones

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN VÍA PELILEO - GUAYAQUIL (ABSCISA 0+000 - 4+580) 											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	LECTURAS EN EL DIAL (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											

Autoría Propia

Para el cálculo de las Deflexiones mediante el método de la viga Benkelman se empleó la siguiente fórmula para cada estación:

$$D = RB * (D_f * D_o)$$

(Ec. 22)

Donde:

D = deflexiones

RB = Relación del brazo de la viga

D<sub>f</sub> = deflexión final

D<sub>o</sub> = deflexión inicial

Posteriormente, se realizó la corrección de deflexiones por efectos de la temperatura:

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D_t}{0.001 * (T - 20^{\circ}C) * e + 1}$$

(Ec. 23)

Donde:

$D_{20^{\circ}C}$  = deflexión corregida por temperatura

$D_t$  = deflexión recuperable

T = temperatura en la que se encuentra el pavimento

e = espesor del asfalto

Después, se calculó la corrección por efectos de estacionalidad en donde se ocupó la Tabla 10 que indica el valor de la estación seca de acuerdo con el tipo de suelo que existe en la vía y se aplicó en la siguiente fórmula:

**Tabla 10.** Parámetros por efectos de Estacionalidad

Tipo de suelo de la subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenoso – Permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcilloso – Sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Reyes Lizcano [22]

$$D = Valor_{estación\ seca} * D_{20^{\circ}C}$$

(Ec. 24)

Donde:

D = deflexión corregida por estacionalidad

$D_{20^{\circ}C}$  = deflexión corregida por temperatura

Por consiguiente, se realizó el cálculo del radio de curvatura cuya magnitud representa la deformación lineal producido por los vehículos en la vía:

$$R_c = \frac{3125}{D_0 - D_{25}}$$

(Ec. 25)

Donde:

$R_c$  = radio de curvatura

$D_0$  = deflexión a los 0 metros

$D_{25}$  = deflexión a los 25 metros

Se halló la Deflexión Característica usando la siguiente fórmula:

$$D_c = \bar{D} + t * \sigma$$

(Ec. 26)

Donde:

$D_c$  = deflexión característica

$\bar{D}$  = deflexión promedio de  $D_0$

$t$  = probabilidad de que existan deflexiones mayores a la característica

$\sigma$  = desviación estándar

Se obtuvo la Desviación Estándar aplicando la siguiente expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{(n - 1)}}$$

(Ec. 27)

Donde:

$\sigma$  = desviación estándar

$D_c$  = deflexión corregida recuperable

$\bar{D}$  = deflexión media

$n$  = número de estaciones

Después se encontró la Deflexión Admisible aplicando la ecuación 28 [22]:

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{W_{18}}\right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

(Ec. 28)

Donde:

$D_{adm}$  = deflexión admisible

$W_{18}$  = # de ejes equivalente dentro de 20 años

Finalmente se calculó la Deflexión Crítica con la ecuación 29:

$$D_{cr} = \left( \frac{1.9}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

(Ec. 29)

Donde:

$D_{cr}$  = deflexión crítica

$W_{18}$  = # de ejes equivalente dentro de 20 años [23]

El tipo de deflexión, comportamiento de la subrasante y del pavimento se clasificó de acuerdo con la Tabla 11:

**Tabla 11.** Tipos de deflexiones

<b>Tipo de deflexión</b>	<b>Comportamiento de la subrasante</b>	<b>Comportamiento del pavimento</b>
TIPO I	Bueno $D_c < D_a$	Bueno $R_c > 100$
TIPO II	Malo $D_c > D_a$	Bueno $R_c > 100$
TIPO III	Bueno $D_c < D_a$	Malo $R_c < 100$
TIPO IV	Malo $D_c > D_a$	Malo $R_c < 100$

Fuente: INV 795 – 13

Por otra parte, se realizó el ensayo de CBR en campo usando el método de DCP. El analizar la subrasante por DCP fue de utilidad para obtener la capacidad portante del suelo y conocer si el mismo necesita un mejoramiento. Para este proceso se utilizó una investigación de campo debido a que se recolectó nueva información de la vía y así obtener una información cualitativa de esta [18].

El ensayo de CBR en campo se desarrolló por el método DCP donde se preparó el sitio quitando el material que no se va a ensayar y quedando casi uniforme y horizontal la subrasante que es el suelo donde se aplicó este ensayo. A continuación, se procedió a colocar el equipo DCP en tres puntos del área de estudio siendo uno en el medio y dos en las esquinas de manera diagonal. Finalmente, con la pesa se procede a dar los golpes necesarios para que la barra penetre en la tierra a ensayar midiendo dicha penetración en relación con el número de golpes con la medida de penetración hasta llegar a los

100cm. Cabe recalcar que, si no se llega a los 100cm después de 100 golpes, el ensayo termina ahí [24].

Se continuó con la extracción de calicatas para lo cual se empleó una investigación de campo recolectando datos nuevos para obtener información cualitativa [18], la cual en primera instancia se desarrolló con el objetivo de obtener material proveniente de la subrasante y del material granular para posteriormente ensayar el mismo. Para conseguir este material se hizo una excavación de 1m de largo x1m de ancho y en profundidad hasta llegar a la subrasante en 4 puntos de la vía aproximadamente cada kilómetro de distancia, posteriormente se extrajo el material para ensayar[25].

### **2.2.2. Segunda Fase: Análisis Granulométrico, Límite líquido, Límite plástico, Abrasión, Humedad Óptima por Proctor Modificado y Capacidad Portante del Suelo mediante CBR**

Los ensayos de esta sección se realizaron tanto para la subrasante como para la parte granular, con una única excepción que sería del ensayo de abrasión.

Para el ensayo de Granulometría se utilizó una investigación cuantitativa debido a que se obtuvo información en base a cálculos matemáticos y que se expresó en gráficas y tablas sus resultados. Este ensayo se realizó con el objeto de clasificar el suelo de acuerdo con la norma AASHTO M-145 y la MTOP - 2002

En este ensayo para la muestra proveniente de la subrasante se pesó 1000 gramos de la muestra obtenida de cada calicata sin incluir el peso del recipiente, para dejarla secando en el horno durante 24 horas. Posteriormente se empezó a ordenar los tamices en un orden tal que los de aberturas mayores queden en la parte superior mientras que los de aberturas menores en la parte inferior. A continuación, se pesó cada tamiz con el porcentaje de muestra que retenía y se anotó dichos valores. Se conservó toda aquella muestra que pasa desde el tamiz #40 en adelante [26]. Mientras que para la muestra proveniente de la parte granular se utilizó 10 kilogramos y se pasó por los tamices mencionados en los materiales para material granular ubicados de manera descendente de acuerdo con sus aberturas y posteriormente con la muestra retenida en la bandeja se pesó 1000 gramos y se realizó el mismo procedimiento que en la subrasante [27].

Por otra parte, se desarrolló el ensayo de límite líquido contribuyó a la clasificación del suelo y en el mismo se utilizó una investigación descriptiva debido a que fue necesario centrarse en la muestra proveniente de las calicatas para conseguir sus características y configuración.

En este ensayo tanto para la subrasante como para la parte granular, se utilizó alrededor de 100 gramos que pasaron desde el tamiz #40, posteriormente se colocó en el mortero de porcelana para luego mezclar hasta obtener una masa homogénea y pastosa agregando una pequeña cantidad de agua durante el proceso de mezclado [28]. Luego se coloca un poco mezcla con la ayuda de una espátula en la copa de Casagrande y se dividió en dos partes justo al medio utilizando el ranurador de arriba hacia abajo, para después realizar los números de golpes hasta que se cierre la abertura creada y obteniendo de esta manera por mezcla un total de 8 muestras en 4 distintos rangos de golpes las cuales se pesaron y pusieron en el horno. Posteriormente se sacó del horno y se pesó las mismas. Finalmente, se hizo lo mismo con las demás muestras provenientes de las otras calicatas [26].

Una vez obtenido el límite líquido se desarrolló el límite plástico para de la misma manera clasificar el suelo tanto de la subrasante como de la muestra granular, donde se usó una investigación descriptiva de manera tal que se centró en la muestra proveniente de las calicatas y seguir conociendo sus características.

Primero para este ensayo se utilizó la muestra sobrante del ensayo de límite líquido y se comenzó a moldear una pequeña masa en la palma de la mano hasta obtener unos rollos de hasta 5mm y colocar en unos recipientes para pesarlos y secarlos en el horno [28]. En total se obtuvo 5 rollos por cada muestra. Los suelos en los que sea imposible realizar los rollos se consideran como no plásticos [26].

Consecuentemente se desarrolló el Ensayo de Abrasión para averiguar si la muestra granular es una base o subbase, en el cual se utilizó una investigación cuantitativa y cualitativa debido a que se obtuvo datos en base a las características de las muestras, para lo cual previamente se tamizó la muestra con los tamices grandes hasta obtener una granulometría más cercana al rango A, B, C o D. Esta información se encuentra detallada en la Tabla 12 [29]:



**Tabla 12.** Granulometría de las muestras de ensayo

Tamaño del tamiz (Aberturas cuadradas)		Masa de los tamaños indicados, gr			
Pasa	Retenido	Granulometría			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½")	25 mm (1")	1250 ± 25	...	...	...
25 mm (1")	19.0 mm (¾")	1250 ± 25	...	...	...
19.0 mm (¾")	12.5 mm (½")	1250 ± 10	2500 ± 10	...	...
12.5 mm (½")	9.5 mm (⅜")	1250 ± 10	2500 ± 10	...	...
9.5 mm (⅜")	6.3 mm (¼")	...	...	2500 ± 10	...
6.3 mm (¼")	4.75 mm (#4)	...	...	2500 ± 10	...
4.75 mm (#4)	2.36 mm (#8)	...	...	...	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: ASTM C 131 – 01 [29]

Se procedió a lavar la muestra y se dejó secando esta durante un día. El número de esferas a usar depende de la granulometría de la muestra del ensayo y se describe en la Tabla 13:

**Tabla 13.** Número de esferas según la granulometría

GRANULOMETRÍA	Nº DE ESFERAS
A	12
B	11
C	8
D	6

Fuente: ASTM C 131 – 01 [29]

Luego, se colocó 5 kilogramos en la máquina de los Ángeles a una velocidad de 30 a 33 rev/min hasta llegar a las 500 revoluciones. Finalmente, se sacó el material de la máquina y se utilizó el tamiz #12 para separar la porción más fina del material grueso y se pesaron ambas porciones para tabularlas posteriormente [30].

Se continuó con la Humedad óptima mediante Proctor modificado que proporcionó el valor de humedad óptima en la que se encuentra el suelo. Esto se llevó a cabo mediante una investigación descriptiva debido a que la muestra sigue siendo prioridad para conocer sus características.

Se inició este ensayo con un suelo de 5kg de la muestra granular y 2.5 kg de la subrasante previamente secada y tamizada en el tamiz #4; después se colocó esta

muestra en la bandeja metálica homogeneizando la misma con agua. Posteriormente, se dividió la muestra en 5 partes con un área similar y se compactó con 56 golpes para la muestra granular (Método A) y la subrasante fue compactada con 25 golpes (Método B). A continuación, se retiró el collarín y se enrazó la muestra para pesar el molde y se introdujo el mismo en el horno. Finalmente se realizó este procedimiento por 4 ocasiones incrementando la cantidad de agua en cada proceso [26].

Una vez finalizado el ensayo de Proctor Modificado, se procedió a realizar el ensayo de CBR. Este último proporcionó una evaluación mejorada de la capacidad portante del suelo, el cual fue empleado en el momento en que la vía requería una reconstrucción. En primera instancia el ensayo se realizó con 3 muestras cuyo peso era 5 kg de cada una y se añadió agua para llegar hasta el contenido de humedad óptima, después se pesó y midió el molde colocando en el fondo papel secante y se compactó en 5 capas con 11, 27 y 56 golpes [31]. A continuación, se retiró el collarín, se enrazó y se pesó el molde con la muestra. Consecuentemente se lleva a sumergir la muestra por 4 días hasta que se sature y se realizó una nueva lectura con el deformímetro, se pesó y se procedió a ensayar en la máquina Multispeed. Finalmente se recogió una muestra que se pesó y colocó en el horno [26].

Este ensayo establece una relación entre la carga unitaria necesaria para lograr una determinada penetración del pistón dentro de la muestra compactada de suelo, considerando su contenido de humedad y densidad, en relación con la carga unitaria patrón requerido para obtener la misma penetración. Esta relación permite evaluar la capacidad de soporte del suelo y su resistencia a la compresión bajo ciertas condiciones específicas [32].

Obtenido el valor de CBR se procedió a clasificar el suelo de acuerdo con la Tabla 14:

**Tabla 14.** Clasificación General de suelos

<b>CBR</b>	<b>Clasificación General</b>	<b>Usos</b>
2 – 5	Muy mala	Subrasante
5 – 8	Mala	Subrasante
8 – 20	Regular – Buena	Subrasante
20 – 30	Excelente	Subrasante
30 – 60	Buena	Subbase
60 – 80	Buena	Base
80 – 100	Excelente	Base

Fuente: AASHTO-93

### 2.2.3. Tercera Fase: Diseño de Pavimento, Plan de mantenimiento vial y Presupuesto referencial

Inicialmente, para el diseño del pavimento se utilizó una investigación cuantitativa debido a que se necesitó de datos para tabular en tablas esta información de una manera más detallada. En el diseño del pavimento flexible inicialmente se planteó una ecuación para obtener el número estructural conocido como SN, y dicha ecuación se encuentra en base a ciertas variables de diseño que se presentarán a continuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_O + 9.36 * \log_{10} * (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} * (M_R) - 8.07$$

(Ec. 29)

Donde:

$SN$  = número estructural requerida en la sección de la carretera

$W_{18}$  = ejes equivalentes del período de diseño

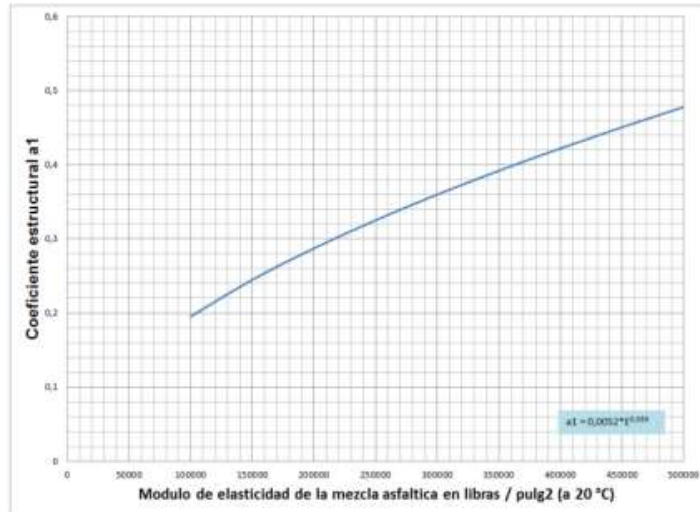
$Z_R$  = desviación estándar normal

$S_O$  = error estándar

$\Delta PSI$  = variación del índice de servicialidad

$M_R$  = módulo resiliente de la subrasante

Consecuentemente, se halló los coeficientes de capa ( $a_i$ ) para cada parte de la estructura del pavimento donde para hallar el coeficiente estructural  $a_1$  que corresponde a la parte del pavimento se utilizó el ábaco 14 [33]:



**Figura 4.** Ábaco para calcular el coeficiente estructural de Concreto asfáltico  
**Fuente:** AASHTO 93

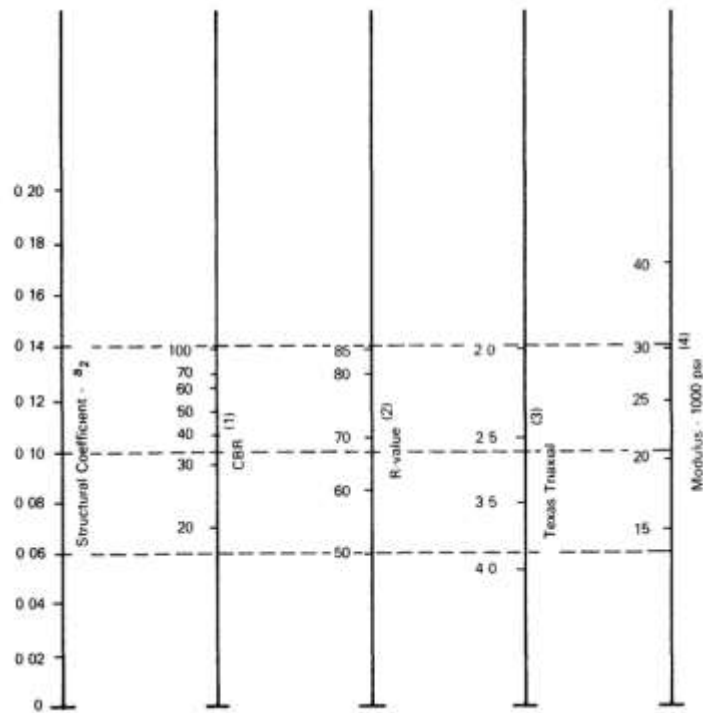
El coeficiente estructural  $a_2$  y  $a_3$  que corresponde a la base, se basó en los requisitos para base y subbase presente en la Tabla 15:

**Tabla 15.** Requisitos de Calidad de Base y Subbase de agregado no tratado

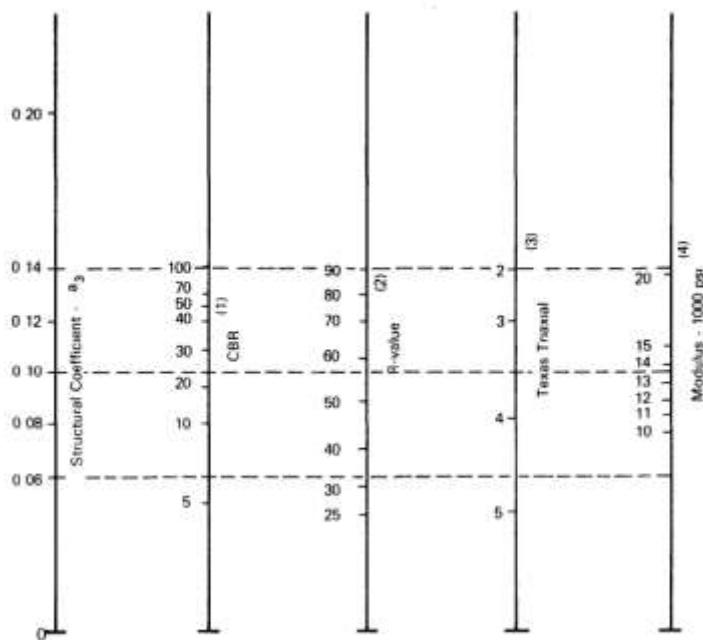
Ensayo	Requisitos del Ensayo	
	Subbase	Base
CBR mínimo	30	80
Valor R mínimo	55	78
Límite líquido máximo	25	25
Índice de plasticidad máximo	6	NP
Arena equivalente mínima	15	35
% que pasa Tamiz No. 200 máximo	12	7

**Fuente:** Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1) [34]

Por lo tanto, se utilizó el CBR mínimo para la base como para la subbase, los cuales son 80% y 30% respectivamente. Se encontró sus respectivos coeficientes estructurales y módulo de elasticidad en base a la Figura 5 y 6.



**Figura 5.** Variación de coeficiente de la capa de base granular ( $a_2$ )  
**Fuente:** AASHTO 93



**Figura 6.** Variación de coeficiente de la capa de subbase granular ( $a_3$ )  
**Fuente:** AASHTO 93 [33]

Una vez obtenidos estos valores, se procedió a hallar el factor de confiabilidad “R” en base a la Tabla 16:

**Tabla 16.** Factor de Confiabilidad de acuerdo con el tipo de vía

Clasificación Funcional	Nivel recomendado de confiabilidad	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Colectores	80 – 95	75 – 95
Local	50 – 80	50 - 80

Fuente: AASHTO 1993 [35]

Consecuentemente, se halló la Desviación Estandar Normal ( $Z_R$ ) en base a la confiabilidad del proyecto presente en la Tabla 17:

**Tabla 17.** Desviación Estándar Normal

Confiabilidad R %	Desviación Estándar Normal $Z_R$
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO 1993 [35]

La Desviación Estándar Global ( $S_0$ ) o error estándar global se recomienda en el rango de 0.40 a 0.50 para pavimentos flexibles. Por otro lado, la determinación del Módulo de Resiliencia ( $M_R$ ) de la subrasante está condicionada por su Índice de Soporte California Bearing Ratio (CBR), y este condicionamiento se basa en las ecuaciones 30, 31 y 32:

$$M_R = 1500 * CBR \quad (CBR \leq 7) \text{ psi}$$

(Ec. 30)

$$M_R = 3000 * CBR^{0.65} \quad (7 < CBR \leq 20) \text{ psi}$$

(Ec. 31)

$$M_R = 4326 * \ln(CBR) + 241 \quad (CBR > 20) \quad psi$$

(Ec. 32)

Donde:

$CBR = CBR$  de diseño proveniente de la subrasante

Se continuó calculando la Pérdida de Servicialidad ( $\Delta PSI$ ) con la ecuación 33:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

(Ec. 33)

Donde:

$p_o =$  índice de servicialidad inicial (4.2 – 4.5)

$p_t =$  índice de servicialidad final (2.0 – 3.0)

Seguidamente, se determinó el período de diseño, que generalmente es de 20 años, aunque varía considerablemente según la vía que se haya analizado. Este intervalo de tiempo se establece según los parámetros indicados en la Tabla 18:

**Tabla 18.** Período de análisis

Condiciones de Carreteras	Periodo de análisis
Vías urbanas con alto volumen	30 – 50
Vías rurales con alto volumen	20 – 50
Pavimentadas con bajo volumen	15 – 25
Superficie granular con bajo volumen	10 – 20

Fuente: AASHTO 1993

Posteriormente se halló los coeficientes de drenaje de la base y subbase que en este caso sería el mismo valor para ambas capas. Para estas se necesitaron de las Tablas 19 y 20 presentes a continuación:

**Tabla 19.** Nivel de Calidad de Drenaje

Calidad de drenaje	Retirado de agua dentro de:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	el agua no drena

Fuente: AASHTO 1993

**Tabla 20.** Rango de Calidad de Drenaje

Calidad de drenaje	% de tiempo en que la estructura del pavimento es expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< que 1%	1 – 5%	5 – 25%	> que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: AASHTO 1993

Entonces, para calcular el número estructural (SN), se consideró la suma de los espesores del asfalto, la base y la subbase. Este cálculo se realizó mediante coeficientes que reflejan la resistencia relativa de los materiales de cada capa. La ecuación 34 es la correspondiente a esta y se presenta a continuación:

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

(Ec. 34)

Donde:

 $a_i$  = coeficiente de la capa  $i$  $D_i$  = espesor de la capa  $i$  $m_i$  = coeficiente de drenaje de la capa  $i$



El valor que falta por determinar fue el del espesor de la capa. Para conseguir este valor inicialmente se utilizó la ecuación 29 y se estableció una relación entre la parte antes del igual y la parte después de esta.

En la expresión de la parte izquierda, donde se encuentra  $\log_{10}(W_{18})$ , todas las incógnitas han sido determinadas. En cambio, en la parte derecha de la ecuación, el único valor desconocido es el de SN. Para obtener este valor, se empleó el programa “Ecuación AASHTO 93” (Figura 7).

**Figura 7.** Programa AASHTO 1993

**Fuente:** Luis Vásquez, 2004

Este programa se empleó para determinar el valor del número estructural SN, y se formuló la relación hasta lograr la igualdad. El mismo proceso se llevó a cabo para la base y la subbase, donde el valor que varía es el  $M_R$ , representando el módulo de elasticidad de cada capa respectivamente. En ambos casos, se ajustó el valor de SN hasta lograr la igualdad en la ecuación.

Posteriormente, se determinó el valor del número estructural total, el cual se obtuvo a través del programa. En cuanto a la carpeta asfáltica, su valor de SN se basó en el módulo de elasticidad de la base. En el caso de la subbase, el valor de SN se calculó considerando el módulo de elasticidad específico de la subbase.

Para obtener el número estructural de la subbase, SN se calculó mediante la ecuación 35:

$$SN_{subbase} = SN_{TOTAL} - (SN_{CARPETA ASFÁLTICA} + SN_{BASE})$$

(Ec. 35)

Donde:

*SN = Número estructural*

Consecuentemente, se dividió la ecuación 34 en tres partes para obtener el valor del espesor de cada capa como se muestra en la ecuación 36, 37 y 38.

$$D_1 = SN_1/a_1$$

(Ec. 36)

$$D_2 = SN_2/a_2m_2$$

(Ec. 37)

$$D_3 = SN_3/a_3m_3$$

(Ec. 38)

En última instancia, los espesores conseguidos se reajustaron hasta obtener espesores de acuerdo a nuestras necesidades y se aplicó la ecuación 34 para obtener el nuevo número estructural total [33].

En otro ámbito, el plan de mantenimiento vial debido a los daños existentes en la vía se realizó con una investigación cuantitativa que permitió obtener información o datos en forma tablas y estadísticas. En primera instancia se analizó la condición en la que se encuentra el pavimento, así como el porcentaje de daño existente en cada tramo y así se halló las posibles soluciones que se darán a cada uno de los tramos de la vía. Por consecuente, en base a las fallas existentes se planteó un mantenimiento periódico o rutinario, reconstrucción y rehabilitación [36].

Una vez desarrollado el plan de mantenimiento vial se procedió a realizar el presupuesto referencial donde se usó una investigación cuantitativa para obtener dicha información usando métodos matemáticos. Inicialmente con lo establecido en el plan

de mantenimiento se estableció un procedimiento para conseguir realizar estas posibles soluciones. Se usó información de obras existentes para conseguir el costo que tiene realizar cada actividad y se multiplicó por el volumen de obra para conseguir el presupuesto referencial que tendrá el mantenimiento de la vía.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de resultados

El análisis y discusión de resultados se dividió en tres fases en base a los objetivos establecidos. La primera fase, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva que incluyó el análisis del volumen de tráfico, la condición del pavimento medida a través del Índice de Condición del Pavimento, la medición de deflexiones utilizando la Viga Benkelman, la realización del ensayo de CBR en campo mediante el método de DCP, y la obtención de muestras mediante calicatas. En la segunda fase, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio que abarcaron el análisis granulométrico, la determinación de los límites de Atterberg, pruebas de abrasión, la obtención de la humedad óptima a través del Proctor Modificado y el CBR de laboratorio. Finalmente, en la tercera fase, se procedió al diseño del pavimento con el objetivo de establecer un plan integral de mantenimiento vial, acompañado de su respectivo presupuesto.

##### 3.1.1 Primera fase

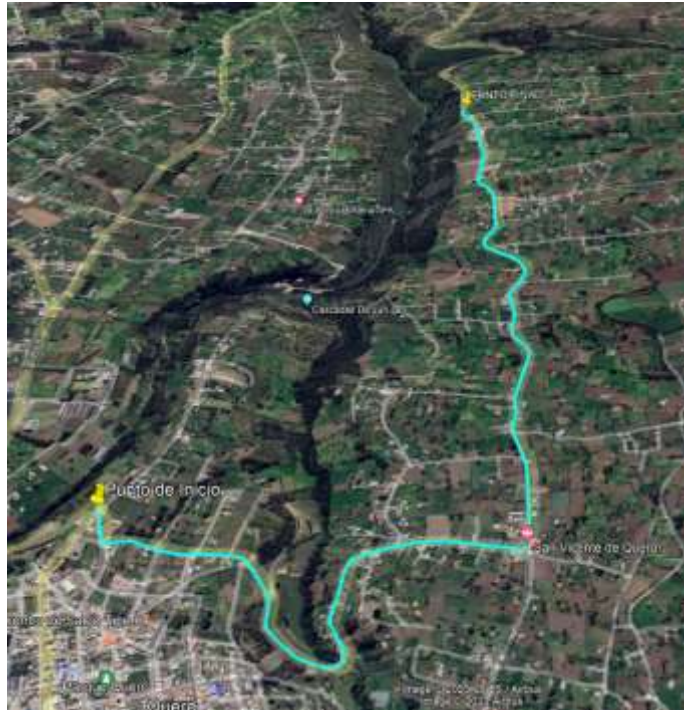
###### 3.1.1.1 Volumen de Tráfico

Inicialmente se contó el número de vehículos que pasan por la vía Pelileo – Guayaquil (Figura 8) cuya abscisa es 0+000 – 4+580, donde se conoció los días y horas con mayor influencia vehicular, siendo los mismos: Lunes, Miércoles, Viernes y Domingo con un rango de tiempo para analizar el tránsito iniciando desde las 7:00 am. hasta las 16:00 pm. Para conocer lo antes mencionado se estableció una estación de conteo vehicular con las siguientes coordenadas de ubicación (Tabla 21):

**Tabla 21.** Ubicación del proyecto

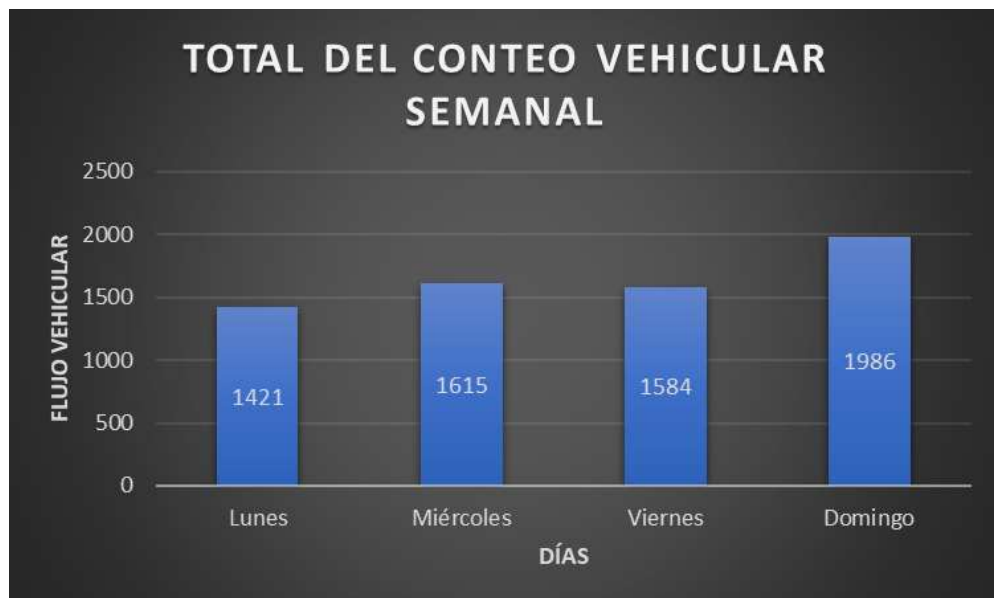
<b>Coordenadas UTM WGS84 – 17 Sur</b>	
<b>Coordenadas Norte</b>	<b>Coordenadas Este</b>
9847369.83 m S	767237.59 m E

Autoría Propia



**Figura 8.** Ubicación de la Vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 4+580  
Autoría Propia

Se procedió a registrar los resultados obtenidos en la Tabla 2 y estos datos se encuentran el Anexo A.



**Figura 9.** Diagrama de conteo vehicular  
Autoría Propia

Como se observa en la Figura 9 el día con mayor influencia vehicular es el domingo con un total de 1986 veh/día.

### 3.1.1.1.1 Hora Pico

Para este cálculo cada día se fue sumando el número de vehículos por cada hora, para lo cual se utilizó la ecuación 1:

Se inició la suma del lunes desde la primera hora que era de 7:00 a 8:00:

$$acumulado_{7:00 - 8:00} = (37 + 39 + 41 + 62) \text{ veh}$$

$$acumulado_{7:00 - 8:00} = 179 \text{ veh}$$

Se continuó con el siguiente rango de hora que sería de 7:15 a 8:15:

$$acumulado_{7:15 - 8:15} = (39 + 41 + 62 + 50) \text{ veh}$$

$$acumulado_{7:15 - 8:15} = 192 \text{ veh}$$

El domingo es el día con mayor influencia vehicular. De todos los valores se escogió el mayor que en este caso sería 270 veh/hora (ver Anexo A-4) y así mismo el rango donde entra el mismo. A continuación, se sumó el número de vehículos que existen por cada tipo y como se trata de una zona rural se dividió el total para 15% como se muestra en la ecuación 2:

- Livianos

$$TPDA_{(livianos)} = \frac{258 \text{ veh} * 100}{15}$$

$$TPDA_{(livianos)} = 1720 \text{ veh}$$

- Buses

$$TPDA_{(buses)} = \frac{4 \text{ veh} * 100}{15}$$

$$TPDA_{(buses)} = 27 \text{ veh}$$

Este proceso se realizó con los demás vehículos como se muestra en la Tabla 22:

**Tabla 22.** Flujo vehicular de la hora pico

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	TOTALES
			2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3		
8h15-8h30	60	2	1	0	0	0	0	0	0	1	63
8h30-8h45	53	0	0	0	2	0	0	0	0	2	55
8h45-9h00	58	1	1	0	4	0	0	0	0	5	64
9h00-9h15	87	1	0	0	0	0	0	0	0	0	88
<b>TOTALES</b>	258	4	2	0	6	0	0	0	0	8	270
<b>TPDA ACTUAL</b>	1720	27	14	0	40	0	0	0	0	53.00	1801.00

Autoría Propia

Finalmente, para hallar el TPDA actual simplemente se realizó la suma del TPDA por tipo de vehículo utilizando la ecuación 3:

$$TPDA_{actual} = (1720 + 27 + 14 + 40)veh$$

$$TPDA_{actual} = 1801 veh$$

### 3.1.1.1.2 Número de dos Ejes Equivalentes a 8.2 toneladas

Se continuó con el cálculo del Factor de Daño que provocan las llantas de los vehículos en la vía sin consideración de los vehículos livianos. Se tuvo en cuenta que eran diferentes ejes como el simple, doble, tándem y trídem y se calculó el factor de daño para cada uno de estos de la siguiente manera:

- Buses

Para el cálculo del factor de daño de un bus se tuvo en cuenta la Tabla 23, donde se encontró los tipos y valores de los ejes:

El eje simple tiene un peso de 4 toneladas y se calculó utilizando la ecuación 4:

$$Simple = \left(\frac{4}{6.6}\right)^4$$

$$Simple = 0.13$$

Mientras que el eje simple doble tiene un peso de 8 toneladas y se usó la ecuación 5:

$$Simple\ doble = \left(\frac{8}{8.2}\right)^4$$

$$Simple\ doble = 0.91$$



Finalmente se encontró el factor de daño (FD) para los buses con una suma de los ejes que tiene este:

$$FD = 0.13 + 0.91$$

$$FD = 1.04$$

Lo mismo se realizó con los demás tipos de vehículos de acuerdo con los diferentes tipos de vehículos presentes en la vía y se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 23.** Factor de daño de acuerdo con el tipo de vehículo

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CONTAJE DE TRÁFICO</b> 									
FACTORES DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	tons	(P/6.6) ^4	tons	(P/8.2) ^4	tons	(P/15) ^4	tons	(P/23) ^4	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
2D	3	0.04							0.17
	4	0.13							
2DA	3	0.04	7	0.53					0.57
2DB	7	1.27	11	3.24					4.51
3A	7	1.27			20	3.16			4.43
4C	7	1.27					24	1.19	2.46
3S2	7	1.27			20	6.32			7.59
3S3	7	1.27			20	3.16	24	1.19	5.62

Fuente: AASHTO 93 [33]

Como se observa en la Tabla 23 se produce un factor de daño mayor en el pavimento con los ejes de los vehículos pesados tipo 2DB, 3S2 y 3S3, mientras que el tipo de vehículo pesado 2D produce un menos daño con un daño en el asfalto de 0.17.

### 3.1.1.1.3 Tráfico Proyectado

Una vez obtenidos los valores del factor de daño se calculó el tráfico proyectado donde se necesitó el índice de crecimiento de todos los años hasta el 2043. En el año 2024 se presentó estos índices:

$$r_{livianos} = 3.57 \%$$

$$r_{buses} = 1.78 \%$$

$$r_{pesados} = 1.74 \%$$

Una vez que se halló el índice de crecimiento se obtuvo el tráfico proyectado para el año 2024. Para el cálculo de este se necesitó los datos obtenidos en el año 2023 y se realizó esto para cada tipo de vehículos donde se utilizó la ecuación 8:

- Livianos

$$TP = 1720 \text{ veh} * \left(1 + \frac{3.57}{100}\right)^1$$



$$TP = 1782 \text{ veh}$$





Consecuentemente, se halló el TPDA para el año 2024 con una suma del TPDA de los diferentes vehículos de la siguiente manera:

$$TP = (1782 + 28 + 15 + 41) \text{ veh}$$

$$TP = 1874 \text{ veh}$$

Este procedimiento se realizó en cada año llegando hasta los 20 años que fue el año 2043 con los valores que se detalló en la Tabla 24:

**Tabla 24.** Tráfico proyectado hasta el año 2043

AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO %			LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS		TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			2D 	2DB 	
2023	3.57	1.78	1.74	1720	27	14	40	1801
2024	3.57	1.78	1.74	1782	28	15	41	1874
2025	3.57	1.78	1.74	1846	29	16	42	1941
2026	3.25	1.62	1.58	1894	30	17	43	1991
2027	3.25	1.62	1.58	1955	31	18	44	2055
2028	3.25	1.62	1.58	2019	32	19	45	2122
2029	3.25	1.62	1.58	2084	33	20	46	2190
2030	3.25	1.62	1.58	2152	34	21	47	2261
2031	3.25	1.62	1.58	2222	35	22	48	2334
2032	3.25	1.62	1.58	2294	36	23	49	2409
2033	3.25	1.62	1.58	2369	37	24	50	2487
2034	3.25	1.62	1.58	2446	38	25	51	2567
2035	3.25	1.62	1.58	2525	39	26	52	2649
2036	3.25	1.62	1.58	2607	40	27	53	2734
2037	3.25	1.62	1.58	2692	41	28	54	2822
2038	3.25	1.62	1.58	2779	42	29	55	2912
2039	3.25	1.62	1.58	2870	43	30	56	3006
2040	3.25	1.62	1.58	2963	44	31	57	3102
2041	3.25	1.62	1.58	3059	45	32	58	3201
2042	3.25	1.62	1.58	3159	46	33	59	3304
2043	3.25	1.62	1.58	3261	47	34	60	3409

Autoría Propia

Como se observó en la Tabla 24 no existió los tipos de vehículos pesados 2DA, 3ª, 4C, 3S2 y 3S3 por los que su valor es cero y no fue necesario el cálculo de estos.

### Clasificación de la vía

El valor del Tráfico proyectado para el año 2043 tendría un valor de 3409 veh/día, siendo este para un diseño de 20 años. Este valor indica que la vía Pelileo Guayaquil, abscisa 0+000 – 0+4580 se clasificaría como un Corredor Arterial Clase I debido a que entró en el rango de 3000 – 8000 veh/día de acuerdo con la Tabla 4 que es la Norma MTOP 2003 y de acuerdo con la Tabla 3 de la MTOP 2002, la vía se clasificó como una carretera de mediana capacidad con dos carriles tipo C1.

Por otra parte, se obtuvo para el año actual el número de ejes equivalentes acumulados con la ecuación 9 sin tener en cuenta los vehículos livianos:

$$W_{18 \text{ acumulado}} = [(27 \text{ veh} * 1.04) + (14 \text{ veh} * 0.17) + (40 \text{ veh} * 4.51)] * 365$$

$$W_{18 \text{ acumulado (2023)}} = 76964 \text{ veh}$$

De la misma manera se realizó para los siguientes años solo adicionando el eje equivalente aculado del año anterior para esto se utilizó la ecuación 10:

$$W_{18 \text{ acumulado}} = \{[(28 * 1.04) + (15 * 0.17) + (41 * 4.51)] * 365\} + 76964$$

$$W_{18 \text{ acumulado (2024)}} = 156016 \text{ veh}$$

El mismo proceso se utilizó para los demás años y se continuó hallando el número de ejes equivalentes por sentido para el año 2023 donde se usó la ecuación 11:

$$W_{18 \text{ por sentido}} = \frac{76964 \text{ veh}}{2}$$

$$W_{18 \text{ por sentido}} = 38482 \text{ veh}$$

Por último, el número de ejes equivalentes por sentido se multiplicó por el 100% y se obtuvo el número de ejes equivalentes para el carril de diseño donde la ecuación 12 fue la utilizada:

$$W_{18 \text{ carril diseño}} = 38482 \text{ veh} * 100\%$$

$$W_{18 \text{ carril diseño}} = 38482 \text{ veh}$$

Lo mismo se hizo con los demás años llegando hasta el año 2043, la misma que se presenta en la Tabla 25:

**Tabla 25.** Ejes equivalentes acumulado, por sentido y por carril de diseño

AÑO	W18	W18	W18
	Acumulado	Por sentido	Carril Diseño
2023	76964	38482	38482
2024	156016	78008	78008
2025	237156	118578	118578
2026	320384	160192	160192
2027	405700	202850	202850
2028	493103	246552	246552
2029	582594	291297	291297
2030	674173	337087	337087
2031	767840	383920	383920
2032	863595	431798	431798
2033	961437	480719	480719
2034	1061367	530684	530684
2035	1163385	581693	581693
2036	1267491	633746	633746
2037	1373685	686843	686843
2038	1481966	740983	740983
2039	1592335	796168	796168
2040	1704792	852396	852396
2041	1819337	909669	909669
2042	1935970	967985	967985
2043	2054690	1027345	1027345

Autoría Propia

Como se observa en la Tabla 25 el valor de los ejes equivalentes para el año 2043 viene a tener un valor de 2054690 ejes equivalentes, por cada sentido sería de 1027345 ejes equivalentes y en el carril de diseño sería el mismo valor que del por sentido debido a que se utilizó el 100% en vías con dos carriles que sería uno por dirección.

### 3.1.1.2 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Para realizar los cálculos referentes al índice de Condición del Pavimento “PCI” lo que se hizo es:

En la Tabla 26 se presenta los datos característicos de la vía en estudio los cuales serán utilizados para los diferentes cálculos.

### 3.1.1.2.1 Unidades de Muestreo

Tabla 26. Características de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 4+580

<b>DATOS DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABS. 0+000 – 4580</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
Ancho promedio de la vía ( $A_v$ )	8.50	m
Longitud del tramo ( $L_t$ )	4580	m
Área del tramo ( $A$ )	230±93	m <sup>2</sup>
Error admisible para PCI $\epsilon$	5	%
Desviación estándar PCI ( $\sigma$ )	10	-

Autoría Propia

### 3.1.1.2.2 Longitud de Unidad de Muestreo

En el cálculo de la longitud de la unidad de muestreo se usó la ecuación 13:

$$L_1 = \frac{230m^2 + 93m^2}{8.50 m}$$

$$L_1 = 38.00 m$$

$$L_2 = \frac{230m^2 - 93m^2}{8.50 m}$$

$$L_2 = 16.12 m$$

Consecuentemente mediante un promedio se halló la longitud de la unidad de prueba

$$L_{seleccionada} = \frac{38.00m + 16.12m}{2}$$

$$L_{seleccionada} = 27.05 m \cong 27.00 m$$

### 3.1.1.2.3 Área del tramo:

Para el cálculo del área del tramo de prueba se calculó utilizando la ecuación 14:

$$A = L_{seleccionada} * A_v$$

$$A = 27m * 8.50m$$

$$A = 229.5m^2$$

#### 3.1.1.2.4 Número de unidades de prueba

Seguidamente, para determinar la cantidad de unidades de prueba se aplicó la ecuación 15:

$$N = \frac{4580m}{27m}$$

$$N = 169.63 u \cong 170 u$$

#### 3.1.1.2.5 Unidad de muestreo mínimo

Para conocer las unidades de muestreo mínimo se empleó la ecuación 16:

$$n = \frac{170 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (170 - 1) + \sigma^2}$$

$$n = 14.70 u \cong 15 u$$

#### 3.1.1.2.6 Intervalo de muestreo

Posteriormente, se usó la ecuación 17 para el cálculo de los intervalos de muestreo:

$$i = \frac{170 u}{15 u}$$

$$i = 11.33 u \cong 11 u$$

A continuación, se obtuvo la corrección de unidades de muestreo donde se usó la ecuación 18:

$$nc = \frac{170 u}{11 u}$$

$$nc = 15.45 u \cong 15 u$$

En la Tabla 27 se encuentra resumida las características visuales necesarias para el cálculo del PCI donde se analizó 15 unidades de muestreo, pero se adicionó una muestra adicional en el tramo 0 – 1 para una mejor inspección visual. Cada unidad de muestra tendrá una longitud de 27 metros.

**Tabla 27.** Características de las unidades de muestreo

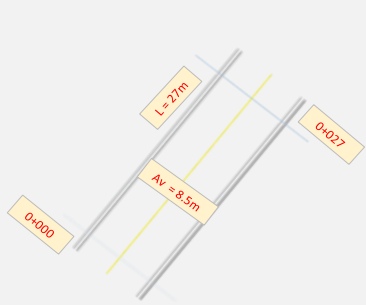
Unidad de Muestreo	Abscisa inicial	Abscisa final	Ancho promedio (m)	Área (m <sup>2</sup> )
1	0+000	0+027	8.50	229.5
2	0+270	0+297	8.50	229.5
3	0+567	0+594	8.50	229.5
4	0+864	0+891	8.50	229.5
5	1+161	1+188	8.50	229.5
6	1+458	1+485	8.50	229.5
7	1+755	1+782	8.50	229.5
8	2+052	2+076	8.50	229.5
9	2+349	2+376	8.50	229.5
10	2+646	2+673	8.50	229.5
11	2+943	2+970	8.50	229.5
12	3+240	3+267	8.5	229.5
13	3+537	3+564	8.50	229.5
14	3+834	3+861	8.50	229.5
15	4+131	4+158	8.50	229.5
16	4+428	4+455	8.50	229.5

Autoría Propia

Una vez que se obtuvo las unidades de muestreo y las abscisas, se procedió a realizar la inspección visual de las fallas del pavimento en dichas abscisas, donde así mismo se procedió a clasificar las mismas de acuerdo con el tipo de falla y severidad de estas.

**Tabla 28.** Tipos de falla en la unidad de muestreo número 1

1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación	m <sup>2</sup>
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>
4	Abutamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m <sup>2</sup>
6	Depresión	m <sup>2</sup>
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel carril / berma	m
10	Grietas long. y trasnv.	m
11	Parqueo	m <sup>2</sup>
12	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>
13	Baches / huecos	cant.
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>
17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
19	Intemperismo	m <sup>2</sup>



Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	V. deducido	
1	L	21.98	22.8										44.73	19.49%	42
1	M	8.58	22.7										31.3	13.64%	50
3	L	12.92											12.92	5.63%	6
11	L	1.65											1.65	0.72%	3
11	H	37.26											37.26	16.24%	60
												<b>Valor Deducido Total:</b>		161	
Número de Valores Deducidos > 2(q):												5			
Mayor Valor Deducido Individual (HDV <sub>i</sub> ):												60			
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"												4.67			
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>															
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV		
1	60	50	42	6	2.01							160.01	5	87	

Autoría Propia

Una vez que se determinó las fallas por tipo y nivel de severidad se procedió a sumar las cantidades existentes por tipo y severidad hallando el total. Posteriormente se usó la ecuación 19 para hallar la densidad de cada una de las fallas:

- Piel de cocodrilo con nivel de severidad baja (1 L)

$$Densidad = \frac{44.73 \text{ m}^2}{229.50 \text{ m}^2} * 100$$

$$Densidad = 19.49 \text{ m}^2$$

Se realizó lo mismo con las demás fallas presentes en este tramo de prueba. A continuación, se calculó el valor deducido donde se usó los ábacos pertenecientes a las diferentes tipos de fallas existentes en el pavimento de la siguiente manera.

### 3.1.1.2.7 Valor deducido

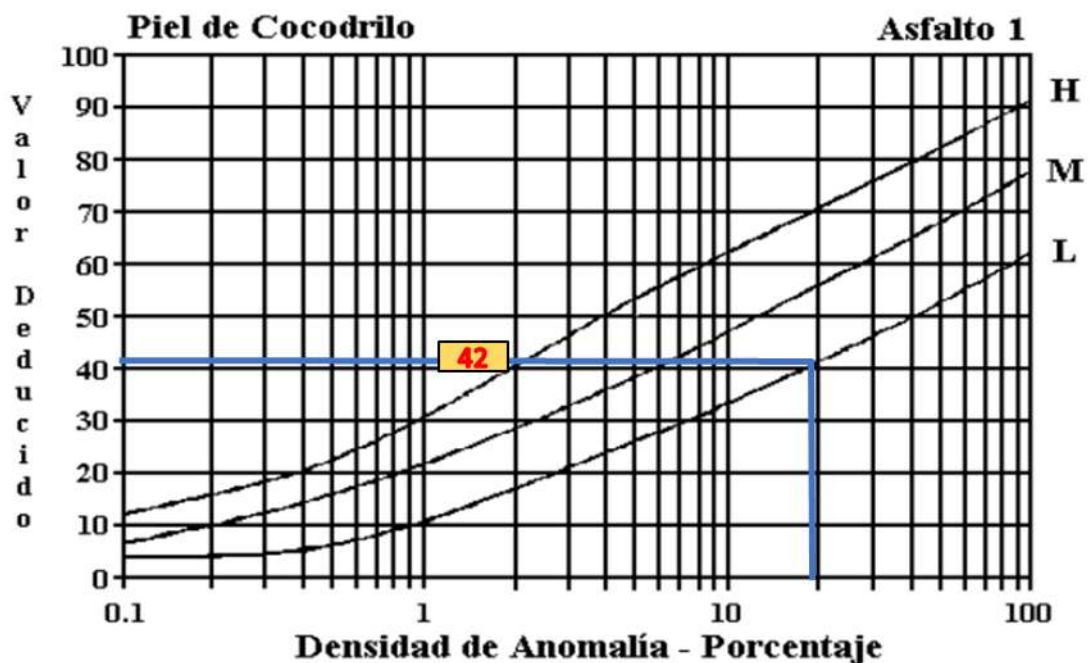


Figura B-20. Piel de Cocodrilo.

Figura 10. Ábaco para el tipo de falla Piel de Cocodrilo  
Autoría Propia

Como se observa en la Figura 10 este ábaco es exclusivamente para la falla de tipo piel de cocodrilo donde se ubicó en el eje de las “x” la densidad obtenida cuyo valor fue 19.49 y proyectar hasta la línea perteneciente al nivel de severidad L y así se obtuvo el valor deducido que fue de 42. Esto se realizó para las demás fallas dado que cada una de estas tienen su ábaco correspondiente.

Una vez que se obtuvo el valor deducido de cada falla en esta unidad de muestreo se procedió a sumar los mismos para obtener el valor deducido total:

$$\text{Valor Deducido Total} = 42 + 50 + 6 + 3 + 60$$

$$\text{Valor Deducido Total} = 161$$

### 3.1.1.2.8 Número máximo admisible de valores deducidos (qi)

Para el cálculo de este se usó la ecuación 20:

$$q_i = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 60)$$

$$q_i = 4.67$$

Con el valor de “qi” se establece la relación de acuerdo con la norma de Índice de Condición del Pavimento que menciona que los valores deducidos mayores a 2, debe ser menor al número máximo admisible de valores deducidos incluso la parte fraccionario, y si era menor a “qi”, se usó todos los valores.

**Tabla 29.** Cálculo de PCI en la unidad de muestreo 1

Número de Valores Deducidos > 2(q):		5		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$										
Mayor Valor Deducido Individual (HDVI):		60												
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"		4.67												
CÁLCULO DEL PCI														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	60	50	42	6	2.01							160.01	5	87
2	60	50	42	6	2							160	4	93
3	60	50	42	2	2							156	3	96
4	60	50	2	2	2							116	2	79
5	60	2	2	2	2							68	1	68
												<b>Máx CDV:</b>		96
PCI= 100 - Máx CDV														
PCI= 100 - 96														
PCI= 4 <b>FALLADO</b>														

Autoría Propia

A continuación, como se observa en la Tabla 29, se ordenó de mayor a menor los valores deducidos y se numeró. Como indica la norma del Índice de Condición del Pavimento, si el número de valores deducidos es mayor a “qi” entonces se utilizó el número máximo de valores deducidos incluyendo la parte fraccionaria, cada vez se fue reduciendo un valor deducido y se rellenó con el número 2. Se sumó los mismos y se dio un valor de “q” que no es más que el total de valores deducidos ubicado de forma descendente.



### 3.1.1.2.9 Máximo valor deducido corregido (CDV)

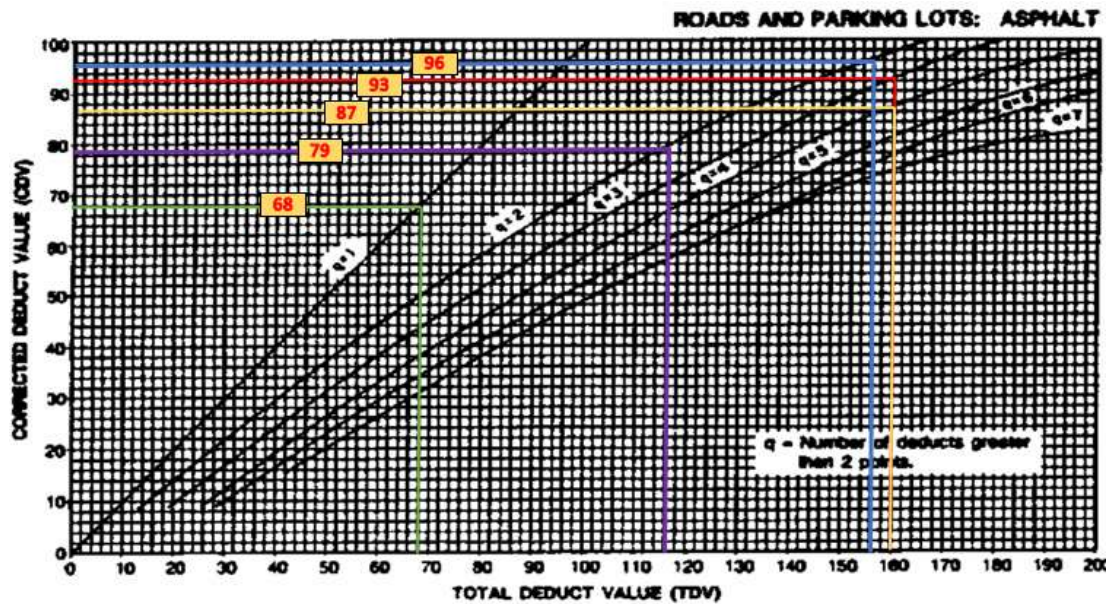


Figura 11. Ábaco de Carreteras y Aparcamientos: Asfalto de la muestra 1  
Autoría Propia

Para hallar el valor de CDV se procedió a leer en los ábacos de Carreteras y Aparcamientos: Asfalto, como se muestra en la Figura 11.

### 3.1.1.2.10 PCI de las unidades de muestreo

Para hallar este valor simplemente se seleccionó el mayor valor de aquellos que se obtuvo en el ábaco y en este caso sería 96. Una vez que se consiguió este valor simplemente se restó de 100 utilizando la ecuación 21 de la siguiente manera:

$$PCI = 100 - 96$$

$$PCI = 4$$

En la unidad de muestro número 1 con abscisa 0+000 – 0+027 se obtuvo un valor de PCI de 4 que según la Tabla 6 obtenida de la norma, indica que el pavimento se encuentra Fallado, y el mismo necesita una reconstrucción de su capa de rodadura.

Este proceso se realizó con las demás unidades de muestreo las cuales se encuentran en el Anexo B.

Seguidamente, se realizó una Tabla resumen con los resultados del PCI en cada unidad de muestreo que es la siguiente:

**Tabla 30.** Resumen del PCI en la Vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 4+580

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN							
VÍA PELILEO - GUAYAQUIL ABCISA 0+000 - 4+580 RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO (PCI)							
Unidad de muestreo	Abscisa inicial	Abscisa final	Área (m2)	PCI	Clasificación	Intervención	Distintivo
1	0+000	0+027	229.5	4	<b>Fallado</b>	Reconstrucción	
2	0+270	0+297	229.5	91	<b>Excelente</b>	Mantenimiento Rutinario	
3	0+567	0+594	229.5	100	<b>Excelente</b>	Mantenimiento Rutinario	
4	0+864	0+891	229.5	87	<b>Excelente</b>	Mantenimiento Rutinario	
5	1+161	1+188	229.5	75	<b>Muy bueno</b>	Mantenimiento Rutinario	
6	1+458	1+485	229.5	36	<b>Malo</b>	Rehabilitación	
7	1+755	1+782	229.5	10	<b>Muy malo</b>	Reconstrucción	
8	2+052	2+079	229.5	84	<b>Muy bueno</b>	Mantenimiento Rutinario	
9	2+349	2+376	229.5	86	<b>Excelente</b>	Mantenimiento Rutinario	
10	2+646	2+673	229.5	100	<b>Excelente</b>	Mantenimiento Rutinario	
11	2+943	2+970	229.5	51	<b>Regular</b>	Mantenimiento Periódico	
12	3+240	3+267	229.5	38	<b>Malo</b>	Rehabilitación	
13	3+537	3+564	229.5	59	<b>Bueno</b>	Mantenimiento Periódico	
14	3+834	3+861	229.5	48	<b>Regular</b>	Mantenimiento Periódico	
15	4+131	4+158	229.5	55	<b>Bueno</b>	Mantenimiento Periódico	
16	4+428	4+455	229.5	82	<b>Muy bueno</b>	Mantenimiento Rutinario	
<b>PCI<sub>R</sub> =</b>				63	<b>Bueno</b>	Rehabilitación	

Autoría Propia

De acuerdo con la información proporcionada en la Tabla 30, se pudo obtener la clasificación de la vía Pelileo-Guayaquil de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 7. Asimismo, se determinó la intervención necesaria para la vía según lo indicado en la misma tabla. Según el promedio la vía se encuentra en un estado bueno, pero este dato fue irrelevante dado que no se puede deducir el estado de la vía en base a un promedio, sino que más bien ir analizando tramo por tramo para obtener una mejor evaluación de esta.

### 3.1.1.3 Deflexiones mediante el método de la viga Benkelman

Una vez culminado con el PCI, se procedió a calcular las deflexiones mediante el método de la viga Benkelman. Esto se desarrolló cada 500 metros alternando de carril de derecha a izquierda y viceversa.

La distancia a la que se colocó el eje posterior de la volqueta se detalló en base a la Tabla 8, donde se obtuvo el siguiente resultado.

**Tabla 31.** Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento



Punto	Ancho de carril	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento
1	2.7	0.45
2	3.8	0.9
3	3.7	0.9
4	4.2	0.9
5	4.17	0.9
6	3.6	0.9
7	4.2	0.9
8	3.95	0.9
9	3.85	0.9

Autoría Propia

Después se tomó las deflexiones a los 0cm, 25cm, 100cm, 250cm, 500cm y 800cm.

La misma que se presenta a continuación:

**Tabla 32.** Lecturas del dial

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN VÍA PELILEO - GUAYAQUIL (ABSCISA 0+000 - 4+580) 												
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	LECTURAS EN EL DIAL (x10-2) mm							
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800	
1	0+500	Izquierdo	32.4	10	0	25.2	45.9	56	62.5	63.9	63.9	
2	1+000	Derecho	30.2	10	0	24.1	40.1	55.2	59.8	61	61.2	
3	1+500	Izquierdo	37.7	10	0	31	49.8	62.7	70	72.4	73	
4	2+000	Derecho	30.6	5	0	11	19.8	26	30.5	30.8	30.9	
5	2+500	Izquierdo	32.5	5	0	34.2	52.7	64.8	70.5	71	72	
6	3+000	Derecho	31.2	6	0	18.9	43.1	52.4	53.8	54.5	55.9	
7	3+500	Izquierdo	34.2	6	0	11	34	51.8	54.9	55.1	55.1	
8	4+000	Derecho	30.1	5	0	6.1	19.2	43.8	48.9	51	51	
9	4+500	Izquierdo	32.4	5	0	6	17.2	34.6	46.5	49.8	50.3	

Autoría Propia

### 3.1.1.3.1 Corrección por el brazo con una relación 1:2

Posteriormente se realizó una corrección por el brazo con una relación 1:2 para lo cual se empleó la ecuación 22 de la siguiente manera para el primer punto:

$$D_o = 2 * (63.9 - 0)$$

$$D_o = 127.8 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Esto se realizó con las demás deflexiones y con los siguientes puntos como se muestra en la Tabla 33:

**Tabla 33.** Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN VÍA PELILEO - GUAYAQUIL (ABSCISA 0+000 - 4+580)											
Corrección por el brazo con relación 1:2											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	0+500	Izquierdo	32.4	10	127.8	77.4	36	15.8	2.8	0	0
2	1+000	Derecho	30.2	10	122.4	74.2	42.2	12	2.8	0.4	0
3	1+500	Izquierdo	37.7	10	146	84	46.4	20.6	6	1.2	0
4	2+000	Derecho	30.6	5	61.8	39.8	22.2	9.8	0.8	0.2	0
5	2+500	Izquierdo	32.5	5	144	75.6	38.6	14.4	3	2	0
6	3+000	Derecho	31.2	6	111.8	74	25.6	7	4.2	2.8	0
7	3+500	Izquierdo	34.2	6	110.2	88.2	42.2	6.6	0.4	0	0
8	4+000	Derecho	30.1	5	102	89.8	63.6	14.4	4.2	0	0
9	4+500	Izquierdo	32.4	5	100.6	88.6	66.2	31.4	7.6	1	0

Autoría Propia


### 3.1.1.3.2 Corrección por temperatura

Después de haber obtenido los datos de corrección por el brazo con relación 1:2, se realizó una corrección por temperatura cuya temperatura estándar es de 20°C con la ecuación 23:

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{127.8}{0.001 * (32.4 - 20^{\circ}C) * 10 + 1}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 113.70 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

**Tabla 34.** Deflexiones corregidas por temperatura

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN VÍA PELILEO - GUAYAQUIL (ABSCISA 0+000 - 4+580)											
CORRECCIÓN DE LAS DEFLEXIONES											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	0+500	Izquierdo	32.4	10	113.70	68.86	32.03	14.06	2.49	0.00	0.00
2	1+000	Derecho	30.2	10	111.07	67.33	38.29	10.89	2.54	0.36	0.00
3	1+500	Izquierdo	37.7	10	124.04	71.37	39.42	17.50	5.10	1.02	0.00
4	2+000	Derecho	30.6	5	58.69	37.80	21.08	9.31	0.76	0.19	0.00
5	2+500	Izquierdo	32.5	5	135.53	71.15	36.33	13.55	2.82	1.88	0.00
6	3+000	Derecho	31.2	6	104.76	69.34	23.99	6.56	3.94	2.62	0.00
7	3+500	Izquierdo	34.2	6	101.55	81.28	38.89	6.08	0.37	0.00	0.00
8	4+000	Derecho	30.1	5	97.10	85.48	60.54	13.71	4.00	0.00	0.00
9	4+500	Izquierdo	32.4	5	94.73	83.43	62.34	29.57	7.16	0.94	0.00

Autoría Propia

De la misma manera que la anterior corrección, se desarrolló este cálculo en las demás deflexiones, así como en los siguientes puntos como se muestra en la Tabla 34.

### 3.1.1.3.3 Corrección por estacionalidad

Empleando la ecuación 24, y con base a la Tabla 10 se determinó que para suelos de subrasante su estación lluviosa es de 1.0 con una estación seca que va de 1.1 a 1.3 y con un promedio entre estos se escogió el valor de 1.2

$$D = 1.2 * 113.70$$

$$D = 136.44 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

**Tabla 35.** Deflexiones corregidas por estacionalidad

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN VÍA PELILEO - GUAYAQUIL (ABSCISA 0+000 - 4+580)											
CORRECCIÓN DE LAS DEFLEXIONES											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	0+500	Izquierdo	32.4	10	136.44	82.63	38.43	16.87	2.99	0.00	0.00
2	1+000	Derecho	30.2	10	133.28	80.80	45.95	13.07	3.05	0.44	0.00
3	1+500	Izquierdo	37.7	10	148.85	85.64	47.31	21.00	6.12	1.22	0.00
4	2+000	Derecho	30.6	5	70.43	45.36	25.30	11.17	0.91	0.23	0.00
5	2+500	Izquierdo	32.5	5	162.64	85.38	43.60	16.26	3.39	2.26	0.00
6	3+000	Derecho	31.2	6	125.71	83.21	28.79	7.87	4.72	3.15	0.00
7	3+500	Izquierdo	34.2	6	121.86	97.53	46.66	7.30	0.44	0.00	0.00
8	4+000	Derecho	30.1	5	116.52	102.58	72.65	16.45	4.80	0.00	0.00
9	4+500	Izquierdo	32.4	5	113.67	100.11	74.80	35.48	8.59	1.13	0.00

Autoría Propia

De la misma manera se realizó este proceso con las demás deflexiones y puntos como se muestra en la Tabla 35.

### 3.1.1.3.4 Radio de curvatura

Una vez culminado con las correcciones se procedió a calcular el radio de curvatura donde se usó la ecuación 25 obteniendo los resultados presente en la Tabla 36:

$$R_c = \frac{3125}{136.44 - 82.63}$$

$$R_c = 58.08 \text{ m}$$

**Tabla 36.** Radio de Curvatura

Punto	Abscisa	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (x10-2) mm		Radio de Curvatura
		D0	D25	
1	0+500	136.44	82.63	58.08
2	1+000	133.28	80.80	59.54
3	1+500	148.85	85.64	49.44
4	2+000	70.43	45.36	124.64
5	2+500	162.64	85.38	40.45
6	3+000	125.71	83.21	73.52
7	3+500	121.86	97.53	128.46
8	4+000	116.52	102.58	224.24
9	4+500	113.67	100.11	230.47
<b>PROMEDIO</b>		125.49	84.80	109.87

Autoría Propia

### 3.1.1.3.5 Deflexión Característica

Tabla 37. Cálculo previo a la obtención de la deflexión característica

Punto	Abscisa	D0	$(D_i - \bar{D})$	$(D_i - \bar{D})^2$
1	0+500	136.44	10.95	119.95
2	1+000	133.28	7.80	60.78
3	1+500	148.85	23.36	545.88
4	2+000	70.43	-55.06	3031.77
5	2+500	162.64	37.15	1379.86
6	3+000	125.71	0.22	0.05
7	3+500	121.86	-3.63	13.19
8	4+000	116.52	-8.97	80.51
9	4+500	113.67	-11.82	139.63
<b>Promedio</b>		125.49	<b>Sumatoria</b>	5371.62

Autoría Propia

Inicialmente se calculó la desviación estándar con el uso de la ecuación 27, donde la sumatoria de las deflexiones corregidas por estacionalidad se restó al promedio de estas y se elevó al cuadrado obteniendo el valor que se visualiza en la Tabla 37:

$$\sigma = \sqrt{\frac{5371.62}{(9 - 1)}}$$

$$\sigma = 25.91 \text{ mm}$$

Con el valor obtenido de la deflexión característica se halló la deflexión característica con el empleo de la ecuación 26:

$$D_c = 125.49 + 1.645 * 25.91$$

$$D_c = 168.11 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

### 3.1.1.3.6 Deflexión admisible

Para el cálculo de la deflexión admisible se utilizó la ecuación 28 donde el valor de sus ejes equivalentes  $W_{18}$  es del año actual con un valor de 34634 ejes equivalente.

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{0.034634} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 240.05 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

### 3.1.1.3.7 Deflexión crítica

Para el cálculo de esta deflexión se empleó la ecuación 29 con el mismo valor de los ejes equivalentes usado en la deflexión admisible.

$$D_{cr} = \left( \frac{1.9}{0.034634} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 212.89 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

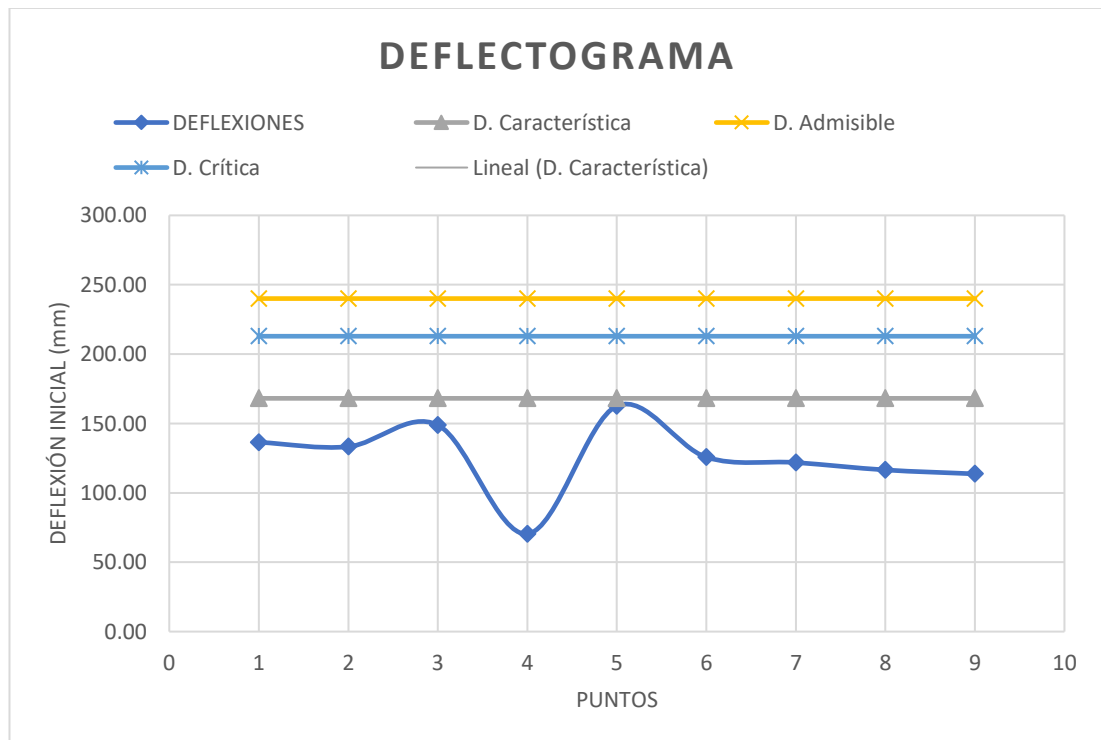
Una vez obtenidas las deflexiones crítica, admisible y característica. Se usó la Tabla 11 para conocer el comportamiento del pavimento y de la subrasante, así como el tipo de deflexión que se produce en la vía, la misma se detalló en la Tabla 38:

**Tabla 38.** Comportamiento de la subrasante y del pavimento de acuerdo con sus deflexiones

Punto	Abscisa	D0	RC	Deflexiones (x 0,01 mm)			COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO	TIPO DE DEFLEXIÓN
				Dc	Da	Dcr			
1	0+500	136.44	58.08	168.11	240.05	212.89	BUENO	MALO	TIPO III
2	1+000	133.28	59.54	168.11	240.05	212.89	BUENO	MALO	TIPO III
3	1+500	148.85	49.44	168.11	240.05	212.89	BUENO	MALO	TIPO III
4	2+000	70.43	124.64	168.11	240.05	212.89	BUENO	BUENO	TIPO I
5	2+500	162.64	40.45	168.11	240.05	212.89	BUENO	MALO	TIPO III
6	3+000	125.71	73.52	168.11	240.05	212.89	BUENO	MALO	TIPO III
7	3+500	121.86	128.46	168.11	240.05	212.89	BUENO	BUENO	TIPO I
8	4+000	116.52	224.24	168.11	240.05	212.89	BUENO	BUENO	TIPO I
9	4+500	113.67	230.47	168.11	240.05	212.89	BUENO	BUENO	TIPO I

Autoría Propia

### 3.1.1.3.8 Deflectograma



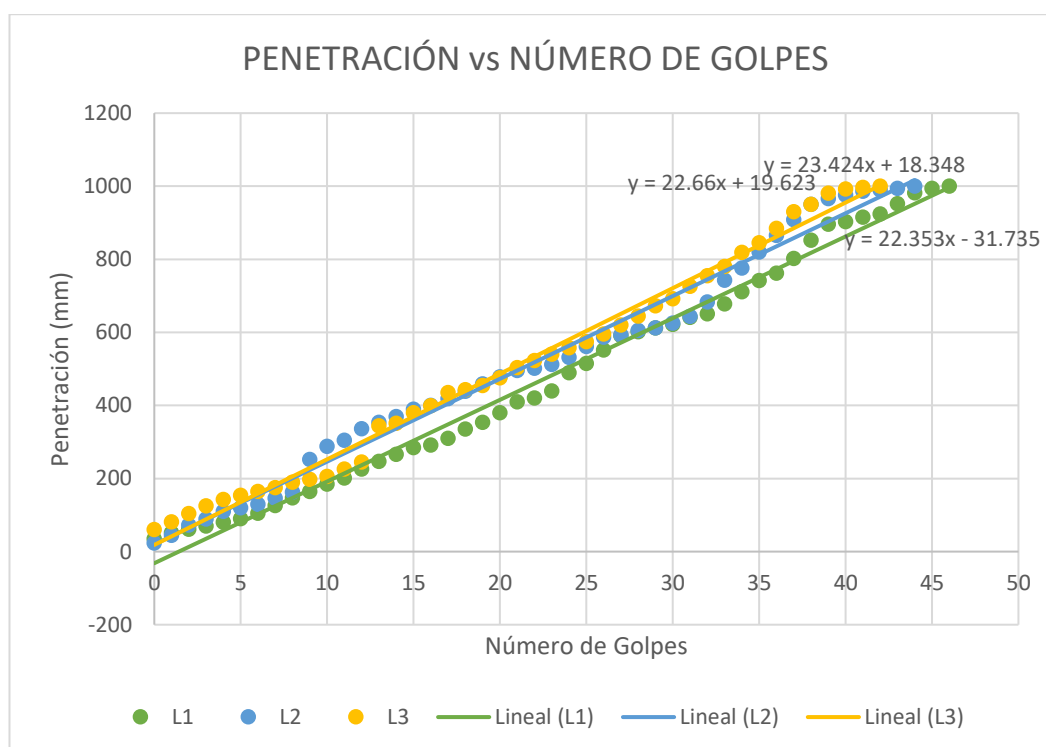
**Figura 12.** Deflectograma de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 4+580

Autoría Propia

Como se evidencia en la Figura 12, la deflexión característica se sitúa por debajo de la deflexión admisible. En consecuencia, la vía exhibe un comportamiento aceptable, cumpliendo satisfactoriamente con los criterios de diseño establecidos. En el Anexo C se encuentra las deflexiones en cada punto de la vía Pelileo – Guayaquil.

### 3.1.1.4 Ensayo de CBR en campo por el método de DCP

El ensayo de CBR por el método de DCP se desarrolló registrando la penetración en milímetros ejercida por cada golpe dado en tres puntos siendo estos dos esquinas y un centro como se muestra en el Anexo D. Con estos datos se realizó la siguiente gráfica:



**Figura 13.** DCP de la primera calicata  
Autoría Propia

Como se observa en la Figura 13 se creó una línea de tendencia obteniendo una ecuación para cada uno de los tres puntos. El valor que acompaña a la “x” en la ecuación viene a ser el índice de penetración (DN), y el promedio de estos vendría a ser el valor del CBR como se muestra en la Tabla 39.

**Tabla 39.** DCP en la primera calicata

DN (mm/golpe)	
1	22.353
2	22.66
3	23.424
<b>CBR</b>	<b>22.81</b>

Autoría Propia



Esto se hizo con las demás muestras como se muestra en el Anexo D, donde se obtuvo los siguientes resultados (Tabla 40):

**Tabla 40.** Resumen de los valores de CBR por DCP

<b>CBR</b>	
CALICATA 1	22.81 mm/golpe
CALICATA 2	21.56 mm/golpe
CALICATA 3	20.02 mm/golpe
CALICATA 4	24.58 mm/golpe

Autoría Propia

### 3.1.1.4.1 CBR de diseño del DCP

Con esto valores que se obtuvieron para CBR se calculó un CBR de diseño el cual se muestra a continuación:

**Tabla 41.** Porcentaje para obtener el CBR de diseño

<b>CBR (mm/golpe)</b>	<b>NÚMERO DE VALORES IGUALES O MAYORES</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
22.81	20.02	4	100
21.56	21.56	3	75
20.02	22.81	2	50
24.58	24.58	1	25

Autoría Propia

Como se observó en la Tabla 41 lo que se hizo primero fue ordenar los valores en forma descendente, y se ubicó el valor de la frecuencia en relación con el total de números mayores o iguales a cada uno. Por último, como se tuvo un total de 4 muestras se sacó el porcentaje estableciendo una regla 3 con cada calor proveniente de la frecuencia.

Finalmente, al tener un valor de nivel de tráfico de 1027345 ejes equivalentes, se utilizó el siguiente valor para obtener el valor de CBR de diseño en la subrasante:

**Tabla 42.** Valor Percentil para el diseño de la subrasante

<b>Nivel de Tráfico EAL</b>	<b>Valor de la Subrasante de Diseño</b>
10 000 ó menos	60
Entre 10 000 y 1 000 000	75
1 000 000 ó más	87.5

**Fuente:** Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1)

Como se obtuvo un valor de nivel de tráfico mayor a 1 000 000 ejes equivalentes entonces el valor para la subrasante de diseño vendría a ser 87.5% en base a la Tabla 42. Este valor se interpoló entre 100% y 75% porque sería los rangos donde entraría este porcentaje de la siguiente manera:

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

$$y_x = 20.02 + \frac{87.5 - 100}{75 - 100} (21.56 - 20.02)$$

$$CBR_{DISEÑO} = 20.79 \text{ mm/golpe}$$

### 3.1.2 Segunda Fase

#### 3.1.2.1 Análisis Granulométrico

##### 3.1.2.1.1 Análisis Granulométrico de la subrasante

De las 4 calicatas obtenidas en campo se tomó una muestra para los ensayos de granulometría donde se clasificó la muestra de acuerdo con la Tabla de Clasificación de suelos y mezclas de agregados de suelos para propósitos de construcción de carreteras presente en la norma AASHTO M-145 que se encuentra en el Anexo E, donde se obtuvo el siguiente resultado (Tabla 43):

**Tabla 43.** Clasificación del suelo según la AASHTO

CALICATA	ABSCISA	% GRAVA	% ARENA	% LIMO Y ARCILLA	CLASIFICACIÓN
1	0+889	1.63	89.77	8.60	A - 3
2	1+742	2.88	93.43	3.69	A - 3
3	2+963	0.75	93.33	5.92	A - 3
4	3+934	1.93	90.22	7.85	A - 3

Autoría Propia

Según los resultados obtenidos en base a la clasificación de la AASHTO, el 35% o menos pasa el tamiz N° 200 por lo que su clasificación como subrasante es de excelente a buena, siendo una arena fina A – 3 debido a que las muestras de todas las calicatas no tenían plasticidad.

##### 3.1.2.1.2 Análisis Granulométrico del material granular existente

Los detalles de los cálculos del análisis granulométrico de la muestra granular se encuentran en el Anexo F. La parte fina en base a la clasificación AASHTO que se

encuentra en el Anexo O-1 se pudo clasificar al suelo como fragmentos de piedra, grava y arena de tipo A – 1 - b, y en el Anexo O-2 Se pudo determinar a la misma como una Base Clase 4. Esta conclusión se basa en el hecho de que el índice de plasticidad es cero y que los materiales pasan exitosamente por los tamices correspondientes a dicha clasificación.

### 3.1.2.2 Límite líquido y plástico

Una vez obtenido el análisis granulométrico, se procedió a calcular el límite líquido y plástico de la subrasante (Tabla 44) y del material granular (Tabla 45). En este proceso no se pudo realizar ninguno de estos debido a que se trata de una arena y la misma carece de plasticidad por lo que en todos los puntos se obtuvo un valor de 0 y un índice de plasticidad también igual 0.

#### 3.1.2.2.1 Límite líquido y plástico de la subrasante

**Tabla 44.** Límites de Atterberg de la subrasante

CALICATA	ABSCISA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
1	0+889	-	-	0
2	1+742	-	-	0
3	2+963	-	-	0
4	3+934	-	-	0

Autoría Propia

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del Anexo G.

#### 3.1.2.2.1 Límite líquido y plástico del material granular

**Tabla 45.** Límites de Atterberg de la base

CALICATA	ABSCISA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
1	0+889	-	-	0
2	1+742	-	-	0
3	2+963	-	-	0
4	3+934	-	-	0

Autoría Propia

Los resultados obtenidos para los límites de Atterberg de la muestra granular se localizan en el Anexo H.

### 3.1.2.3 Abrasión

El ensayo de abrasión se realizó solo en la muestra granular proveniente de la calicata. Se pasa por los diferentes tamices y de acuerdo con la Tabla 12 se escogió el método A con un número de esferas igual a 12, ya que la muestra se retuvo en mayor cantidad en los tamices de 1", 3/4", 1/2" y 3/8". Este ensayo se encuentra en el Anexo I y cuyo resultado se encuentra resumido en la Tabla 46:

**Tabla 46.** Porcentaje de desgaste de la muestra granular

CALICATA	DESGASTE DEL AGREGADO	
1	38.60	%
2	38.84	%
3	38.22	%
4	38.06	%

Autoría Propia

De acuerdo con la Tabla 46, todos los valores del desgaste por abrasión de los agregados son menores a 40%, por lo que de acuerdo con la MTOP 2002 es apto para una base granular.

### 3.1.2.4 Ensayo de Humedad Óptima por Proctor Modificado

Se continuó con el ensayo de Proctor Modificado realizado en la subrasante y en la muestra granular, se lo hizo por el Método A y el Método B correspondientemente. En los Anexos J y G se encuentra el proceso para realizar el ensayo de Proctor Modificado en la subrasante y material granular correspondientemente y a continuación se presenta un resumen de los valores obtenidos en la Tabla 47 y 48:

#### 3.1.2.4.1 Proctor Modificado en la subrasante

**Tabla 47.** Densidad seca y humedad óptima de la subrasante

CALICATA	DENSIDAD SECA $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD ÓPTIMA W (%)
1	1.803	14.263
2	1.739	8.500
3	1.617	11.300
4	1.798	14.357

Autoría Propia

### 3.1.2.4.2 Proctor Modificado en la muestra granular

Tabla 48. Densidad seca y humedad óptima de la muestra granular

CALICATA	DENSIDAD SECA γd (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD ÓPTIMA W (%)
1	2.037	9.107
2	2.040	6.200
3	1.956	7.333
4	1.985	4.800

Autoría Propia

### 3.1.2.5 Capacidad Portante del Suelo Mediante CBR

Una vez terminado de realizar el ensayo de Proctor modificado, se utilizó la humedad óptima obtenida de este para realizar el ensayo de CBR. Se realizó el proceso detallado en la metodología y los resultados se encuentran en los Anexos L y M tanto de la subrasante como de la muestra granular correspondientemente. Consecuentemente, se va a presentar un resumen de los valores de CBR de la subrasante, así como de la parte granular.

#### 3.1.2.5.1 CBR de Laboratorio en la subrasante

Tabla 49. Clasificación y usos de la subrasante en base al CBR

CALICATA	CBR (%)	Clasificación según el % CBR	Usos
1	33.50	Excelente	Subrasante
2	28.60	Excelente	Subrasante
3	22.80	Excelente	Subrasante
4	29.00	Excelente	Subrasante

Autoría Propia

Un punto importante para tener en cuenta es que en la primera calicata se obtuvo un CBR de 33.50% que de acuerdo con la Tabla 14 esta sería una muestra buena para subbase, pero sin embargo como constituye parte de la subrasante se dedujo que es excelente para esta.

#### 3.1.2.5.2 CBR de diseño de la subrasante obtenido en laboratorio

El procedimiento para hallar el CBR de diseño de la subrasante obtenido en laboratorio es similar al CBR de diseño de la subrasante obtenido por DCP para lo cual se obtuvo el resultado presente en la Tabla 50:

**Tabla 50.** Porcentaje de CBR en la subrasante de Laboratorio

<b>CBR (%)</b>	<b>ORDENAR DE MENOR A MAYOR</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
33.5	22.80	4	<b>100</b>
28.6	28.60	3	<b>75</b>
22.8	29.00	2	50
29.0	33.50	1	25

Autoría Propia

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

$$y_x = 22.80 + \frac{87.5 - 100}{75 - 100} (28.6 - 22.80)$$

$$CBR_{DISEÑO} = 25.70 \%$$

### 3.1.2.5.3 CBR en la muestra granular

**Tabla 51.** Clasificación y usos de la muestra granular en base al CBR

<b>CALICATA</b>	<b>CBR (%)</b>	<b>Clasificación según el % CBR</b>	<b>Usos</b>
1	88.50	Excelente	Base
2	86.70	Excelente	Base
3	89.80	Excelente	Base
4	85.90	Excelente	Base

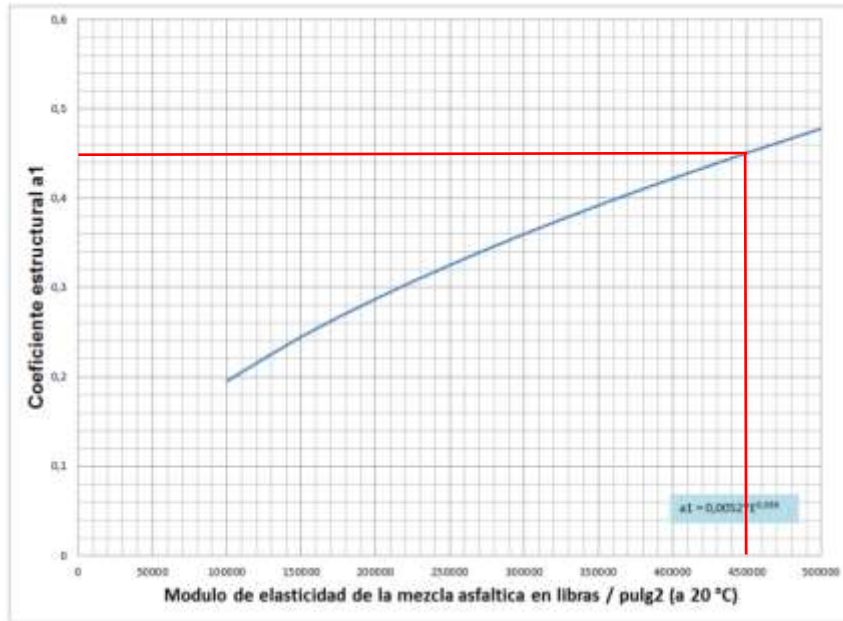
Autoría Propia

En cuanto al CBR de la muestra granular (Tabla 51) se visualizó que la misma se encuentra en una clasificación de excelente para bases de acuerdo con la Tabla 14.

### 3.1.3 Tercera fase

#### 3.1.3.1 Diseño de la vía con el CBR obtenido en Laboratorio

El diseño de la vía con el CBR de la subrasante obtenido en laboratorio se encuentra en el Anexo N-1 y se realizó con ayuda de la norma AASHTO 93, donde inicialmente se calculó el módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica que se recomienda que tenga un valor de 450 ksi o 450 000 psi y se procedió a leer en el ábaco de la Figura 4 para obtener su coeficiente estructural.

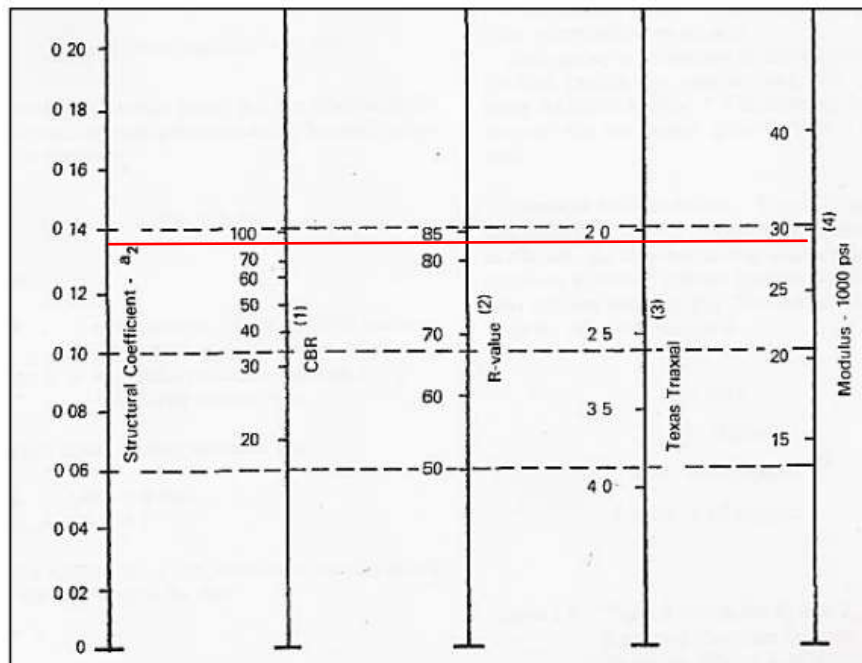


**Figura 14.** Coeficiente estructural  $a_1$   
Autoría Propia

El coeficiente estructural según la Figura 14 es de  $a_1 = 0.45$

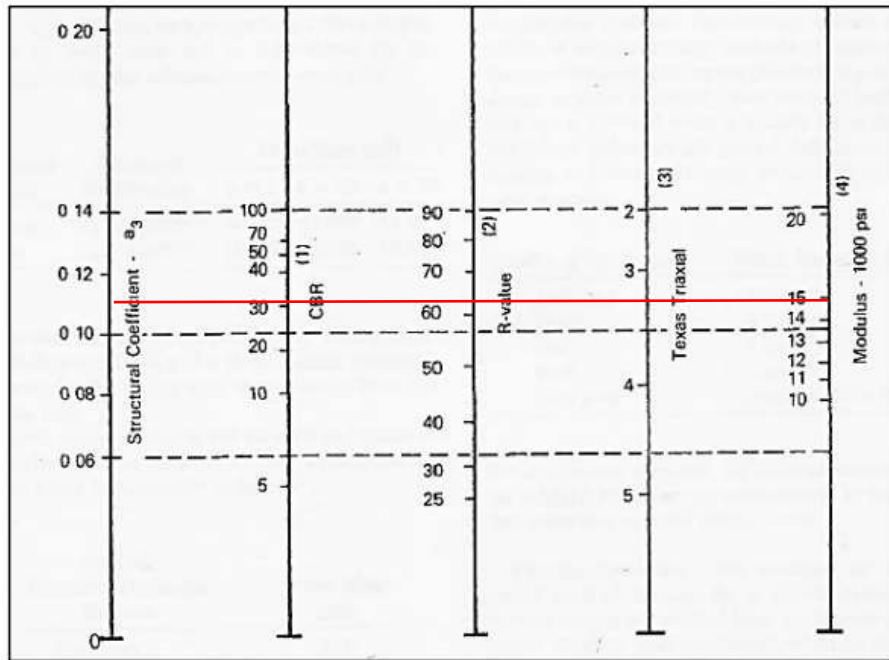
### 3.1.3.1.1 Módulo de elasticidad

Consecuentemente para este cálculo se utilizó un CBR de 80% en la figura 5 y se proyectó para obtener el coeficiente estructural y el módulo de elasticidad de la base.



**Figura 15.** Coeficiente estructural  $a_2$   
Autoría Propia

Como se observa en la Figura 15 el valor del Coeficiente Estructural  $a_2 = 0.135$



**Figura 16. Coeficiente estructural  $a_3$**   
Autoría Propia

El valor del Coeficiente Estructural según la Figura 16 es de  $a_3 = 0.11$  que sería el valor para la subbase.

### 3.1.3.1.2 Factor de confiabilidad “R”

Se estableció un factor de confiabilidad en base a la Tabla 16 y como se trata de una vía colectora rural se escogió el valor mínimo que sería 80%.

### 3.1.3.1.3 Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )

Consecuentemente como se obtuvo un valor de confiabilidad de 80% entonces de acuerdo a la Tabla 17 se escogió un valor de  $Z_R = -0.841$

### 3.1.3.1.4 Desviación Estándar Global ( $S_0$ )

Después, se determinó la desviación estándar global, que, para pavimentos flexibles, se ubicó en un rango de 0.40 a 0.50. Se optó por un valor intermedio, siendo este promedio igual a 0.45.



### 3.1.3.1.5 Módulo de Resiliencia de la subrasante

Para este cálculo se debió hallar el módulo resiliente de la subrasante proveniente del CBR de diseño, pero de laboratorio y como este es mayor a 20 se utilizó la ecuación 32.

$$M_R = 4326 * \ln(25.7) + 241$$

$$M_R = 14285.32 \text{ psi} \cong 14.285 \text{ ksi}$$

### 3.1.3.1.6 Pérdida de Servicialidad ( $\Delta PSI$ )

Posteriormente, con la ecuación 33 se halló el valor de la Pérdida de Servicialidad y para el valor del índice de Servicialidad inicial que es de mínimo 5 se escogió el valor de 4.2 mientras que para la final se estableció un valor de 2.2

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

### 3.1.3.1.7 Periodo de análisis

Consecuentemente se estableció un periodo de análisis de acuerdo con la Tabla 18, siendo el valor medio de 20 años para vías pavimentadas con bajo volumen. El número de ejes equivalentes para el año 2043 es de 1 027 345.

### 3.1.3.1.8 Calidad de drenaje

Así mismo el nivel de calidad de drenaje vendría a ser regular en base a la Tabla 19 y entra en un rango de 1 – 5% de la Tabla 20 donde se escogió el valor de 1.1 tanto para la base granular  $m_2$  como la subbase granular  $m_3$ .

### 3.1.3.1.9 Espesor de la capa $D_i$

Por otra parte, para obtener el espesor de la capa se usó el programa AASHTO 93 debido a que arrojó el valor estructural total SN como se muestra en la Figura 17:

**Figura 17.** Número estructural SN de la subrasante obtenida en laboratorio Autoría Propia

El valor de SN total según la Figura 14 es de 2.50 y se reemplazó en la ecuación 29.

Por lo tanto, el valor de  $SN_{total} = 2.50$

Luego, se empleó el módulo de elasticidad de la base granular, que fue de 28 ksi, y se sustituyó en la ecuación 29 para obtener el valor estructural de la carpeta asfáltica. Se repitió el mismo proceso con la subbase granular, utilizando su respectivo módulo de elasticidad de 15 ksi, para obtener el valor estructural SN de la base. Se ajustaron los valores de SN en la ecuación hasta lograr la igualdad, obteniendo los siguientes resultados:

$$SN_{CARPETA ASFÁLTICA} = 1.93$$

$$SN_{BASE} = 2.45 - 1.93 = 0.52$$

Para el cálculo del valor estructural de la subbase se utilizó la ecuación 35.

$$SN_{subbase} = 2.50 - (1.93 + 0.52)$$

$$SN_{subbase} = 0.04$$

De la misma forma, se usó la ecuación 36 en el cálculo del espesor de la carpeta asfáltica.

$$D_1 = 1.93 / (0.45 * 2.54)$$

$$D_1 = 10.90 \text{ cm}$$

La ecuación 37 se usó para el cálculo del espesor de la base granular.

$$D_2 = \frac{0.52}{0.135 * 2.54} * 1.1$$

$$D_2 = 8.90 \text{ cm}$$

Mientras que se usó la ecuación 38 para hallar el valor del espesor de la subbase granular.

$$D_3 = \frac{0.04}{0.11 * 2.54} * 1.1$$

$$D_3 = 0.9 \text{ cm}$$

### 3.1.3.1.10 Propuesta de espesores

Después se estableció nuevos valores en el espesor de cada una de las capas del pavimento de esta manera:

$$D_{\text{carpeta asfáltica}} = 5 \text{ cm}$$

$$D_{\text{base}} = 15 \text{ cm}$$

$$D_{\text{subbase}} = 20 \text{ cm}$$

### 3.1.3.1.11 Nuevos valores estructurales

Finalmente se recalculó los valores estructurales con los nuevos espesores propuestos para lo cual se utilizó la ecuación 34 desglosándola para cada capa y por último se sumó todos estos valores estructurales consiguiendo el valor estructural total. Solo se tuvo en cuenta que el valor estructural total fuese mayor al calculado.

$$SN_1 = (0.45 * 5) / 2.54$$

$$SN_1 = 0.89$$

$$SN_2 = (0.135 * 15 * 1.1) / 2.54$$

$$SN_2 = 0.88$$

$$SN_3 = (0.11 * 15 * 1.1) / 2.54$$

$$SN_3 = 0.95$$

Número estructural total:  $SN_{total} = 2.72$

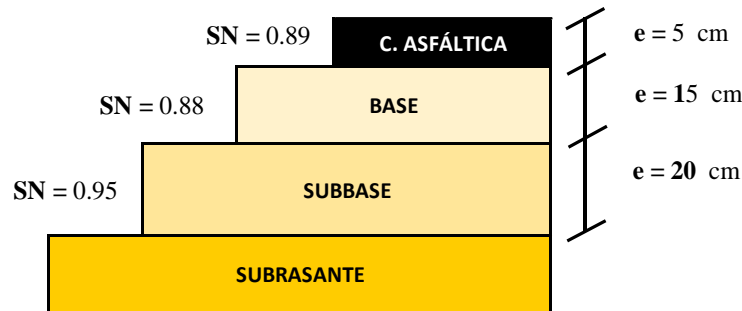
### 3.1.3.1.12 Diseño de la vía con el CBR obtenido por DCP

Lo mismo se llevó a cabo con el valor del CBR correspondiente a la subrasante de diseño, el cual fue obtenido a través del ensayo DCP, cuyos detalles se encuentran en el anexo N-2. De este análisis, se derivó el resultado presente en la Tabla 52.

**Tabla 52.** Espesores y números estructurales de la subrasante obtenida por DCP

TEORICO	PROPUESTA	
	ESPESOR	SN*
10.9 cm	<b>5.0 cm</b>	0.89
8.9 cm	<b>15.0 cm</b>	0.88
2.2 cm	<b>20.0 cm</b>	0.95
<b>TOTAL</b>	<b>40.0 cm</b>	<b>2.72</b>

Autoría Propia



**Figura 18.** Espesores y valores estructurales de la estructura del pavimento  
Autoría Propia

Los espesores obtenidos tanto mediante el ensayo DCP como en el laboratorio coincidieron, resultando en números estructurales idénticos (Figura 18). En esta situación, se ha observado que es aconsejable aplicar un espesor superior a la subbase. Esta recomendación se fundamenta en el hecho de que la subbase ocupa la posición inferior dentro de la estructura, y en caso de ser necesario realizar mejoras, enfrentar dificultades sería más probable. Por otro lado, en el escenario de una eventual falla en la carpeta asfáltica, las acciones correctivas se limitarían a la reparación o el levantamiento de dicha capa, simplificando el proceso de mantenimiento.

### 3.1.3.2 Plan de mantenimiento vial

El plan de mantenimiento vial propuesto se desarrolló en base a las deflexiones obtenidas en el pavimento y de acuerdo con el PCI para lo que se obtuvo los siguientes resultados presentes en la Tabla 53:

**Tabla 53.** Mantenimiento correctivo en la vía Pelileo Guayaquil abscisa 0+000 – 4+580

PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
Intervención	Abs. Inicial	Abs. Final	Actividad
Reconstrucción	0+000	0+050	Levantamiento de toda la estructura del pavimento
			Compactación de la subrasante
	1+458	2+052	Colocación de subbase, base granular y la carpeta asfáltica
			Pintado de señalización horizontal
Rehabilitación	2+943	3+537	Levantamiento de la estructura del pavimento con excepción de la subrasante
			Colocación de subbase clase 3, base granular clase 4 y la carpeta asfáltica de 5 cm
			Pintado de señalización horizontal
Mantenimiento Periódico	3+537	4+580	Uso de arena Slurry Polimérica y emulsión asfáltica
			Pintado de señalización horizontal
Mantenimiento Rutinario	0+864	1+458	Uso de Slurry Seal Modifi
	2+052	2+646	Pintado de señalización horizontal

Autoría Propia

#### 3.1.3.2.1 Reconstrucción

Para la reconstrucción se propuso levantar absolutamente toda la estructura y compactar la subrasante hasta alcanzar el CBR de diseño obtenido en laboratorio. Se añadió una subbase clase 3, una base clase 4 y un espesor de pavimento de 5 cm. Finalmente se sugirió realizar toda la señalización horizontal.

#### 3.1.3.2.2 Rehabilitación

La rehabilitación se empleó como una estrategia de mantenimiento similar al proceso de reconstrucción, con la única variación de que no fue necesario compactar la subrasante, ya que la subrasante se encuentra en buen estado y tiene la capacidad de soportar las cargas ejercidas.

#### 3.1.3.2.3 Mantenimiento Periódico

Así mismo, se propuso llevar a cabo un mantenimiento periódico utilizando la arena Slurry polimérica y emulsión asfáltica, ya que se busca rellenar fisuras a lo largo y ancho de la carretera. Este proceso no solo contribuirá a mejorar la apariencia de la vía, sino que también se espera que aumente su vida útil.

### 3.1.3.2.4 Mantenimiento Rutinario

Por último, se estableció un mantenimiento rutinario para lo cual se optó por utilizar Slurry Seal Modifi, abordando varias fallas de menor tamaño que no son muy profundas.

Por otro lado, en las secciones comprendidas entre la estación 0+270 y 0+864, así como desde la 2+646 hasta la 2+943, no fue necesario realizar ninguna intervención, ya que se encuentran en perfecto estado. En estos casos, simplemente se propone llevar a cabo un pintado con franjeadora blanca y amarilla para mantener la señalización en condiciones óptimas.

Así mismo se propuso un plan de mantenimiento anual y cada 5 años en la vía Pelileo – Guayaquil presente en la tabla 54:

**Tabla 54.** Plan de Mantenimiento en la vía Pelileo – Guayaquil abscisa 0+000 – 4+580

PLAN DE MANTENIMIENTO				
Abs. Inicial	Abs. Final	Intervención	Actividad	Frecuencia
0+000	4+580	Mantenimiento Periódico	Limpieza de derrumbes menores	1 vez al año
			Limpieza de hierbas y arbustos	
			Tratamientos superficiales menores (sellado de grietas y fisuras)	
		Mantenimiento Rutinario	Bacheo	5 años
			Recapeo	

Autoría Propia

### 3.1.3.3 Presupuesto

Una vez elaborado el plan de mantenimiento vial se realizó el presupuesto, el cual se encuentra dentro de la tabla 55:

**Tabla 55.** Presupuesto para la vía Pelileo – Guayaquil abscisa 0+000 - 4580

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Excavación de la calzada sin clasificar inc. desalojo	m3	4209.2	4.09	17215.63
2	Terminación de la subrasante	m2	5474	0.8	4379.20
3	Construcción de subbase clase 3 ( incluye transporte)	m3	2104.6	12.29	25865.53
4	Base clase 4 incluye colocación y compactación	m3	210.46	15.96	3358.94
5	Sum. y riego de imprimación asfáltica RC 250	m2	10523	1.07	11259.61
6	Sum. y coloc. de carpeta asfáltica e=2" incluye transporte mop 405-5	m2	10523	8.36	87972.28
7	Micro pavimentos (Slurry Seal modifi, con polímeros 3% y emulsión CQS)	m2	10098	3.39	34232.22
8	Sello de fisuras con arena slurry polimérico y emulsión asfáltica	m2	8865.5	2.35	20833.93
9	Pintura de tráfico línea doble continua acrílica a=12 cm (l=variable) amarilla	m	549.6	2.3	1264.08
10	Pintura de tráfico línea simple continua lateral a=12 cm (l=variable) blanca	m	1099.20	1.43	1571.86
11	Pintura de tráfico pasos cebras	m2	140.40	4.13	579.85
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 208,533.13</b>

Autoría Propia

El presupuesto obtenido para lograr con el plan de mantenimiento vial de la vía Pelileo – Guayaquil abscisa 0+000 – 4+580 es de 208533.13, doscientos ocho mil quinientos treinta y tres dólares americanos con trece centavos. Como se observa en la Tabla 55, se plantearon 9 actividades para cumplir con el plan de mantenimiento vial donde para cada cálculo de volumen y área se utilizó el ancho promedio de la vía que es de 8.5 m y su respectivo volumen de obra se encuentra en el Anexo Q. Cabe recalcar que se

reutilizó la base clase 4 existente con el fin de abaratar costos y de lo que inicialmente se necesitó de 15 cm de espesor, después solo se necesitó de 2 cm reduciendo en gran medida el volumen de obra para dicho rubro.

### **3.2. Verificación de hipótesis**

La evaluación visual y estructural del pavimento de la vía Pelileo – Guayaquil abscisa 0+000 – 4+580, permite crear un plan de mantenimiento vial adecuado a sus necesidades.

Sí, debido a que mediante la inspección visual del pavimento ya se pueden observar ciertas fallas que promuevan a realizar un análisis más profundo de toda su estructura, desde la base hasta la superficie. Con solo la inspección visual ya se puede plantear planes de mantenimiento ya sean periódicos, rutinarios, una rehabilitación o una reconstrucción. Aunque realizar mejoras en la capa superficial puede ser beneficioso, es esencial examinar cuidadosamente toda la estructura para garantizar que nuestras propuestas de mantenimiento sean no solo efectivas, sino también adaptadas a las verdaderas necesidades del pavimento.



## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se propuso un plan de mantenimiento vial para la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo – Guayaquil abscisa 0+000 – 4+580 siendo las soluciones posibles el mantenimiento periódico, rutinario, rehabilitación y reconstrucción debido a que existen ciertos tramos que se encuentran totalmente fallados, mientras que otros se encuentran en buen estado por lo que casi no fue necesaria una intervención, aportando a la prolongación de la vida útil de la vía así como mejorando simultáneamente su seguridad vial.
- Se desarrolló el conteo vehicular donde se consiguió un TPDA actual de 1801 veh/día con un Tráfico Proyectado para el año 2043 de 3409 veh/día siendo este un diseño para 20 años y la cual tendría el total de ejes equivalentes de 1'027345 tanto para el carril por sentido como para el carril de diseño. En base a los resultados obtenidos se clasificó la vía como un corredor arterial clase I de acuerdo con la MTOP 2003 y como una carretera de mediana capacidad con dos carriles tipo C1 basado en la MTOP 2002.
- Se llevó a cabo una exhaustiva inspección visual del pavimento mediante el método PCI, revelando un valor promedio de 63, calificado como "Bueno". A pesar de que la vía parece estar en buen estado general, se identificaron tramos específicos que requieren reconstrucción o rehabilitación, factores cruciales a considerar en el plan de mantenimiento vial. Los datos de las deflexiones obtenidas revelan una deflexión característica de  $168.11 \times 10^{-2} \text{ mm}$ , y una deflexión admisible de  $240.05 \times 10^{-2} \text{ mm}$ . Al establecer una relación entre ambas, se determinó un comportamiento de la subrasante clasificado como "Bueno". Es importante señalar que el radio de curvatura en los puntos 1, 2, 3, 5 y 6 resultó ser menor a 100, indicando un comportamiento del pavimento calificado como "Malo" en esos puntos específicos. Por otro lado, en los puntos restantes, el comportamiento del pavimento fue evaluado como "Bueno". Estos resultados promueven la necesidad de abordar de manera prioritaria los tramos que requieren atención y mejorar la calidad general del pavimento para garantizar la seguridad y durabilidad de la infraestructura vial.

- Se obtuvo el valor de DCP que se encuentra dentro de un rango de 20 a 25, lo cual indica una calidad "Excelente" para la subrasante. Además, al considerar el número de ejes equivalentes proyectados para el año 2043, se determinó que el valor de diseño de la subrasante sería un 87.5% del CBR, equivalente a un total de 20.79 mm/golpe.
- Se realizó Límites de Atterberg y Análisis Granulométrico de la subrasante que en base a la clasificación de la norma AASHTO, todas las muestras de las calicatas serían "Excelentes a Buenas" siendo una arena fina tipo A – 3 debido a que el suelo carece de plasticidad. Mientras que lo mismo se realizó en la muestra granular aumentando el ensayo de abrasión donde se obtuvieron los valores dentro de un rango de 38%, clasificando de la misma manera como fragmentos de piedra, grava y arena tipo A – 1 – b constituyente a una Base clase 4. Así mismo, se obtuvo una humedad óptima en la subrasante para cada calicata en un rango de 8 – 15% mediante la cual se obtuvo el valor de CBR en un rango de 22 a 34% siendo excelente para subrasante y con la misma se determinó el CBR de diseño con un valor de 25.70%. Adicionalmente se calculó la humedad óptima en la muestra granular que varía entre 4 a 9% que proporciona un valor de CBR que va desde 85% hasta 90% donde su uso vendría ser "Excelente" para base.
- Se llevó a cabo el diseño del pavimento para la subrasante , utilizando tanto el CBR obtenido en laboratorio como el obtenido por DCP. Los resultados llevaron a establecer un espesor de 5 cm para la carpeta asfáltica, 15 cm para la base y 20 cm para la subbase en ambos casos siendo lo óptimo para el rediseño del pavimento.
- Se propuso un plan de mantenimiento vial para cada tramo de la vía Guayaquil en la cual se trabajó con el ancho promedio de la vía y de esta manera se planteó la reconstrucción en  $5474 m^2$ , una rehabilitación en  $5049 m^2$ , así mismo un mantenimiento periódico de  $8865.5 m^2$  y un mantenimiento rutinario en  $10098 m^2$ . De igual manera el presupuesto destinado para realizar este proceso de mantenimiento es 208533.13, doscientos ocho mil quinientos treinta y tres dólares americanos con trece centavos.

## **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda realizar los diferentes ensayos con los equipos bien calibrados para evitar errores y obtener resultados más confiables, así mismo indagar minuciosamente cada ensayo para realizar de mejor manera cada uno de los procesos que conllevan a culminar cada uno de estos.
- Realizar cada uno de los procesos, ensayos y tabulación de datos con una previa investigación y ayuda del docente tutor dado que la experiencia y recomendación de estos contribuirá a mejorar la veracidad del trabajo de titulación.
- Se sugiere llevar a cabo tanto las calicatas como las mediciones de deflexiones en distancias más reducidas, ya que ello posibilita obtener información más precisa sobre el estado de la vía. Esta aproximación permitirá proponer alternativas de manera más efectiva.

## C. MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias Bibliográficas:

- [1] N. Ecuatoriana Vial, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE VOLUMEN N° 2-LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES,” Quito, 2013.
- [2] R. S. Tapia Ortega, “TESIS SUSANA TAPIA O.,” pp. 1–133, May 2016, Accessed: Oct. 23, 2023. [Online]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11084/TESIS%20SUSANA%20TAPIA%20O..pdf?sequence=1>
- [3] L. R. Vásquez Varela, “PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS,” Manizales, Feb. 2002. Accessed: Oct. 23, 2023. [Online]. Available: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- [4] H. González Fernandez, P. Ruiz Caballero, and D. Guerrero Valverda, “PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) METHODOLOGY PROPOSAL FOR THE EVALUATION OF PAVEMENTS APPLYING THE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Autores,” 2019.
- [5] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, “DIRECCIÓN PROVINCIAL DE TUNGURAHUA PERFIL DEL PROYECTO MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA. MAPA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” 2014.
- [6] G. Autonomo, D. Municipal, D. Canton San, P. De Pelileo, and M. Caizabanda Jerez, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial,” 2014.
- [7] M. A. Mendoza-Lugo and O. Morales-Nápoles, “Mapping hazardous locations on a road network due to extreme gross vehicle weights,” *Reliab Eng Syst Saf*, vol. 242, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.res.2023.109698.

- [8] D. C. Bojacá Torres and S. X. Campagnoli Martínez, “CBR cíclico como método alternativo para la determinación del módulo resiliente en suelos blandos de subrasante,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 32, no. 2, pp. 85–98, Dec. 2022, doi: 10.18359/rcin.5896.
- [9] P. Girardi Mancini and O. V. Cordo, “Propuestas de control de acarreo en Ruta Nacional 40. Lago Guillermo-Bariloche,” *Infraestructura Vial*, vol. 25, no. 44, pp. 1–10, Jan. 2023, doi: 10.15517/iv.v25i44.53505.
- [10] J. A. Vasquez Rodriguez, “El déficit de formulación de la política pública de la infraestructura vial nacional de 1998,” *Infraestructura Vial*, vol. 24, no. 43, pp. 1–12, Dec. 2022, doi: 10.15517/iv.v24i43.51421.
- [11] L. D. Herra Gómez, “Conceptualización del procesamiento digital de imágenes para la evaluación de superficies de pavimento en Costa Rica,” *Infraestructura Vial*, vol. 20, no. 35, pp. 20–26, Oct. 2018, doi: 10.15517/IV.V20I35.34831.
- [12] M. A. Rubio Idrogo, “Gestión de mantenimiento vial y su relación con la satisfacción de los usuarios de Lima Metropolitana, 2022,” *Alpha Centauri*, vol. 4, no. 2, pp. 22–28, May 2023, doi: 10.47422/ac.v4i2.145.
- [13] J. Huamaní Arone, O. E. Rimayhuaman Taipe, and X. S. Tito Catalán, “Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 5, pp. 1876–1896, Oct. 2022, doi: 10.37811/cl\_rcm.v6i5.3202.
- [14] S. A. De La Cruz Vega, C. E. Ibañez Ccoapaza, and D. Y. Coaquira Cueva, “Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú,” *Infraestructura Vial*, vol. 24, no. 43, pp. 1–8, May 2022, doi: 10.15517/iv.v24i43.48563.
- [15] S. Y. Lee and T. H. M. Le, “Evaluating pavement performance in bus rapid transit systems: Lessons from Seoul, South Korea,” *Case Studies in Construction Materials*, vol. 18, p. e02065, Jul. 2023, doi: 10.1016/J.CSCM.2023.E02065.
- [16] J. E. Baque-Solis, “Infraestructuras en la seguridad vial,” *Infraestructuras en la seguridad vial*, vol. 32, no. 4, pp. 2497–2551, 2022, doi: 10.23857/fipcaec.v7i4.

- [17] T.A.M.S and ASTEC, “NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS - 2003,” Quito, 2003. Accessed: Nov. 14, 2023. [Online]. Available: [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera\\_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf)
- [18] QuestionPro, “Tipos de investigación y sus características.” Accessed: Nov. 14, 2023. [Online]. Available: <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/>
- [19] ASTM, “DESIGNACIÓN: D6433 - 18. Procedimiento estándar para la Inspección de Índice de Condición de Pavimento de Caminos y Estacionamientos,” Jan. 2018.
- [20] ICG, “NORMA TÉCNICA CE. 010,” 2016. [Online]. Available: [www.construccion.org/icg@icgmail.org](http://www.construccion.org/icg@icgmail.org)
- [21] DGCF, “MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (EM 2000) MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN,” 2000.
- [22] H. Alexander, R. Quintana, F. Alberto, and R. Lizcano, “METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES: TENDENCIAS, ALCANCES Y LIMITACIONES DESIGN METHODOLOGIES OF FLEXIBLE PAVEMENTS: TENDENCIES, REACHES AND LIMITATIONS,” 2022.
- [23] L. Linares, “FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL,” 2021. Accessed: Nov. 14, 2023. [Online]. Available: [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8534/linares\\_slv.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8534/linares_slv.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [24] INV E - 169 - 13, “RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL TERRENO (CBR IN - SITU),” 2021. Accessed: Nov. 14, 2023. [Online]. Available: <https://www.da-lab.co/wp-content/uploads/2021/04/INV-169-13.pdf>

- [25] P. Frutícola, “Calicatas, toma de muestras, y descripción de suelos.” Accessed: Nov. 14, 2023. [Online]. Available: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/12/01/calicatas-toma-de-muestras-y-descripcion-de-suelos/>
- [26] C. Villalaz, “Mecánica de Suelos y Cimentaciones,” vol. Quinta, 2004, Accessed: Nov. 14, 2023. [Online]. Available: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- [27] ASTM International, “Designation: D 421-85. Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants 1,” West Conshohocken, Nov. 2002. [Online]. Available: [www.astm.org](http://www.astm.org)
- [28] ASTM International, “Designación: D 4318-05. Método de Ensayo Estándar para Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos 1,” Mar. 2005. [Online]. Available: [www.astm.org](http://www.astm.org),
- [29] ASTM, “Designación: ASTM C 131-01. Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina Los Ángeles,” West Conshohocken, Oct. 2001.
- [30] Departamento de defensa, “ASTM C 131-01,” West Conshohocken, Aug. 2001.
- [31] ASTM internacional, “Designación: D 1883-07 €1. MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA CBR (INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA) DE LOS SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO1,” Conshohocken del oeste, Nov. 2007.
- [32] A. Fernández, “ENSAYO DE CBR,” Ingeniería. Accessed: Nov. 14, 2023. [Online]. Available: [https://es.slideshare.net/elva\\_239/ensayo-de-cbr-54354918](https://es.slideshare.net/elva_239/ensayo-de-cbr-54354918)
- [33] AASHTO, “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993,” 1993, Accessed: Dec. 19, 2023. [Online]. Available: <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>

- [34] UMSS- Facultad de Ciencias y Tecnología, “PAVIMENTOS DE CONCRETO ASFÁLTICO MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO (MS-1),” 1993.
- [35] M. I. Gabriela Castro-Vásquez and L. I. Alberto Castro-Vásquez, “Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido Practical,” *Pol. Con. (Edición núm. 49)*, vol. 5, no. 09, pp. 640–663, Oct. 2020, doi: 10.23857/pc.v5i9.1717.
- [36] S. Báez, “REHABILITACION CON CARPETA ASFALTICA DE LA VIA FEDERICO INTRIAGO - SAN PEDRO SAN SIMON DEL CANTON VALENCIA EN LA PROVINCIA DE LOS RIOS,” Sep. 2014.
- [37] A. Jerez, “Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes,” 1997.
- [38] N. Ecuatoriana Vial, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE VOLUMEN N° 3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES,” Quito, 2013.
- [39] GADM Riobamba, “MEJORAMIENTO VIAL BARRIO ‘CISNEROS DE TAPI I EYAPA,’” Oct. 2022, Accessed: Dec. 27, 2023. [Online]. Available: [www.gadmriobamba.gob.ec](http://www.gadmriobamba.gob.ec)
- [40] Dirección de Obras Públicas del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Enpíndola, “COLOCACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE E= 2”, EN LAS CALLES DE LA URBANIZACIÓN MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE AMALUZA DEL CANTÓN ESPÍNDOLA“.,” Nov. 2023.
- [41] G. C. Nahla, “MEJORAMIENTO VIAL DESDE EL SECTOR LA CRUZ HASTA EL BARRIO CULAGUANGO ALTO-PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO,” Latacunga, Nov. 2023.
- [42] Municipio de Riobamba, “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REHABILITACION DE VARIAS VIAS ASFALTADAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA MANTENIMIENTO VIA A GUANO-RECICLADO RUBRO 01.-REPLANTEO Y NIVELACIÓN,” Riobamba, Jan. 2023. [Online]. Available: [www.gadmriobamba.gob.ec](http://www.gadmriobamba.gob.ec)














- [43] Municipio de Riobamba, “REHABILITACION DE VARIAS VIAS ASFALTADAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA,” Riobamba, 2022. [Online]. Available: [www.gadmriobamba.gob.ec](http://www.gadmriobamba.gob.ec)












**ANEXOS:**

**ANEXO A**  
**CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR**

**Anexo A-1: Conteo de vehículos de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 0+4580. Lunes, 25/09/2023**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CONTAJE DE TRÁFICO												
		<b>PROYECTO:</b> VÍA PELILEO - GUAYAQUIL		<b>PROVINCIA:</b> TUNGURAHUA		<b>ABSCISA:</b> 0+000 - 4+580		<b>SENTIDO:</b> AMBOS				
		<b>FECHA:</b> 25/09/2023		<b>CANTONES:</b> QUERO Y PELILEO		<b>DÍA:</b> LUNES		<b>RESPONSABLE:</b> JONATHAN TOAQUIZA				
HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
												
7h00-7h15	29	2	2	1	3	0	0	0	0	6	37	
7h15-7h30	30	2	2	3	2	0	0	0	0	7	39	
7h30-7h45	34	0	3	2	2	0	0	0	0	7	41	
7h45-8h00	55	2	3	0	2	0	0	0	0	5	62	179
8h00-8h15	43	1	2	1	1	2	0	0	0	6	50	192
8h15-8h30	30	3	1	0	1	0	0	0	0	2	35	188
8h30-8h45	25	1	3	0	0	1	0	0	0	4	30	177
8h45-9h00	26	2	5	0	0	5	1	0	0	11	39	154
9h00-9h15	22	1	1	0	0	1	0	0	0	2	25	129
9h15-9h30	30	1	0	1	1	1	0	0	0	3	34	128
9h30-9h45	30	1	0	1	0	0	0	0	0	1	32	130
9h45-10h00	27	2	0	1	2	1	0	0	0	4	33	124
10h00-10h15	29	1	1	1	4	0	0	0	0	6	36	135
10h15-10h30	33	0	0	0	1	0	0	0	0	1	34	135
10h30-10h45	26	1	2	0	2	1	0	0	0	5	32	135
10h45-11h00	38	1	2	1	4	0	0	0	0	7	46	148
11h00-11h15	27	1	1	0	1	0	0	0	0	2	30	142
11h15-11h30	30	2	1	0	4	0	0	0	0	5	37	145
11h30-11h45	26	1	2	0	2	0	0	0	0	4	31	144
11h45-12h00	29	1	2	1	4	0	0	0	0	7	37	135
12h00-12h15	42	1	2	2	0	0	0	0	0	4	47	152
12h15-12h30	36	0	1	3	2	0	1	0	0	7	43	158
12h30-12h45	35	1	2	1	4	0	0	0	0	7	43	170
12h45-13h00	30	1	1	1	3	0	0	0	0	5	36	169
13h00-13h15	32	3	2	1	3	0	0	0	0	6	41	163
13h15-13h30	31	2	1	2	1	0	0	0	0	4	37	157
13h30-13h45	38	1	0	2	2	0	0	0	0	4	43	157
13h45-14h00	25	2	1	3	2	0	0	0	0	6	33	154
14h00-14h15	38	1	0	0	2	0	0	0	0	2	41	154
14h15-14h30	39	0	1	1	0	0	1	0	0	2	41	158
14h30-14h45	39	1	2	2	4	1	0	0	0	9	49	164
14h45-15h00	36	2	1	0	1	1	0	0	1	3	41	172
15h00-15h15	38	1	1	2	1	0	0	0	0	4	43	174
15h15-15h30	48	1	1	1	4	0	0	0	0	6	55	188
15h30-15h45	31	1	3	2	1	0	2	0	0	6	38	177
15h45-16h00	41	1	1	2	4	0	1	0	0	8	50	186












**Anexo A-2: Conteo de vehículos de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 0+4580. Miércoles, 27/09/2023**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CONTAJE DE TRÁFICO													
		<b>PROYECTO:</b> VÍA PELILEO - GUAYAQUIL		<b>PROVINCIA:</b> TUNGURAHUA		<b>ABSCISA:</b> 0+000 - 4+580		<b>SENTIDO:</b> AMBOS					
		<b>FECHA:</b> 27/09/2023		<b>CANTONES:</b> QUERO Y PELILEO		<b>DÍA:</b> MIÉRCOLES		<b>RESPONSABLE:</b> JONATHAN TOAQUIZA					
HORA	LIVIANOS		BUSES		PESADOS						TOTAL	TOALES	ACUMULADO POR HORA
													
7h00-7h15	39	1	2	2	1	1	0	0	0	6	46		
7h15-7h30	48	0	3	1	0	4	0	0	0	8	56		
7h30-7h45	61	1	3	2	1	5	0	0	0	11	73		
7h45-8h00	52	3	5	2	1	0	0	0	0	8	63	238	
8h00-8h15	51	1	0	1	3	0	0	0	0	4	56	248	
8h15-8h30	47	2	1	0	3	0	0	0	0	4	53	245	
8h30-8h45	45	1	1	1	4	0	0	0	0	6	52	224	
8h45-9h00	37	1	2	1	3	0	0	0	0	6	44	205	
9h00-9h15	46	0	5	0	1	0	0	0	0	6	52	201	
9h15-9h30	39	2	4	2	3	0	0	0	0	9	50	198	
9h30-9h45	45	1	2	4	5	0	0	0	0	11	57	203	
9h45-10h00	39	1	0	1	1	0	0	0	0	2	42	201	
10h00-10h15	41	2	3	2	1	1	0	0	0	7	50	199	
10h15-10h30	50	0	3	0	2	1	0	0	0	6	56	205	
10h30-10h45	37	4	2	0	2	1	0	0	0	5	46	194	
10h45-11h00	42	1	2	2	0	0	0	0	0	4	47	199	
11h00-11h15	34	1	2	2	4	0	0	0	0	8	43	192	
11h15-11h30	26	2	2	0	1	0	0	0	0	3	31	167	
11h30-11h45	35	1	3	2	5	0	0	0	0	10	46	167	
11h45-12h00	22	1	1	2	6	0	0	0	0	9	32	152	
12h00-12h15	34	2	3	2	2	0	0	0	0	7	43	152	
12h15-12h30	41	0	2	2	1	0	0	0	0	5	46	167	
12h30-12h45	31	1	2	1	1	1	0	0	0	5	37	158	
12h45-13h00	37	1	1	2	1	0	0	0	0	4	42	168	
13h00-13h15	43	1	2	0	1	2	0	0	0	5	49	174	
13h15-13h30	24	1	2	0	1	0	0	0	0	3	28	156	
13h30-13h45	44	1	2	2	3	0	0	0	0	7	52	171	
13h45-14h00	30	1	0	0	2	1	0	0	0	3	34	163	
14h00-14h15	38	2	1	1	2	0	0	0	0	4	44	158	
14h15-14h30	21	1	1	1	2	1	0	0	0	5	27	157	
14h30-14h45	26	1	0	0	2	1	0	0	0	3	30	135	
14h45-15h00	24	1	2	0	4	0	0	0	0	6	31	132	
15h00-15h15	35	1	5	1	1	0	0	0	0	7	43	131	
15h15-15h30	38	1	1	0	0	0	0	0	0	1	40	144	
15h30-15h45	26	1	2	0	2	0	0	0	0	4	31	145	
15h45-16h00	40	1	0	0	2	0	0	0	0	2	43	157	

**Anexo A-3: Conteo de vehículos de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 0+4580. Viernes, 29/09/2023**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CONTAJE DE TRÁFICO												
		PROYECTO: VÍA PELILEO - GUAYAQUIL	PROVINCIA: TUNGURAHUA	ABSCISA: 0+000 - 4+580	SENTIDO: AMBOS							
		FECHA: 29/09/2023	CANTONES: QUERO Y PELILEO	DÍA: VIERNES	RESPONSABLE: JONATHAN TOAQUIZA							
HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
7h00-7h15	56	2	2	2	0	2	0	0	0	6	64	
7h15-7h30	54	1	2	2	0	1	0	0	0	5	60	
7h30-7h45	45	1	3	3	1	1	0	0	0	8	54	
7h45-8h00	48	2	2	1	1	1	0	0	0	5	55	233
8h00-8h15	32	2	1	1	1	0	0	0	0	3	37	206
8h15-8h30	25	1	1	2	1	0	0	0	0	4	30	176
8h30-8h45	35	1	0	1	3	0	0	0	0	4	40	162
8h45-9h00	32	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33	140
9h00-9h15	45	1	0	3	4	0	0	0	0	7	53	156
9h15-9h30	28	0	0	0	1	2	0	0	0	3	31	157
9h30-9h45	38	2	2	3	1	0	0	0	0	6	46	163
9h45-10h00	32	1	1	3	1	0	0	0	0	5	38	168
10h00-10h15	40	1	3	2	1	0	0	0	0	6	47	162
10h15-10h30	40	0	2	0	0	0	0	0	0	2	42	173
10h30-10h45	33	1	6	1	3	0	0	0	0	10	44	171
10h45-11h00	35	1	2	1	1	0	0	0	0	4	40	173
11h00-11h15	29	1	3	4	3	0	0	0	0	10	40	166
11h15-11h30	42	1	4	5	3	0	0	0	0	12	55	179
11h30-11h45	24	1	2	2	2	0	0	0	0	6	31	166
11h45-12h00	41	1	0	1	2	0	0	0	0	3	45	171
12h00-12h15	31	1	1	1	2	0	0	0	0	4	36	167
12h15-12h30	37	1	5	2	2	0	0	0	0	9	47	159
12h30-12h45	71	3	3	3	1	0	0	0	0	7	81	209
12h45-13h00	49	1	3	3	0	0	0	0	0	6	56	220
13h00-13h15	31	1	3	2	2	0	0	0	0	7	39	223
13h15-13h30	33	1	3	1	1	0	0	0	0	5	39	215
13h30-13h45	41	1	1	2	1	0	0	0	0	4	46	180
13h45-14h00	23	1	1	2	2	1	0	0	0	6	30	154
14h00-14h15	34	1	2	3	2	0	0	0	0	7	42	157
14h15-14h30	31	2	3	0	2	0	0	0	0	5	38	156
14h30-14h45	29	0	0	0	2	0	0	0	0	2	31	141
14h45-15h00	35	1	1	1	3	0	0	0	0	5	41	152
15h00-15h15	40	1	2	0	2	1	0	0	0	5	46	156
15h15-15h30	39	1	2	0	0	0	0	0	0	2	42	160
15h30-15h45	28	2	3	2	1	0	0	0	0	6	36	165
15h45-16h00	38	1	3	2	3	2	0	0	0	10	49	173

**Anexo A-4: Conteo de vehículos de la vía Pelileo – Guayaquil abs. 0+000 – 0+4580. Domingo, 01/10/2023**



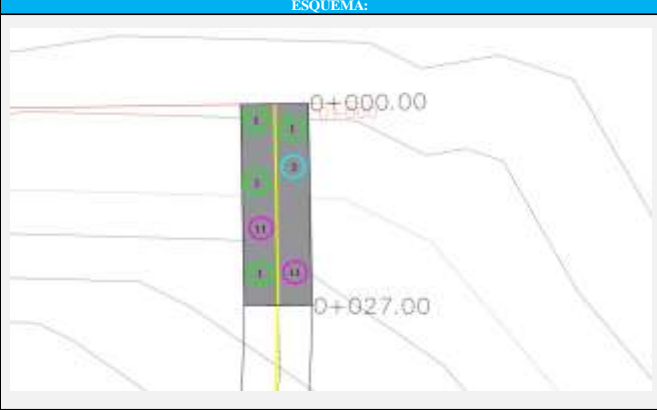
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b></p> <p><b>INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b></p> <p><b>CONTAJE DE TRÁFICO</b></p> </div>  </div>												
<p><b>PROYECTO:</b> VÍA PELILEO - GUAYAQUIL <b>PROVINCIA:</b> TUNGURAHUA <b>ABSCISA:</b> 0+000 - 4+580 <b>SENTIDO:</b> AMBOS</p> <p><b>FECHA:</b> 01/10/2023 <b>CANTONES:</b> QUERO Y PELILEC <b>DÍA:</b> DOMINGO <b>RESPONSABLE</b> JONATHAN TOAQUIZA</p>												
HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
												
7h00-7h15	25	1	1	0	2	0	0	0	0	3	29	
7h15-7h30	21	1	2	0	1	0	0	0	0	3	25	
7h30-7h45	27	1	1	0	0	0	0	0	0	1	29	
7h45-8h00	22	0	1	0	0	0	0	0	0	1	23	106
8h00-8h15	43	1	1	1	1	0	0	0	0	3	47	124
8h15-8h30	60	2	1	0	0	0	0	0	0	1	63	162
8h30-8h45	53	0	0	0	2	0	0	0	0	2	55	188
8h45-9h00	58	1	1	0	4	0	0	0	0	5	64	229
9h00-9h15	87	1	0	0	0	0	0	0	0	0	88	270
9h15-9h30	53	0	3	0	3	0	0	0	0	6	59	266
9h30-9h45	43	3	1	1	1	0	0	0	0	3	49	260
9h45-10h00	54	0	3	4	3	0	0	0	0	10	64	260
10h00-10h15	43	2	1	0	4	0	0	0	0	5	50	222
10h15-10h30	57	0	3	2	1	1	0	0	0	7	64	227
10h30-10h45	50	1	2	2	1	1	0	0	0	6	57	235
10h45-11h00	54	1	3	1	0	0	0	0	0	4	59	230
11h00-11h15	65	0	1	1	2	0	0	0	0	4	69	249
11h15-11h30	68	1	0	0	1	0	0	0	0	1	70	255
11h30-11h45	46	1	2	3	0	0	0	0	0	5	52	250
11h45-12h00	51	1	3	1	1	0	0	0	0	5	57	248
12h00-12h15	50	1	0	0	1	1	0	0	0	2	53	232
12h15-12h30	63	0	2	2	0	1	0	0	0	5	68	230
12h30-12h45	59	1	0	1	1	1	0	0	0	3	63	241
12h45-13h00	59	2	2	0	1	0	0	0	0	3	64	248
13h00-13h15	37	1	3	0	0	0	0	0	0	3	41	236
13h15-13h30	35	2	3	0	1	0	0	0	0	4	41	209
13h30-13h45	43	2	1	2	1	1	0	0	0	5	50	196
13h45-14h00	60	2	2	0	1	0	0	0	0	3	65	197
14h00-14h15	26	1	2	2	1	0	0	0	0	5	32	188
14h15-14h30	54	0	3	0	2	0	0	0	0	5	59	206
14h30-14h45	53	2	2	1	1	0	0	0	0	4	59	215
14h45-15h00	46	0	6	0	2	2	0	0	0	10	56	206
15h00-15h15	43	1	2	1	1	1	0	0	0	5	49	223
15h15-15h30	83	1	1	0	2	0	0	0	0	3	87	251
15h30-15h45	53	1	3	1	2	0	0	0	0	6	60	252
15h45-16h00	57	2	1	4	1	1	0	0	0	7	66	262

**ANEXO B**

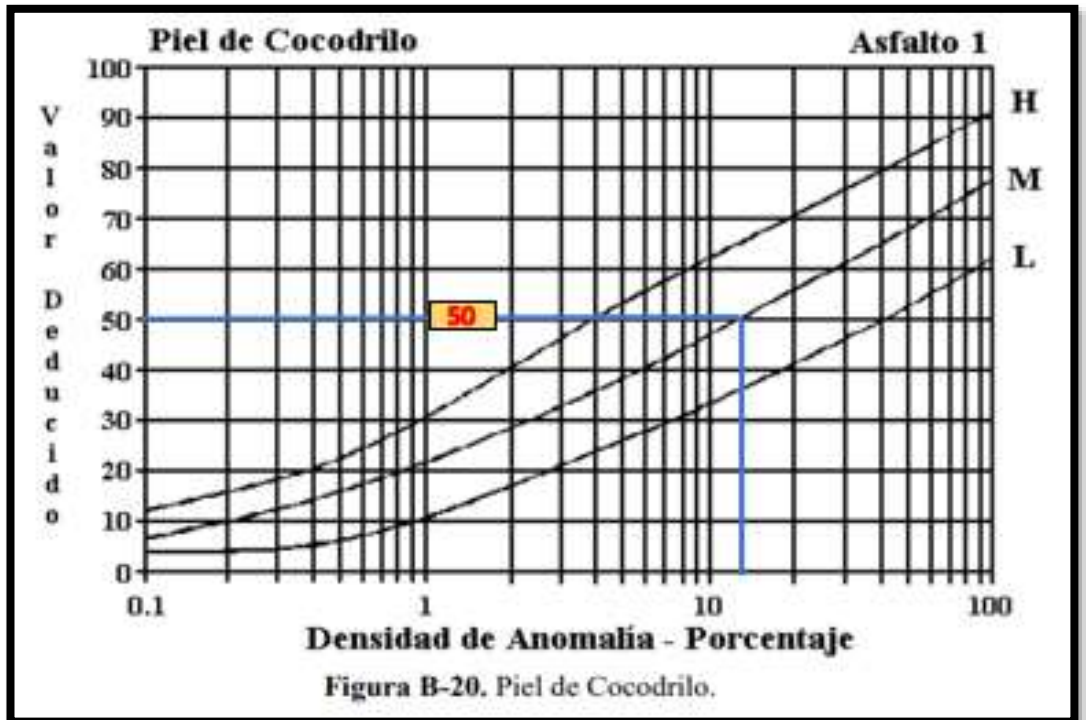
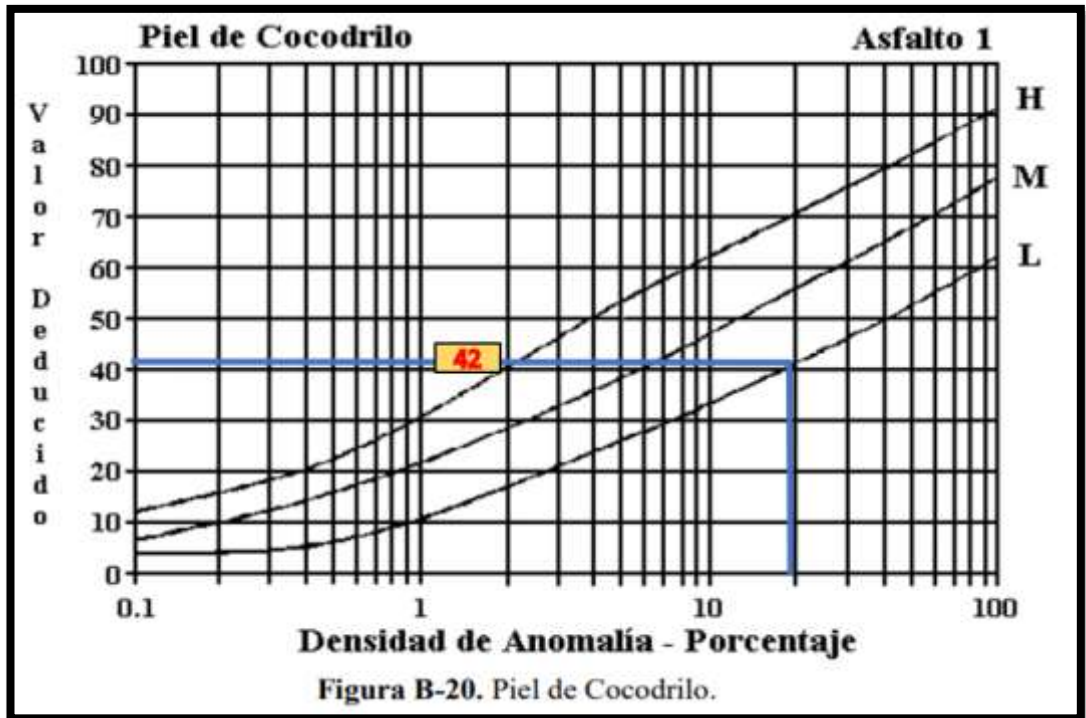
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL**

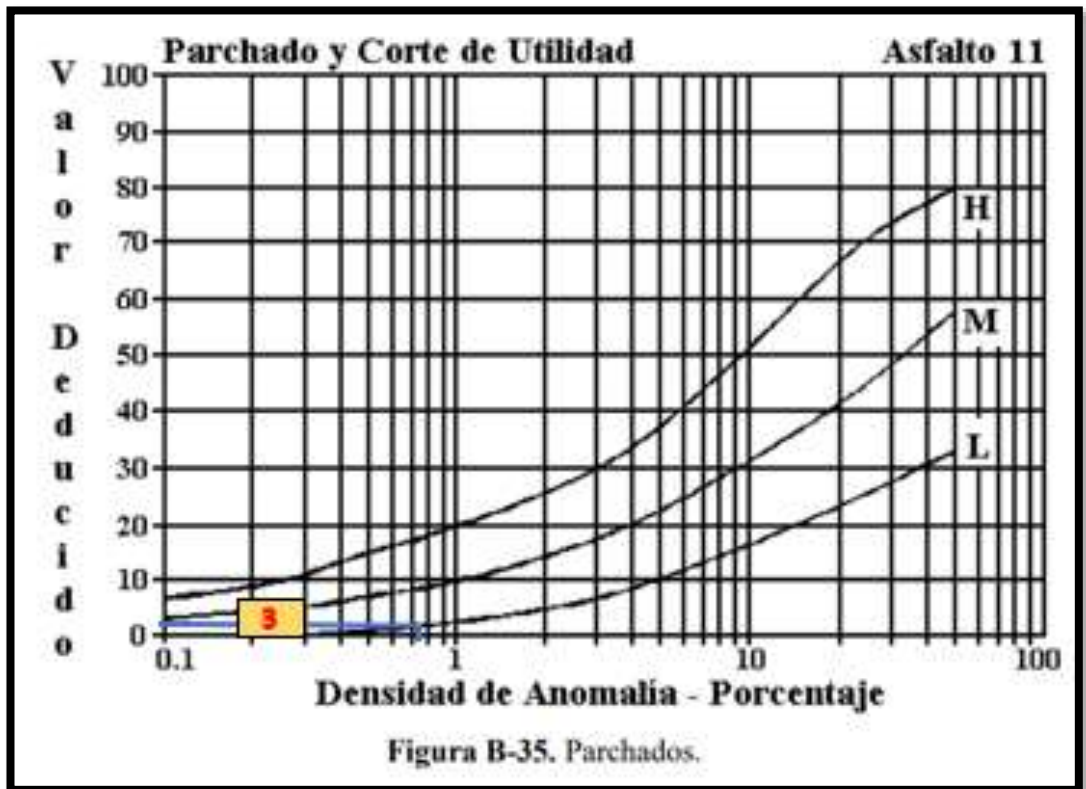
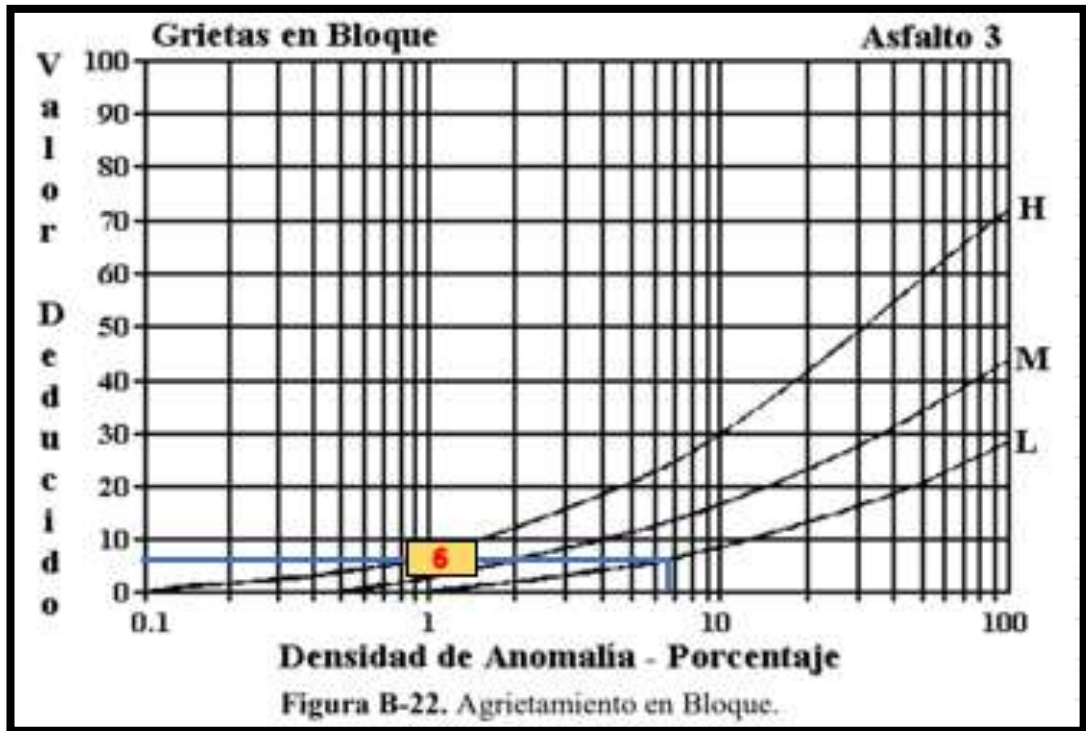
**PAVIMENTO (PCI)**

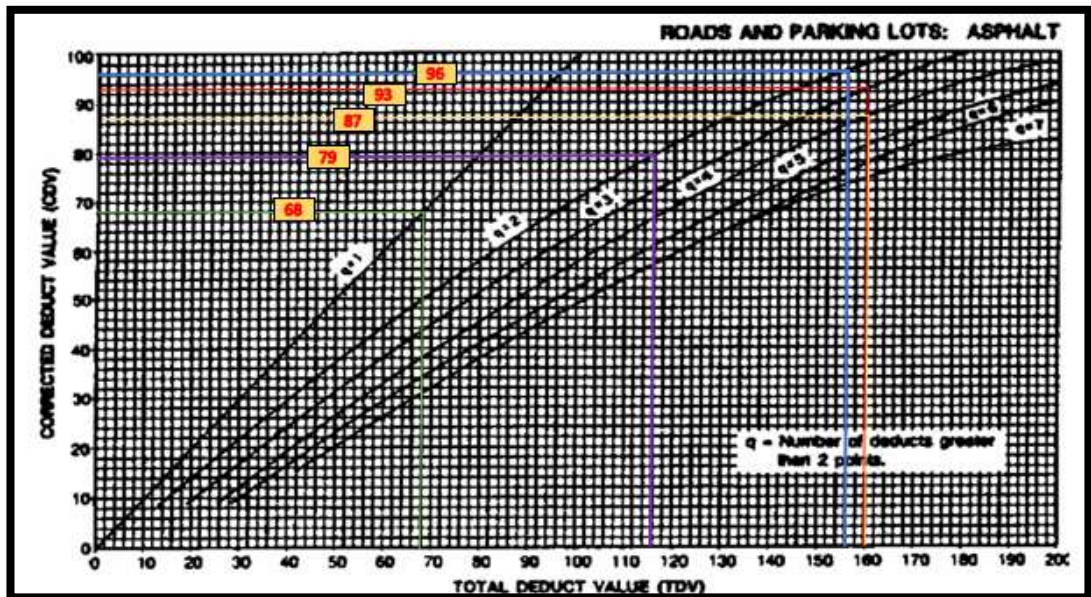
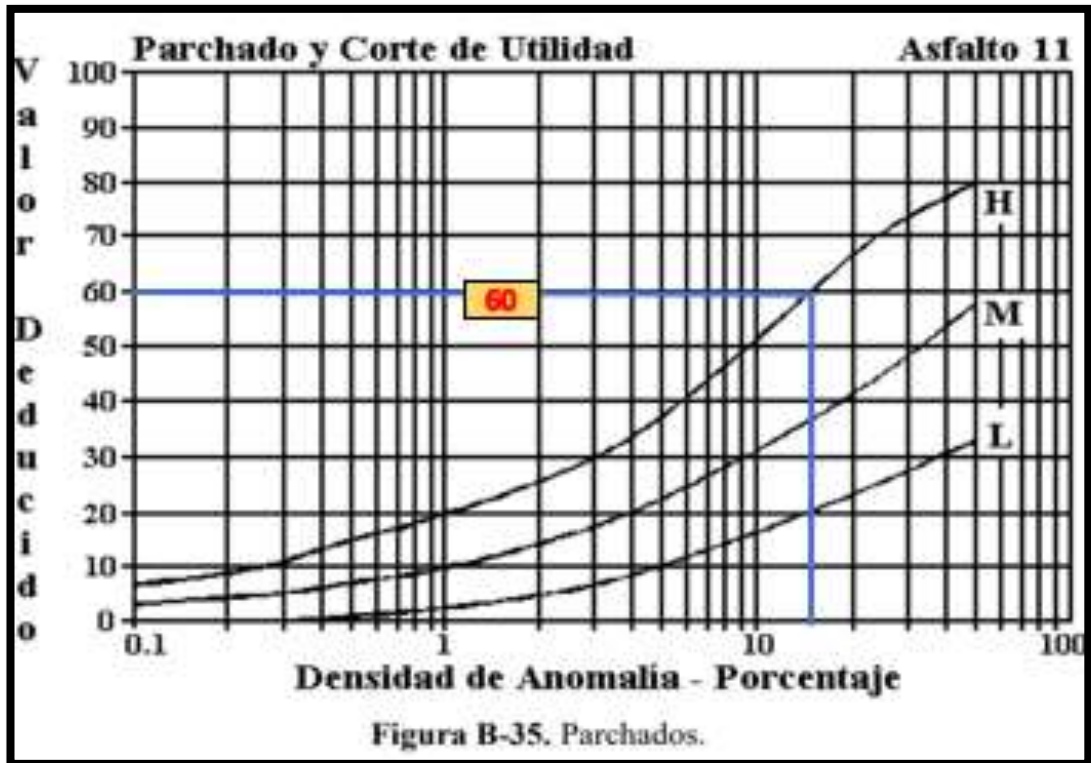
## ANEXO B-1: Unidad de muestreo número 1

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN										
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:		Unidad de muestreo:	1							
Sección:	1	Abscisa final:	0+027	Área muestreo (m2):	229.5							
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5							
No.	DAÑO	ESQUEMA:										
1	Piel de cocodrilo	m2										
2	Exudación	m2										
3	Agrietamiento en bloque	m2										
4	Abultamientos y hundimientos	m										
5	Corrugación	m2										
6	Depresión	m2										
7	Grieta de borde	m										
8	Grieta de reflexión de junta	m										
9	Desnivel carril / berma	m										
10	Grietas long. y trasrv.	m										
11	Parqueo	m2										
12	Pulimiento de agregados	m2										
13	Baches / huecos	cant.										
14	Cruce de vía férrea	m2										
15	Ahuellamiento	m2										
16	Desplazamiento	m2										
17	Grieta parabólica	m2										
18	Hinchamiento	m2										
19	Intemperismo	m2										
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	
1	L	21.98	22.8							44.73	19.49%	42
1	M	8.58	22.7							31.3	13.64%	50
3	L	12.92								12.92	5.63%	6
11	L	1.65								1.65	0.72%	3
11	H	37.26								37.26	16.24%	60
											<b>Valor Deducido Total:</b>	161
Número de Valores Deducidos > 2(q):										5	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	
Mayor Valor Deducido Individual (HDVI):										60		
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":										4.67		
CÁLCULO DEL PCI												
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	60	50	42	6	2.01					160.01	5	87
2	60	50	42	6	2					160	4	93
3	60	50	42	2	2					156	3	96
4	60	50	2	2	2					116	2	79
5	60	2	2	2	2					68	1	68
											<b>Máx CDV:</b>	96
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 96 <b>PCI= 4 FALLADO</b>												



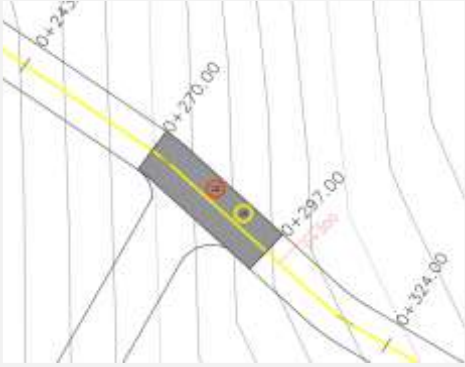




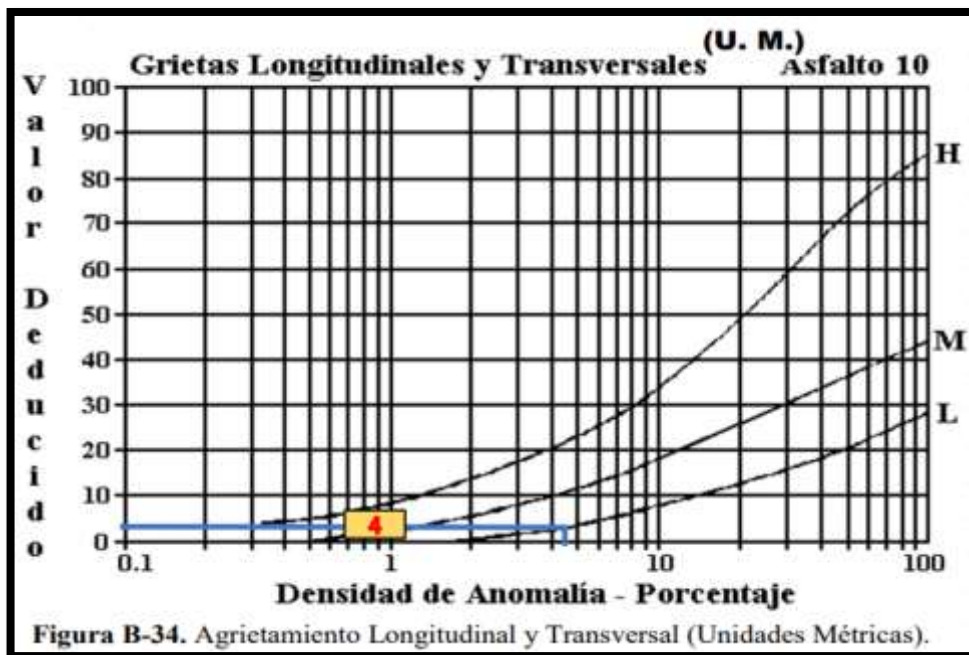


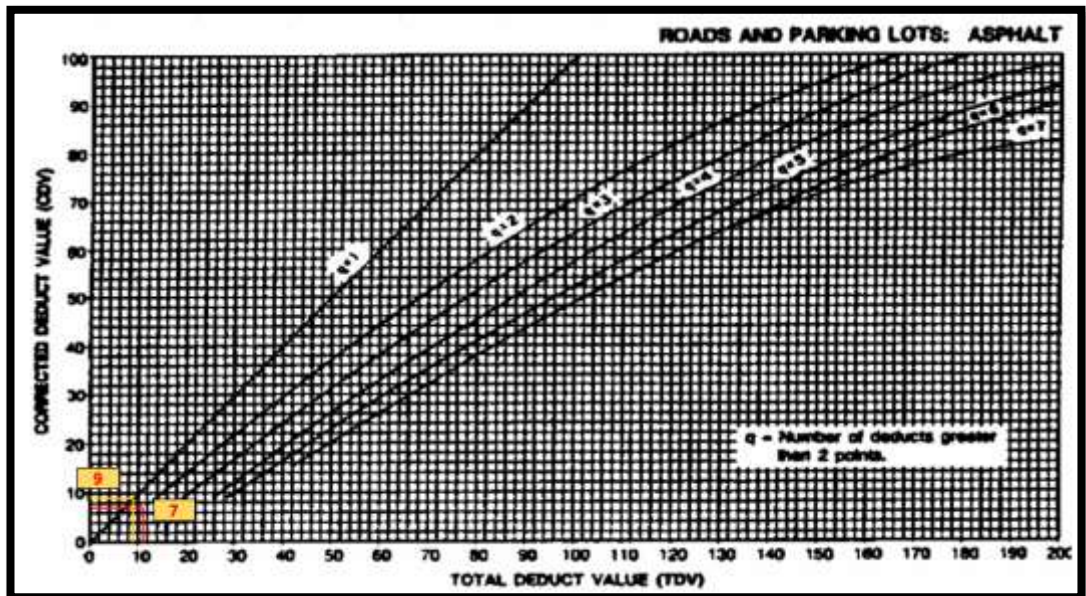
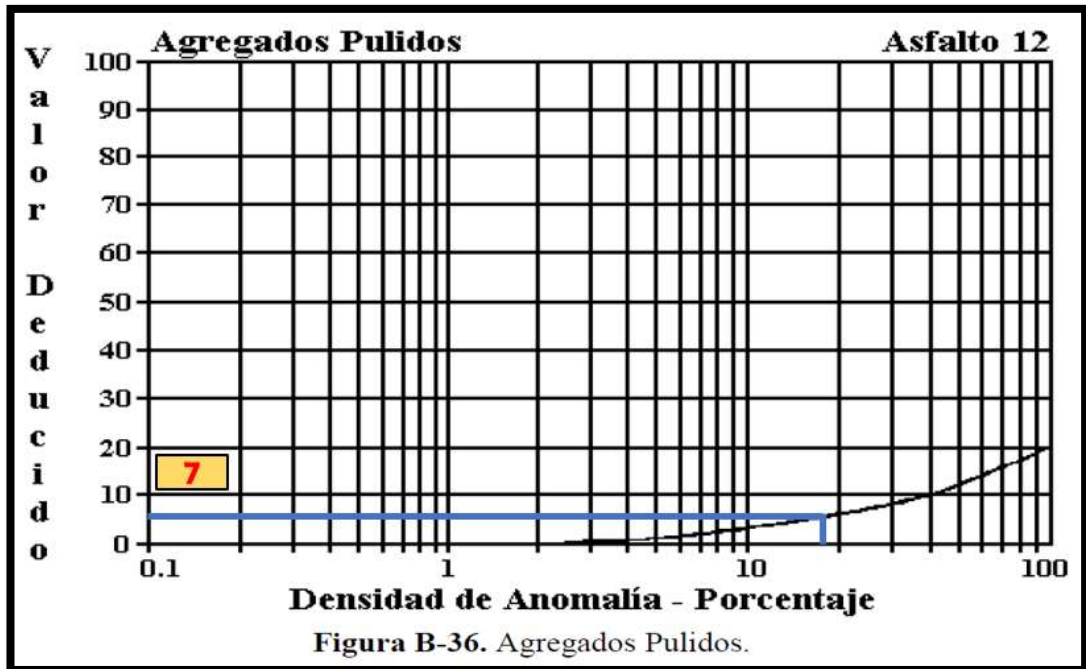


## ANEXO B-2: Unidad de muestreo número 2

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN			
Tramo:	Vía Pelileo - Guayaquil	Abscisa inicial:	0+270	Unidad de muestreo:	2
Sección:	11	Abscisa final:	0+297	Área muestreo (m2):	229.5
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5
No.	DAÑO	ESQUEMA:			
1	Piel de cocodrilo	m2			
2	Exudación	m2			
3	Agrietamiento en bloque	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	m			
5	Corrugación	m2			
6	Depresión	m2			
7	Grieta de borde	m			
8	Grieta de reflexión de junta	m			
9	Desnivel carril / berma	m			
10	Grietas long. y trasnv.	m			
11	Parqueo	m2			
12	Pulimento de agregados	m2			
13	Baches / huecos	cant.			
14	Cruce de vía férrea	m2			
15	Ahuellamiento	m2			
16	Desplazamiento	m2			
17	Grieta parabólica	m2			
18	Hinchamiento	m2			
19	Intemperismo	m2			



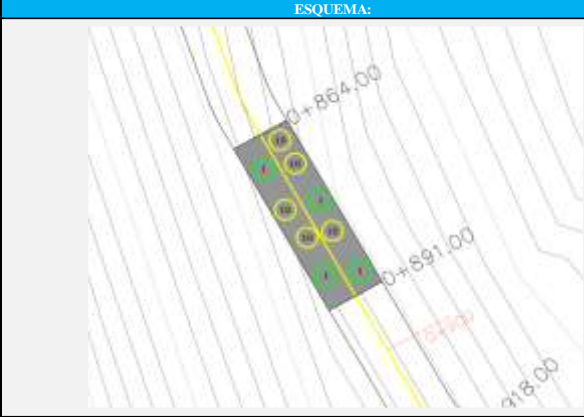
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)		
10	L	10.7								10.7	4.66%	4	
12		39.56								39.56	17.24%	7	
										<b>Valor Deducido Total:</b>		11	
Número de Valores Deducidos > 2(q):										2			
Mayor Valor Deducido Individual (HDVI):										7			
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"										9.54			
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>													
No.	Severidad	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	7	4								11	2	7	
2	7	2								9	1	9	
										<b>Máx CDV:</b>		9	
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 9 <b>PCI= 91 EXCELENTE</b>													







## ANEXO B-4: Unidad de muestreo número 4

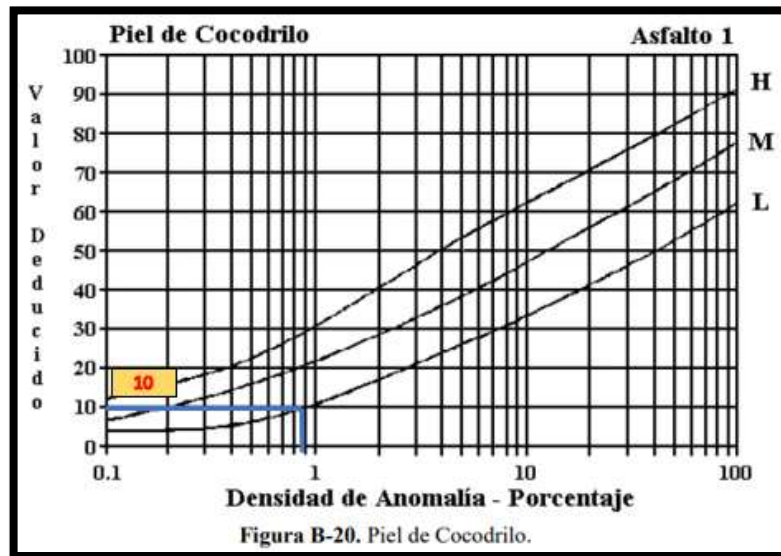
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN				
<b>Tramo:</b>	Vía Pelileo - Quero	<b>Abscisa inicial:</b>	0+864	<b>Unidad de muestreo:</b>	4	
<b>Sección:</b>	33	<b>Abscisa final:</b>	0+891	<b>Área muestreo (m2):</b>	229.5	
<b>Inspeccionado por:</b>	Jonathan Toaquiza	<b>Fecha:</b>	29/08/2023	<b>Ancho de vía (m):</b>	8.5	
No.	DAÑO	ESQUEMA:				
1	Piel de cocodrilo					
2	Exudación					
3	Agrietamiento en bloque					
4	Abultamientos y hundimientos					
5	Corrugación					
6	Depresión					
7	Grieta de borde					
8	Grieta de reflexión de junta					
9	Desnivel carril / berma					
10	Grietas long. y trasnv.					
11	Parqueo					
12	Pulimiento de agregados					
13	Baches / huecos					
14	Cruce de vía férrea					
15	Ahuellamiento					
16	Desplazamiento					
17	Grieta parabólica					
18	Hinchamiento					
19	Intemperismo					

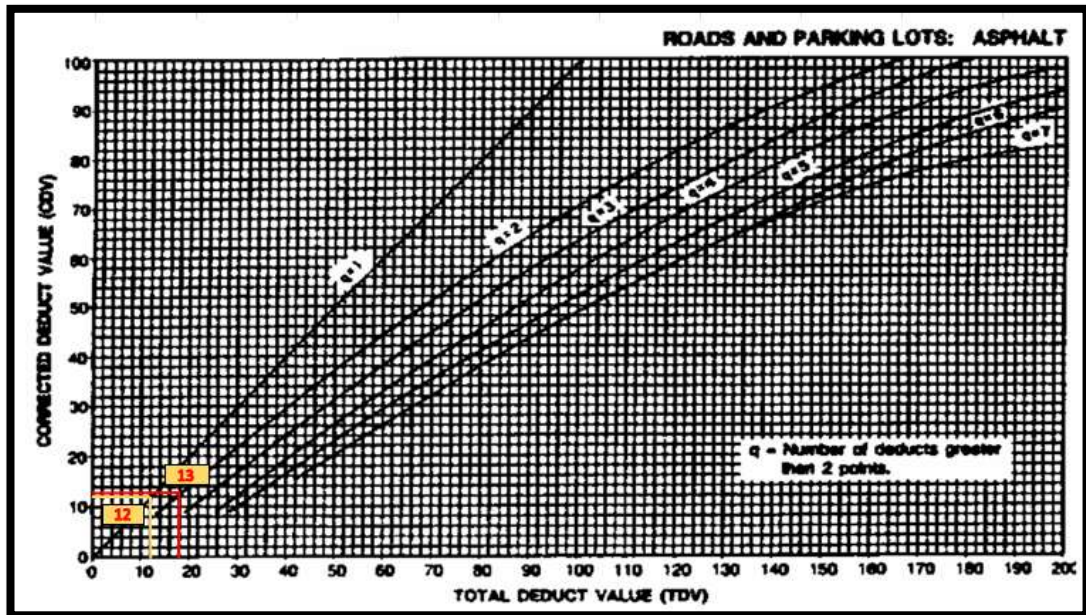
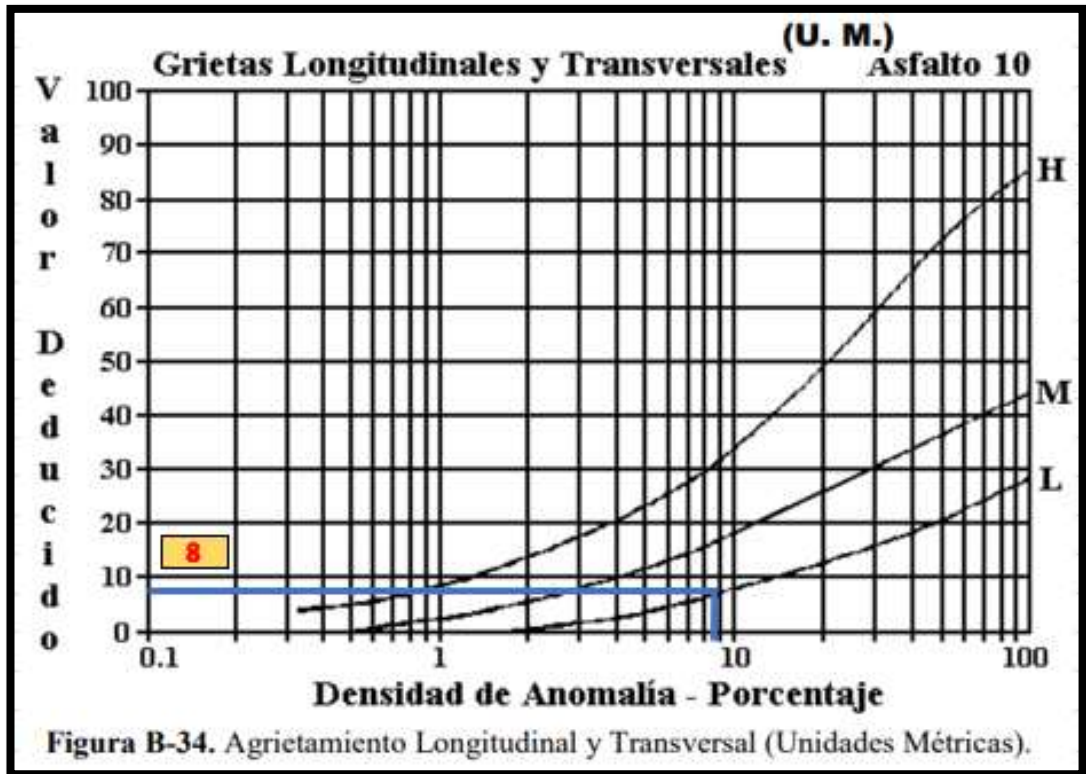
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
1	L	5.85	8.32	2.07	4.2							20.44	8.91%	10
10	L	2.2	1.5	1.55	11.6	3						19.85	8.65%	8
												<b>Valor Deducido Total:</b>		18

Número de Valores Deducidos > 2(q):	2	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDV <sub>i</sub> ):	10	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	9.27	

CÁLCULO DEL PCI													
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	10	8									18	2	13
2	10	2									12	1	12
												<b>Máx CDV:</b>	13


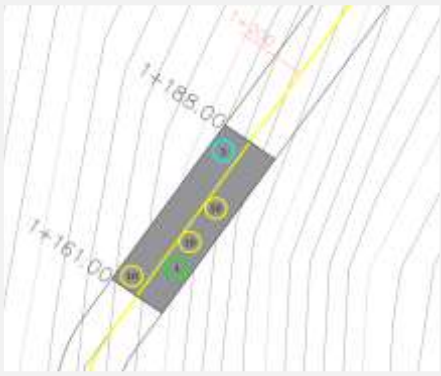
PCI= 100 - Máx CDV  
 PCI= 100 - 13  
**PCI= 87 EXCELENTE**



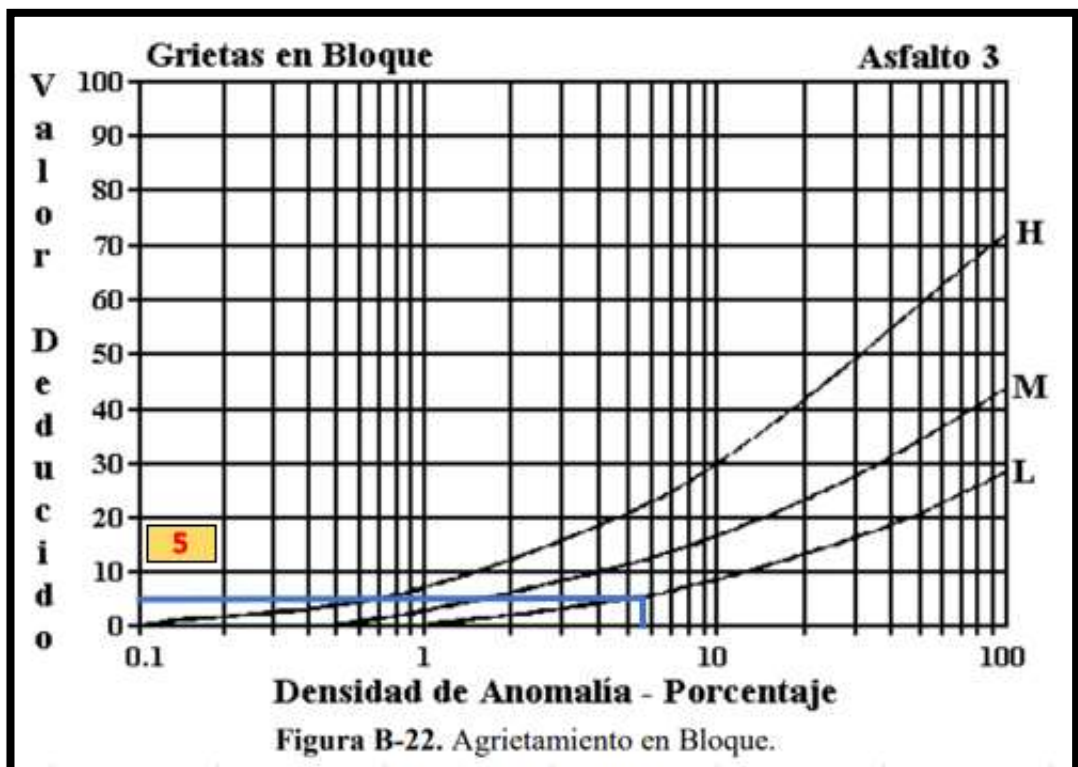
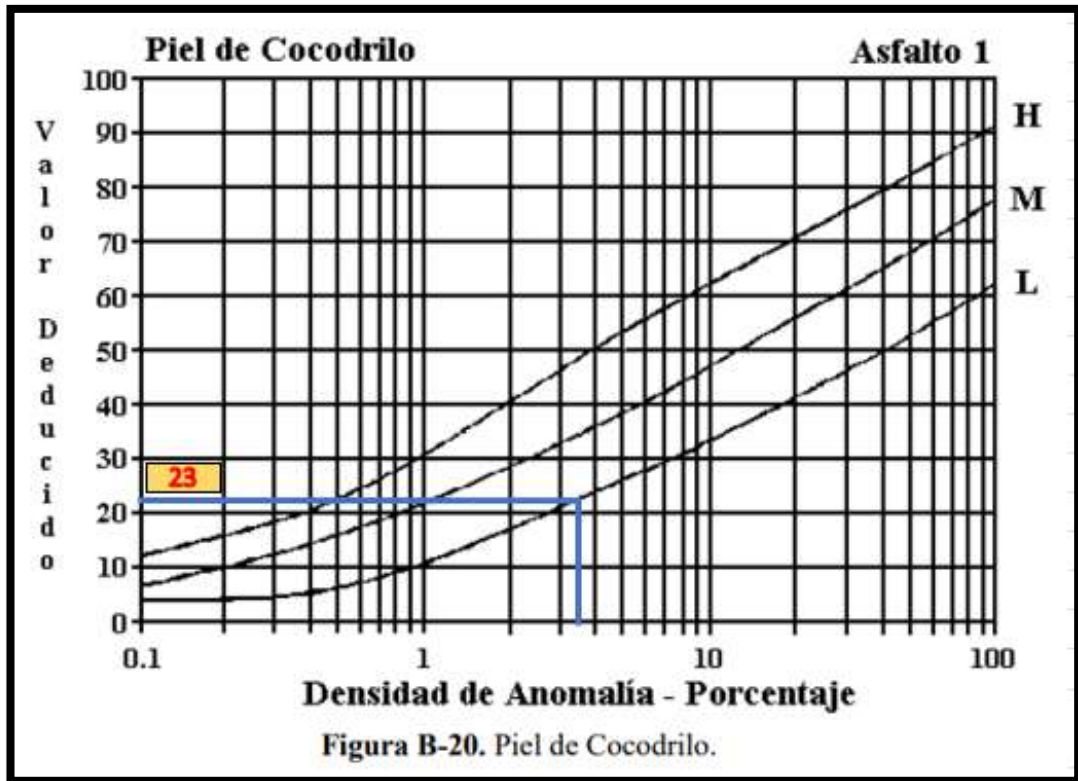


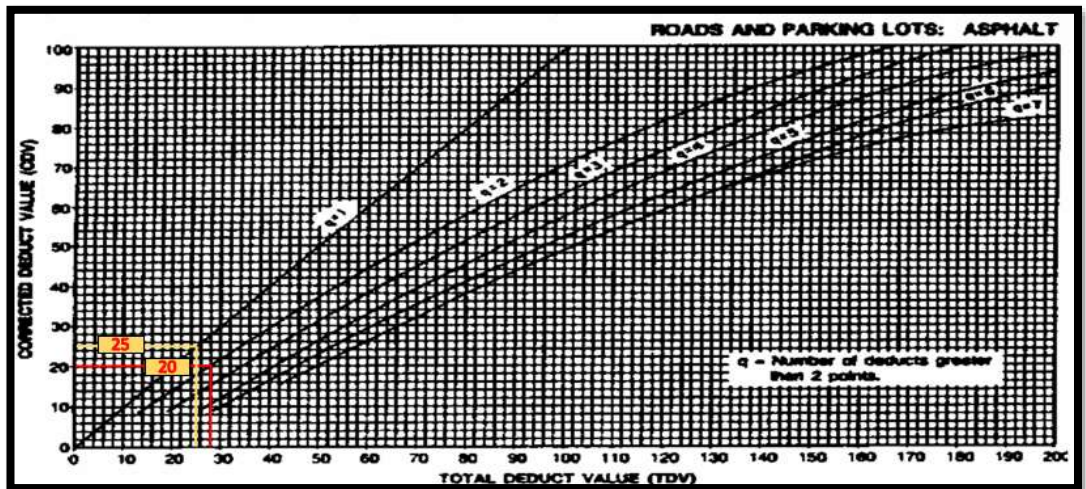
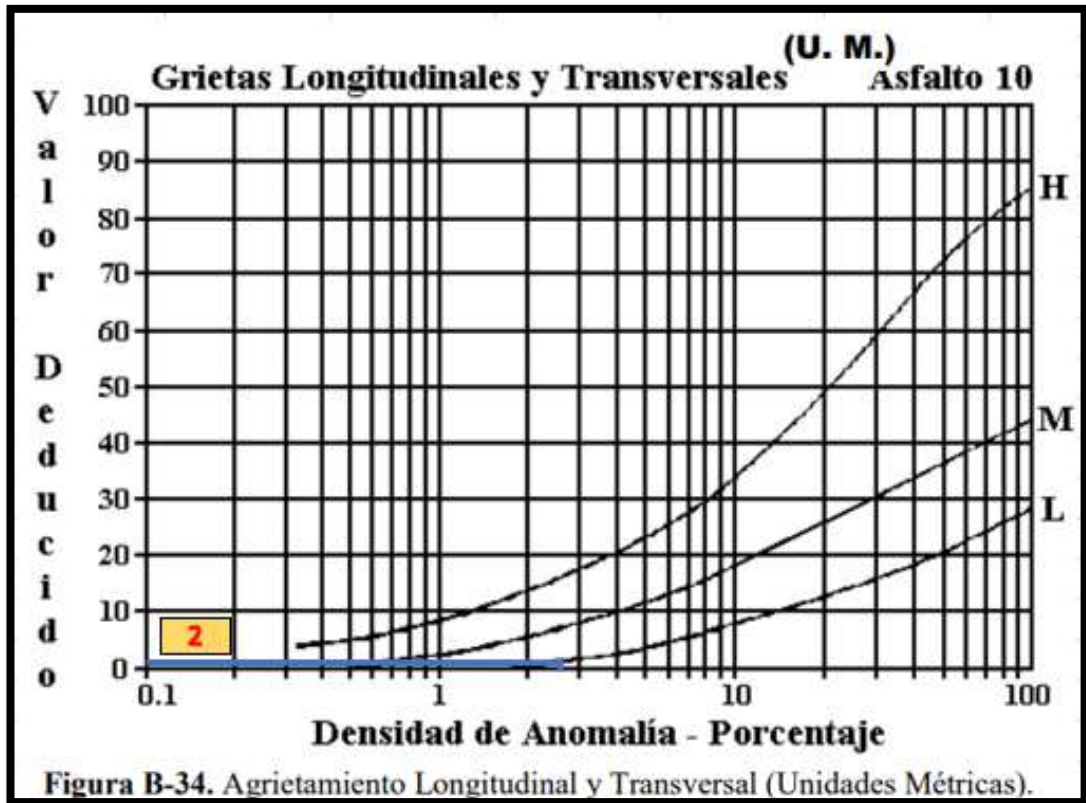


## ANEXO B-5: Unidad de muestreo número 5



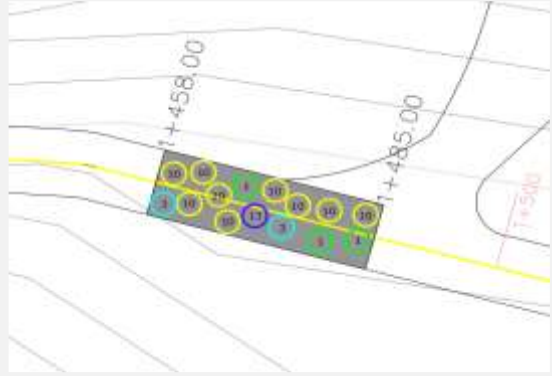
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN					
<b>Tramo:</b>	Vía Pelileo - Quero	<b>Abscisa inicial:</b>	1+161	<b>Unidad de muestreo:</b>	5
<b>Sección:</b>	44	<b>Abscisa final:</b>	1+188	<b>Área muestreo (m2):</b>	229.5
<b>Inspeccionado por:</b>	Jonathan Toaquiza	<b>Fecha:</b>	29/08/2023	<b>Ancho de vía (m):</b>	8.5
No.	DAÑO	ESQUEMA:			
1	Piel de cocodrilo				
2	Exudación				
3	Agrietamiento en bloque				
4	Abultamientos y hundimientos				
5	Corrugación				
6	Depresión				
7	Grieta de borde				
8	Grieta de reflexión de junta				
9	Desnivel carril / berma				
10	Grietas long. y trasnv.				
11	Parcheo				
12	Pulimiento de agregados				
13	Baches / huecos				
14	Cruce de vía férrea				
15	Ahuellamiento				
16	Desplazamiento				
17	Grieta parabólica				
18	Hinchamiento				
19	Intemperismo				

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
1	L	8.28										8.28	3.61%	23
3	L	13.2										13.2	5.75%	5
10	L	1.6	1.5	2.9								6	2.61%	2
												<b>Valor Deducido Total:</b>		30
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												2		
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDV<sub>i</sub>):</b>												23		
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												8.07		
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	23	5									28	2	20	
2	23	2									25	1	25	
												<b>Máx CDV:</b>		25
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 25 <b>PCI= 75 <i>MUY BUENO</i></b>														

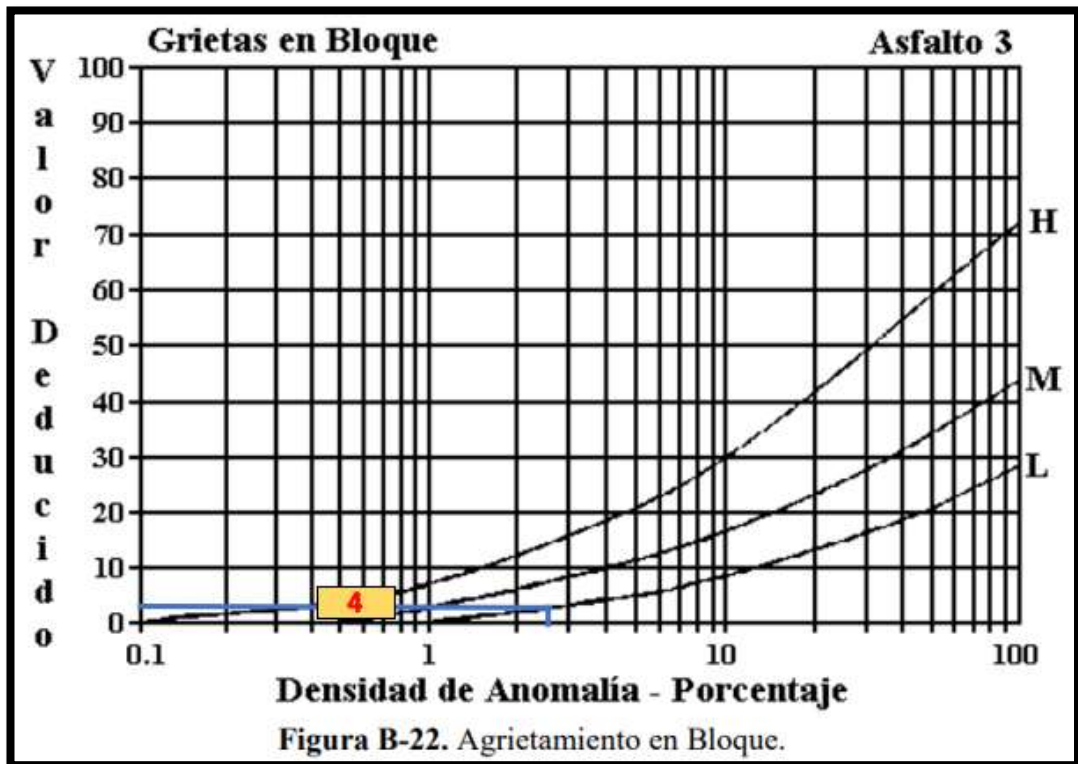
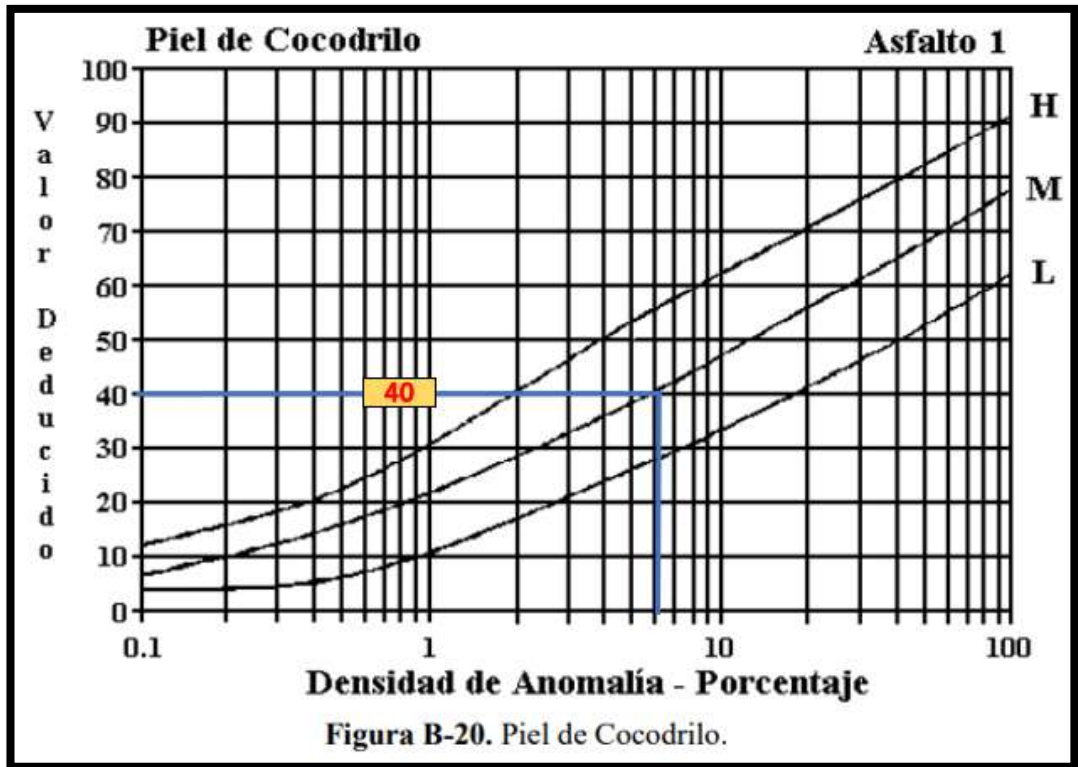


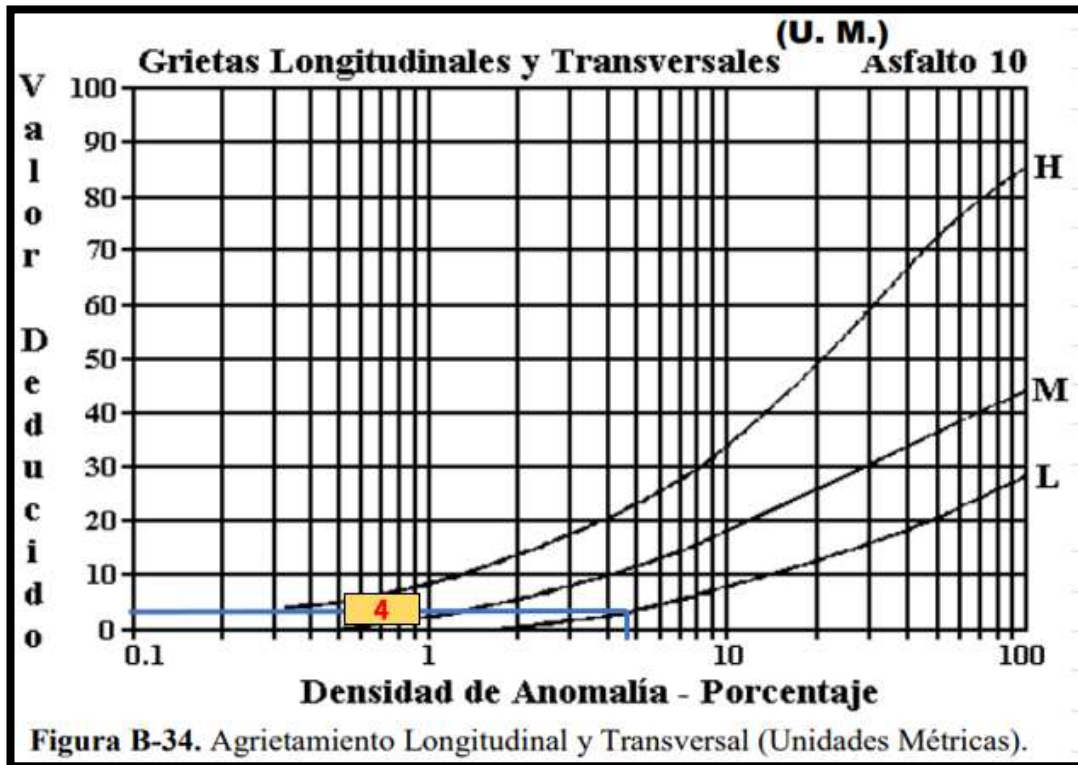
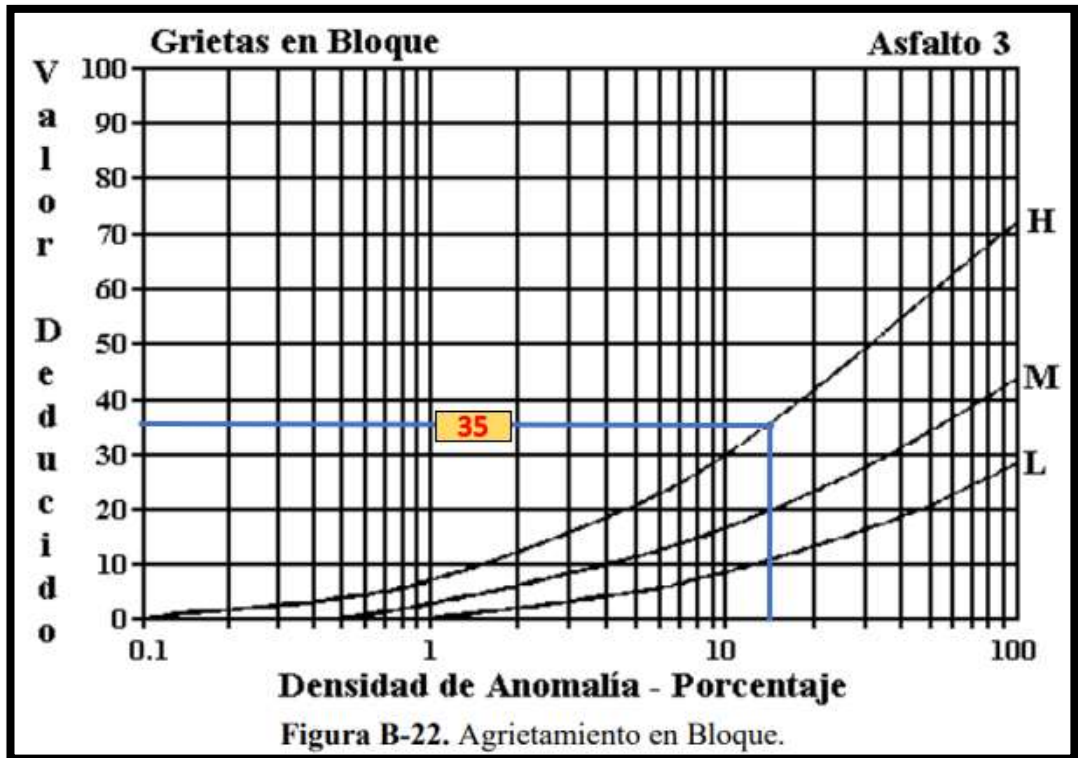


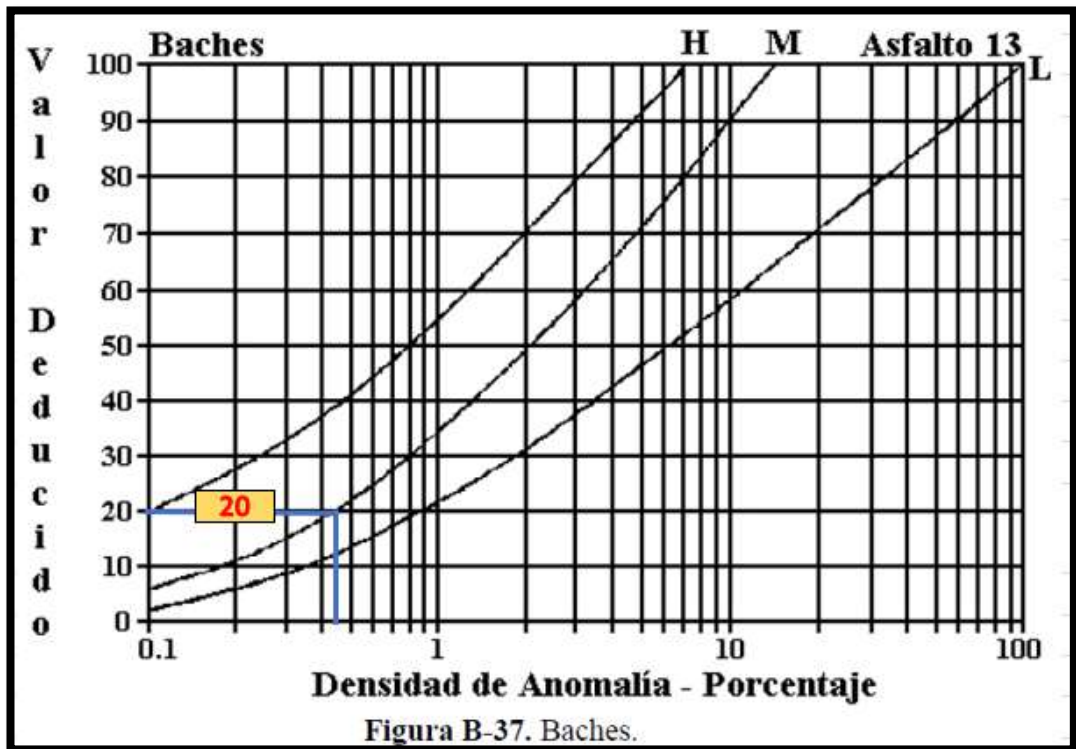
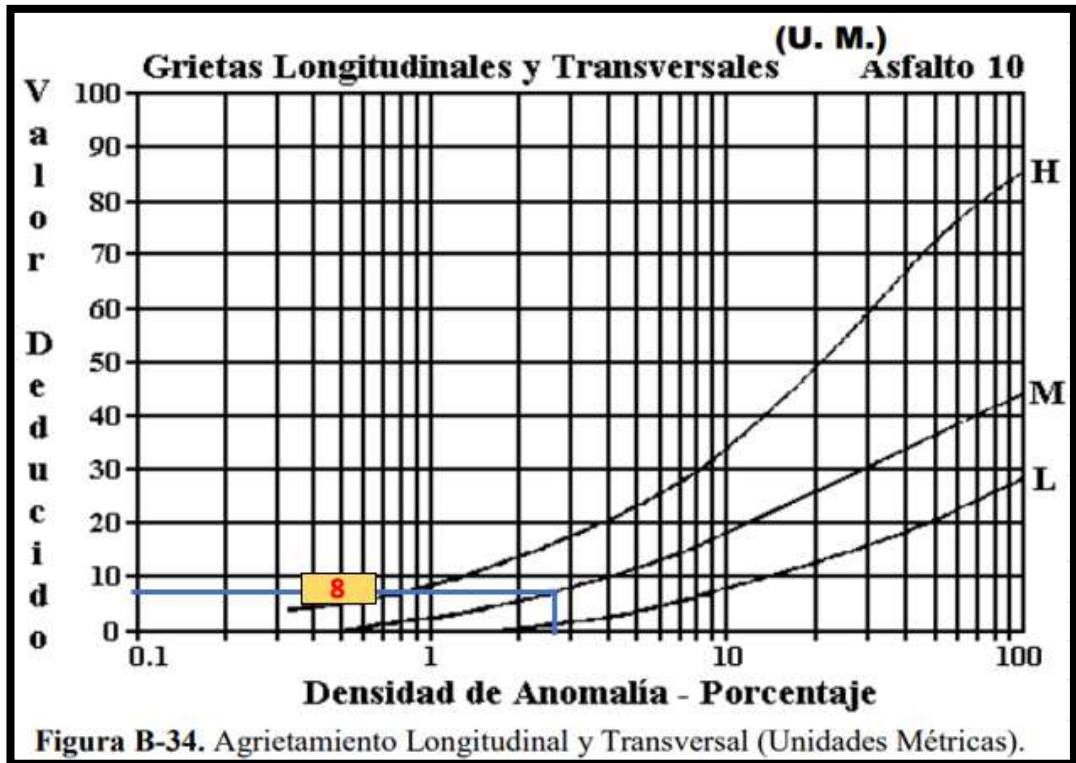
## ANEXO B-6: Unidad de muestreo número 6

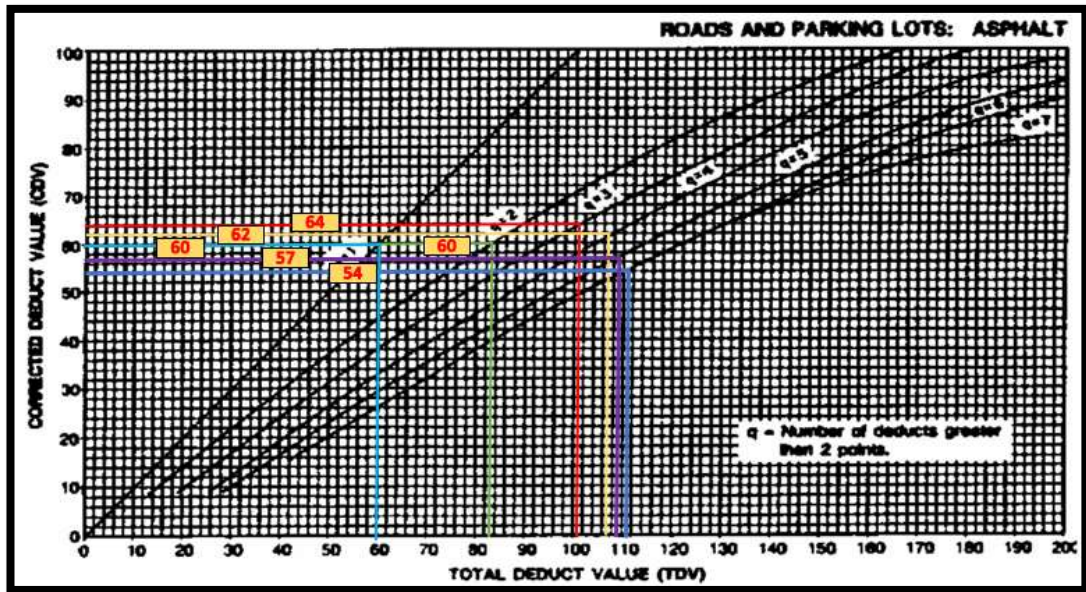
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN						
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	1+458	Unidad de muestreo:	6			
Sección:	55	Abscisa final:	1+485	Área muestreo (m2):	229,5			
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8,5			
No.	DAÑO	ESQUEMA:						
1	Piel de cocodrilo	m2						
2	Exudación	m2						
3	Agrietamiento en bloque	m2						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m2						
6	Depresión	m2						
7	Grieta de borde	m						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel carril / berma	m						
10	Grietas long. y trasnv.	m						
11	Parqueo	m2						
12	Pulimiento de agregados	m2						
13	Baches / huecos	cant.						
14	Cruce de vía férrea	m2						
15	Ahuellamiento	m2						
16	Desplazamiento	m2						
17	Grieta parabólica	m2						
18	Hinchamiento	m2						
19	Intemperismo	m2						

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
1	M	5,76	2,8	5,28								13,84	6,03%	40
3	L	6,02										6,02	2,62%	4
3	H	34,65										34,65	15,10%	35
10	L	1,7	1,1	1,5	3,2	1,3	2					10,8	4,71%	4
10	M	2,4	1,85	2,1								6,35	2,77%	8
13	M		1									1	0,44%	20
												<b>Valor Deducido Total:</b>		111
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												6		
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDVI):</b>												40		
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												6,51		
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	40	35	20	8	4	4					111	6	54	
2	40	35	20	8	4	2					109	5	57	
3	40	35	20	8	2	2					107	4	62	
4	40	35	20	2	2	2					101	3	64	
5	40	35	2	2	2	2					83	2	60	
6	40	2	2	2	2	2					50	1	60	
												<b>Máx CDV:</b>		64
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 64 <b>PCI= 36 MALO</b>														





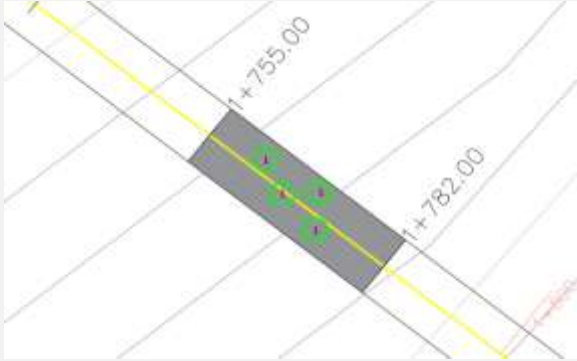




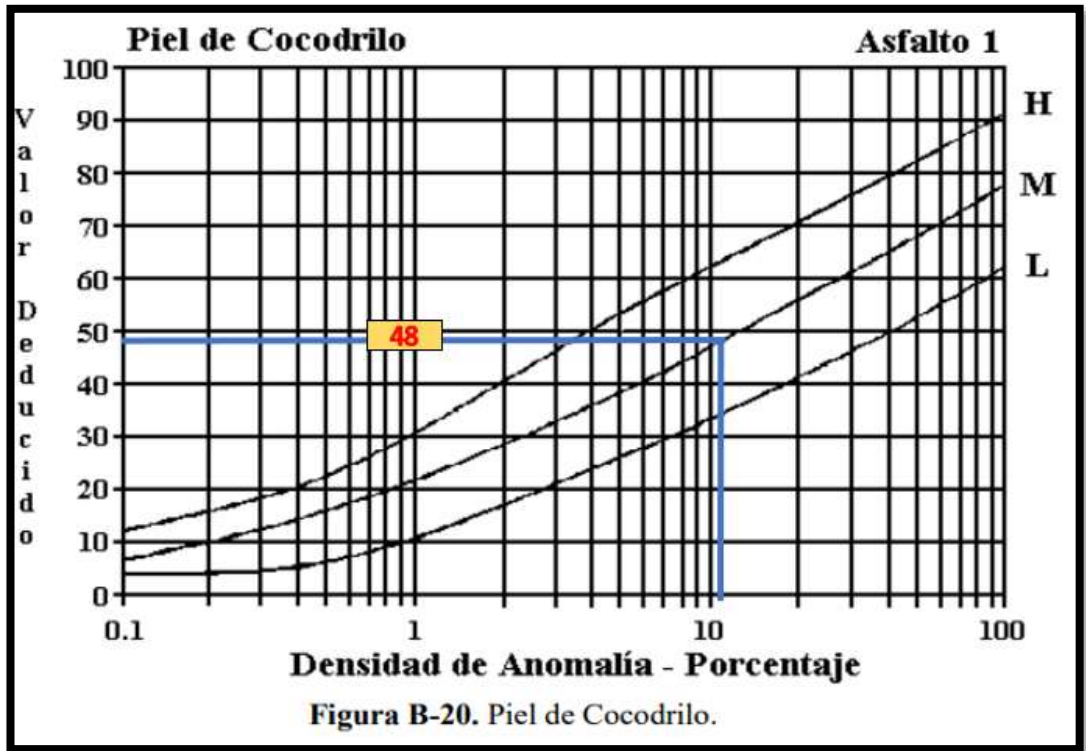
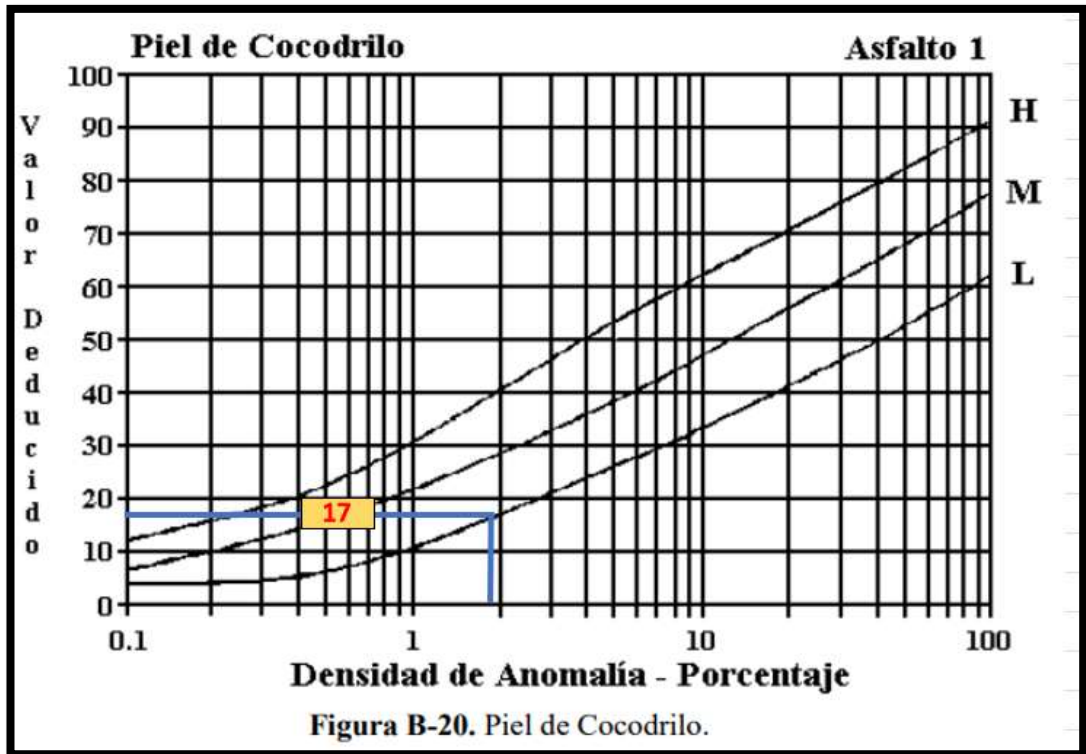


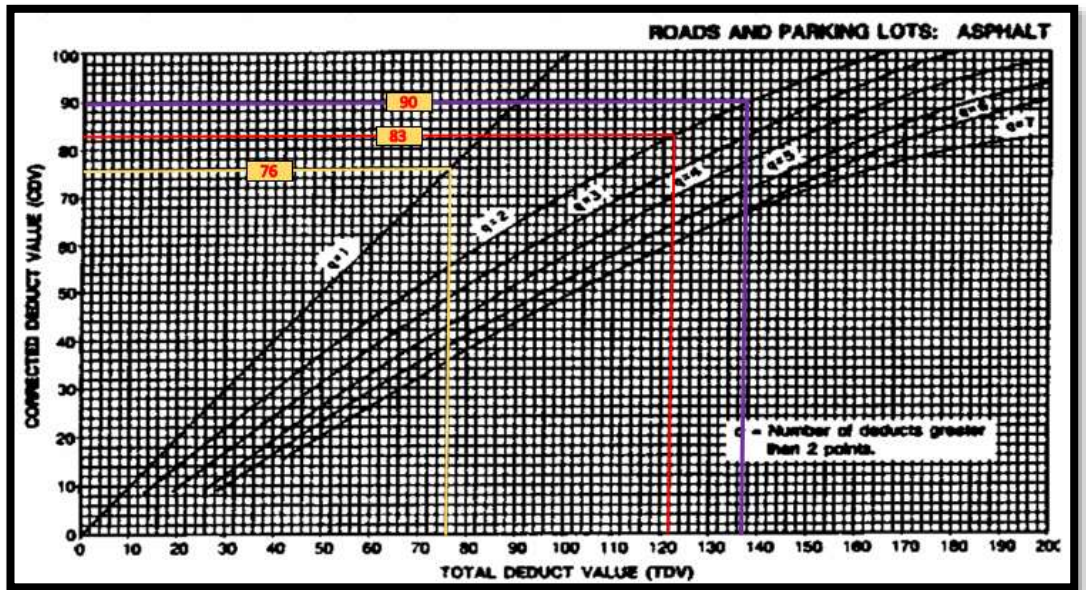
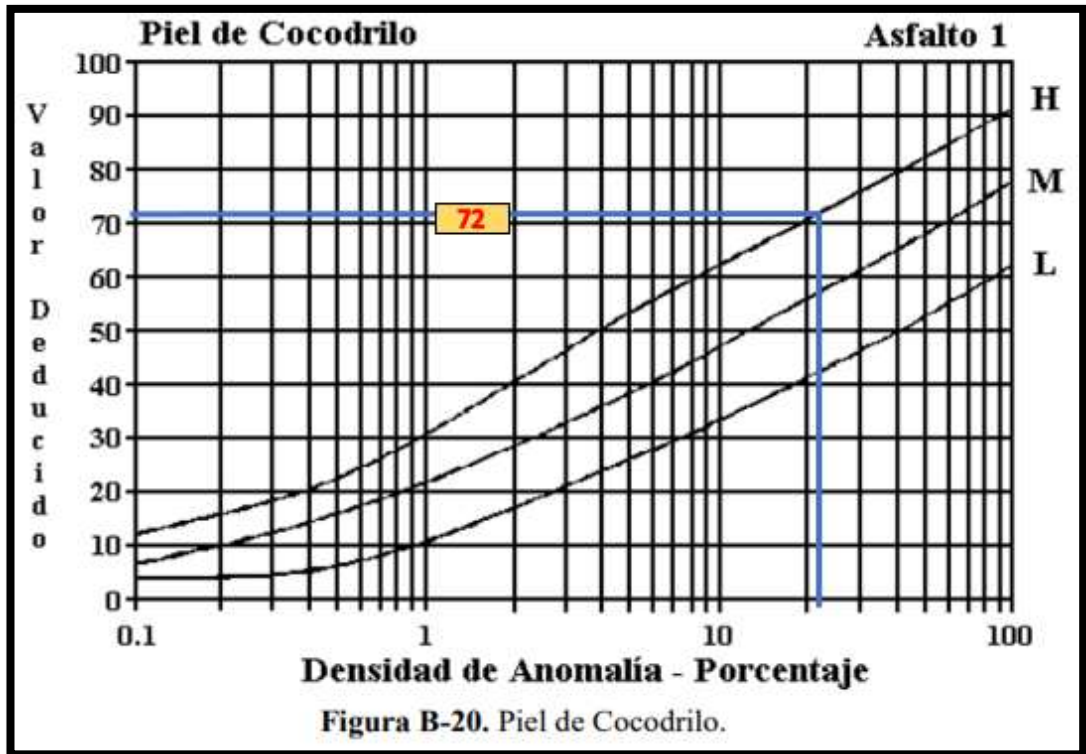


## ANEXO B-7: Unidad de muestreo número 7



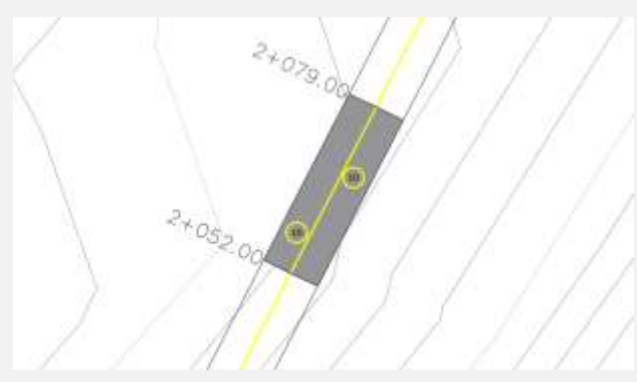
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN			
<b>Tramo:</b>	Vía Pelileo - Quero	<b>Abscisa inicial:</b>	1+755	<b>Unidad de muestreo:</b>	7
<b>Sección:</b>	66	<b>Abscisa final:</b>	1+782	<b>Área muestreo (m2):</b>	229.5
<b>Inspeccionado por:</b>	Jonathan Toaquiza	<b>Fecha:</b>	29/08/2023	<b>Ancho de vía (m):</b>	8.5
No.	DAÑO	ESQUEMA:			
1	Piel de cocodrilo	m2			
2	Exudación	m2			
3	Agrietamiento en bloque	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	m			
5	Corrugación	m2			
6	Depresión	m2			
7	Grieta de borde	m			
8	Grieta de reflexión de junta	m			
9	Desnivel carril / berma	m			
10	Grietas long. y trasv.	m			
11	Parqueo	m2			
12	Pulimiento de agregados	m2			
13	Baches / huecos	cant.			
14	Cruce de vía férrea	m2			
15	Ahuellamiento	m2			
16	Desplazamiento	m2			
17	Grieta parabólica	m2			
18	Hinchamiento	m2			
19	Intemperismo	m2			

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
1	L	4.4										4.4	1.92%	17
1	M	11.48	13.2									24.71	10.77%	48
1	H	50.73										50.73	22.10%	72
												<b>Valor Deducido Total:</b>		137
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												3		
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDVI):</b>												72		
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												3.57		
CÁLCULO DEL PCI														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	72	48	17								137	3	90	
2	72	48	2								122	2	83	
3	72	2	2								76	1	76	
												<b>Máx CDV:</b>		90
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 90 <b>PCI= 10 FALLADO</b>														

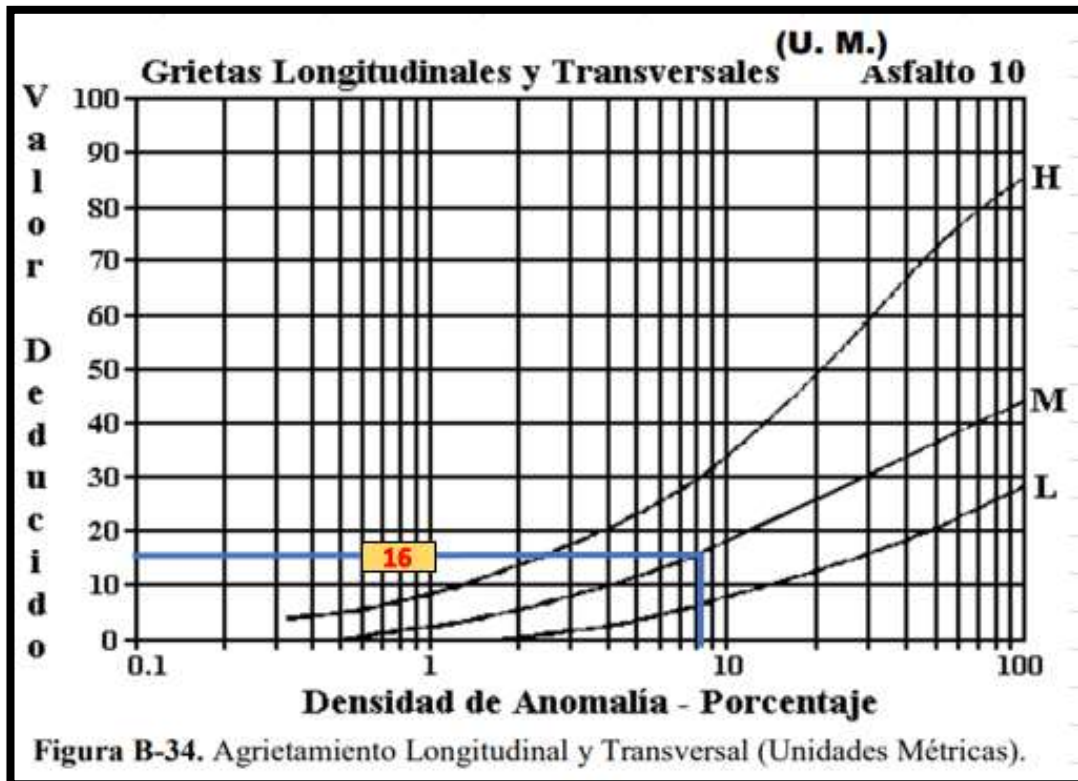
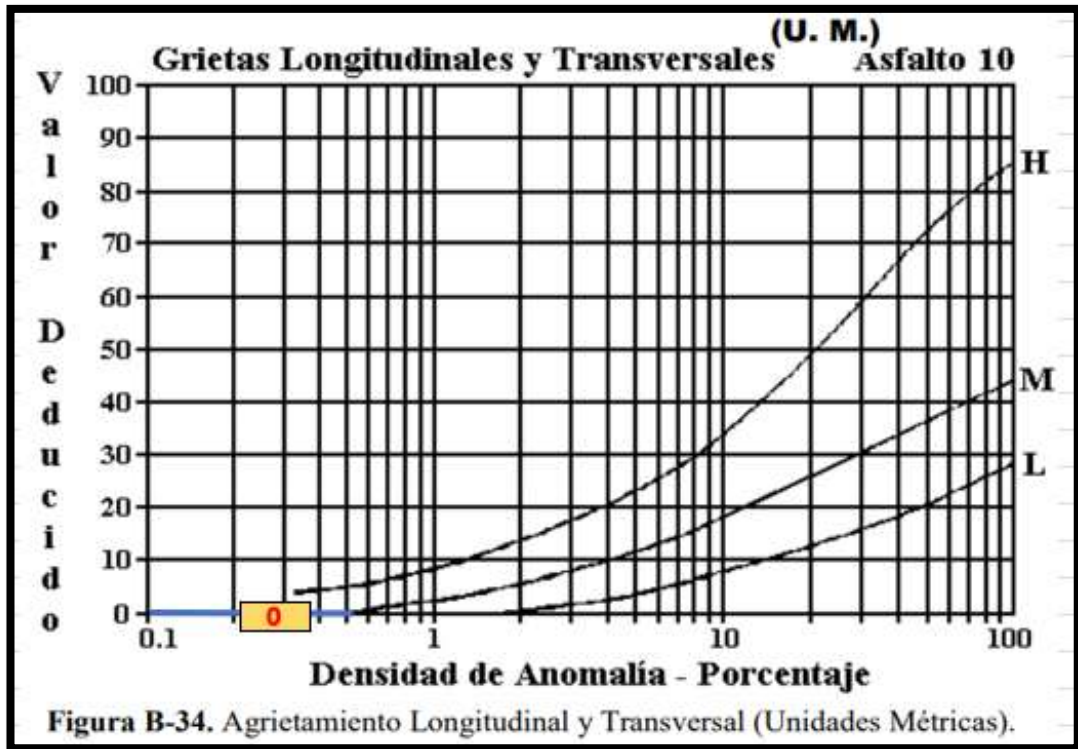


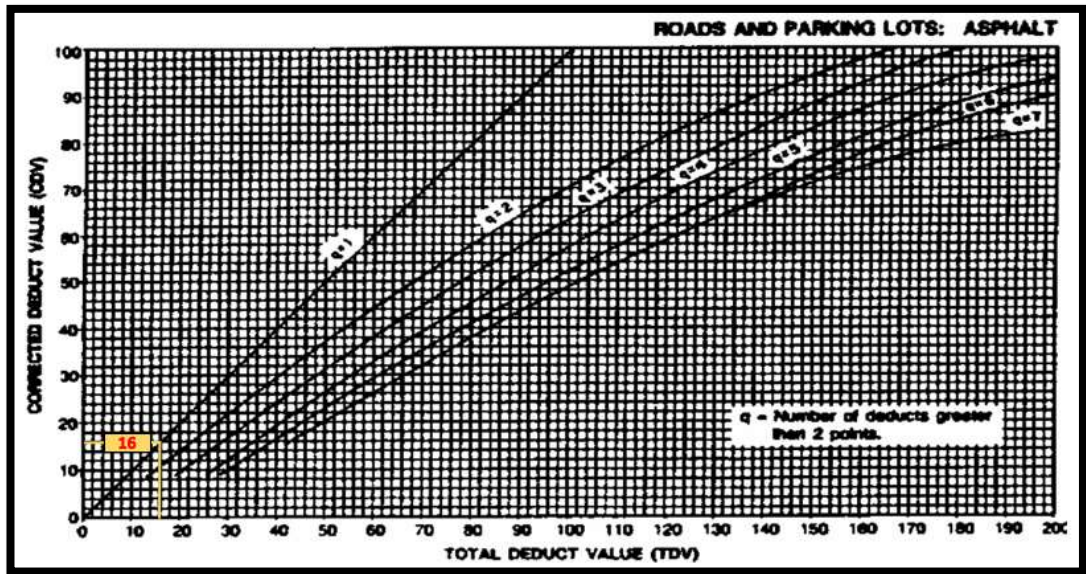


## ANEXO B-8: Unidad de muestreo número 8



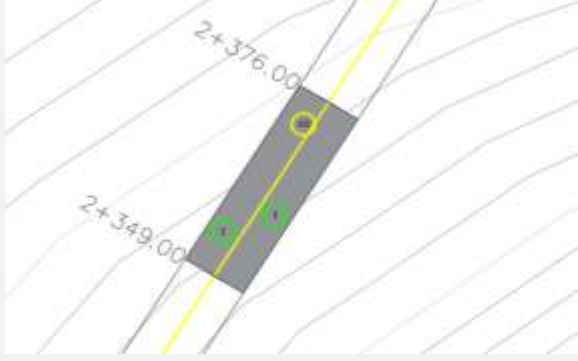
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN								
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	2+052	Unidad de muestreo:	8			
Sección:	77	Abscisa final:	2+079	Área muestreo (m2):	229.5			
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5			
No.	DAÑO	ESQUEMA:						
1	Piel de cocodrilo	m2						
2	Exudación	m2						
3	Agrietamiento en bloque	m2						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m2						
6	Depresión	m2						
7	Grieta de borde	m						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel carril / berma	m						
10	Grietas long. y trasnv.	m						
11	Parqueo	m2						
12	Pulimiento de agregados	m2						
13	Baches / huecos	cant.						
14	Cruce de vía férrea	m2						
15	Ahuellamiento	m2						
16	Desplazamiento	m2						
17	Grieta parabólica	m2						
18	Hinchamiento	m2						
19	Intemperismo	m2						

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)		
10	L	1.2										1.2	0.52%		
10	M	18.8										18.8	8.19%	16	
												<b>Valor Deducido Total:</b>		16	
Número de Valores Deducidos > 2(q):												1			
Mayor Valor Deducido Individual (HDVI):												16			
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"												8.71			
CÁLCULO DEL PCI															
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV		
1	16										16	1	16		
												<b>Máx CDV:</b>		16	
PCI= 100 - Máx CDV															
PCI= 100 - 16															
PCI= <b>84</b> <i>MUY BUENO</i>															

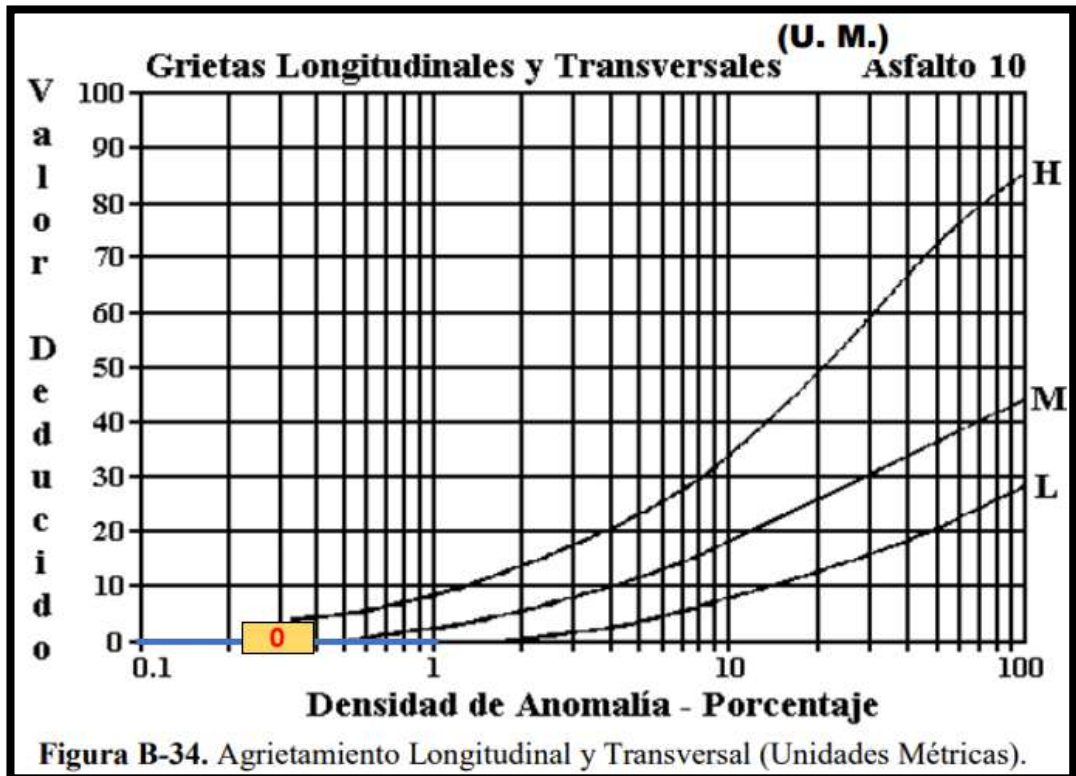
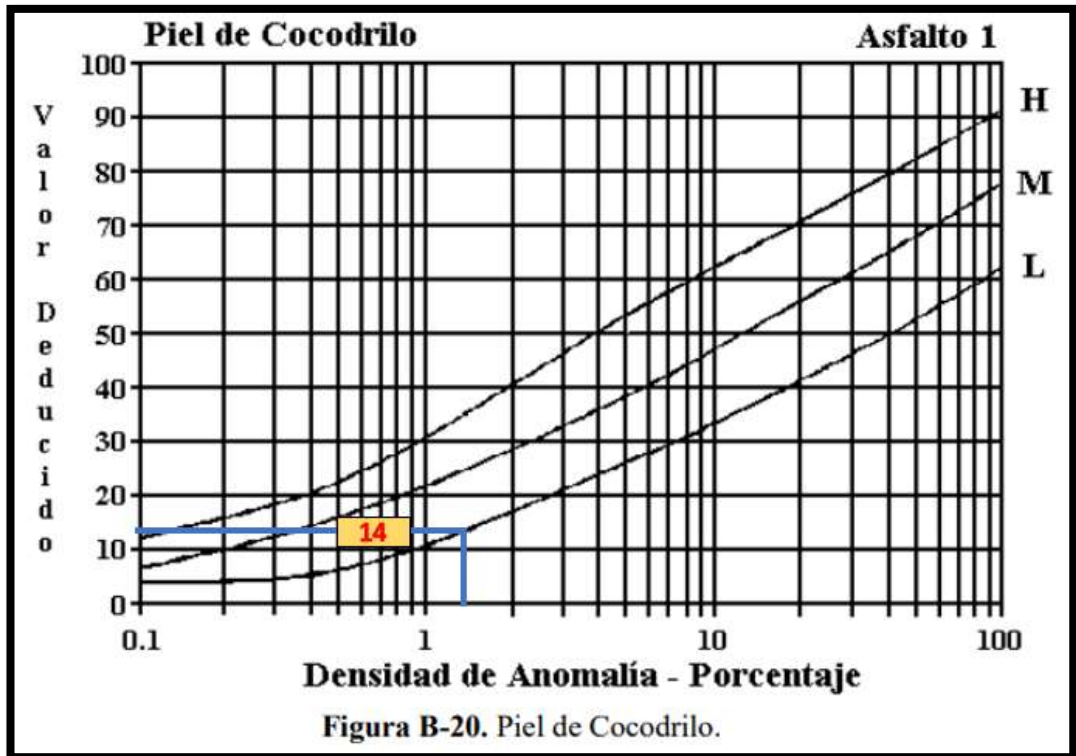




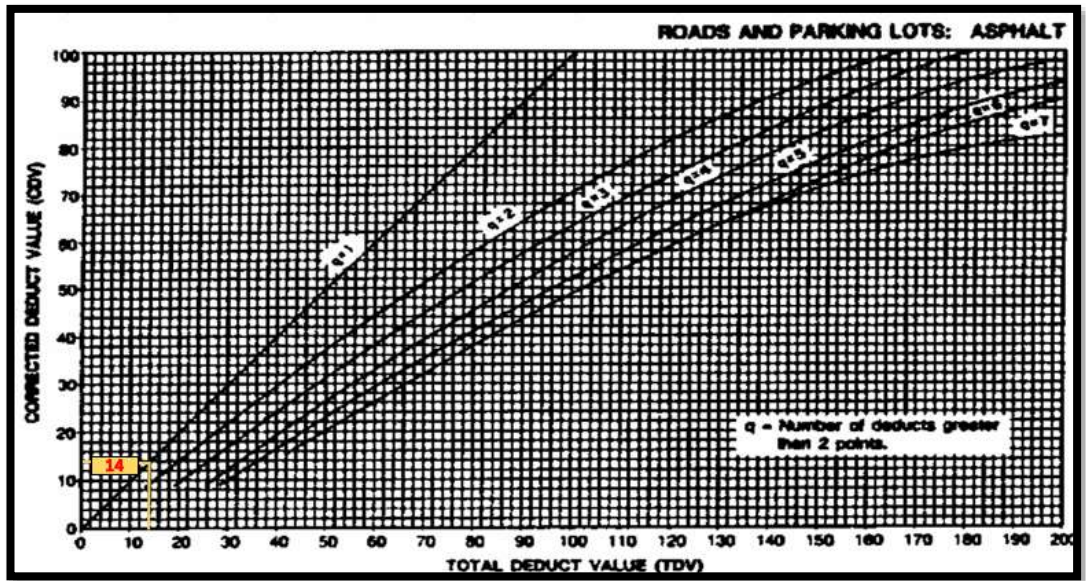
## ANEXO B-9: Unidad de muestreo número 9

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN					
<b>Tramo:</b>	Vía Pelileo - Quero	<b>Abscisa inicial:</b>	2+349	<b>Unidad de muestreo:</b>	9		
<b>Sección:</b>	88	<b>Abscisa final:</b>	2+376	<b>Área muestreo (m2):</b>	229.5		
<b>Inspeccionado por:</b>	Jonathan Toaquiza	<b>Fecha:</b>	29/08/2023	<b>Ancho de vía (m):</b>	8.5		
No.	DAÑO	ESQUEMA:					
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de borde	m					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel carril / berma	m					
10	Grietas long. y trasnv.	m					
11	Parqueo	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Baches / huecos	cant.					
14	Cruce de vía férrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grieta parabólica	m2					
18	Hinchamiento	m2					
19	Intemperismo	m2					



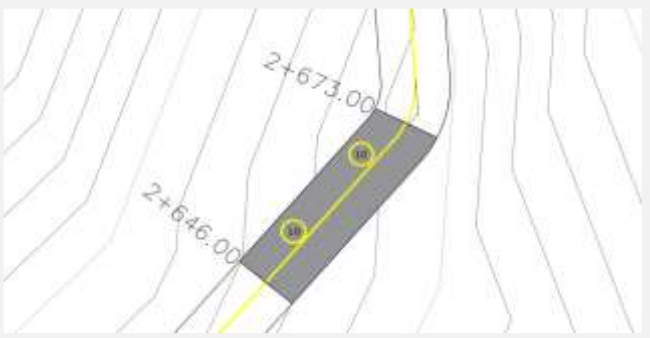
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)		
1	L	2.1	1.18										3.28	1.43%	14
10	L	2.695											2.695	1.17%	
												<b>Valor Deducido Total:</b>		14	
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												1	$m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i)$		
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDV<sub>i</sub>):</b>												14			
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												8.90			
CÁLCULO DEL PCI															
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV		
1	14										14	1	14		
												<b>Máx CDV:</b>	14		
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 14 <b>PCI= 86 EXCELENTE</b>															



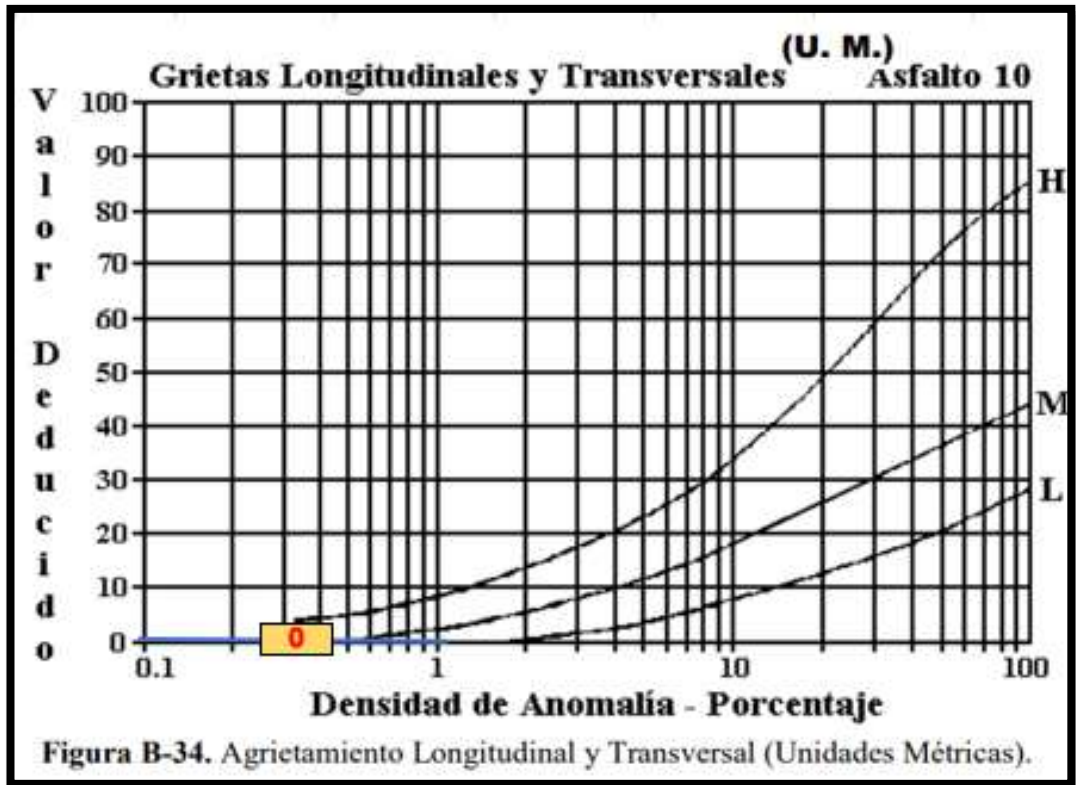






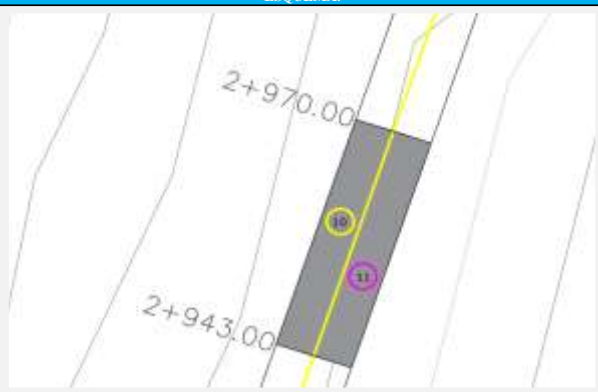
## ANEXO B-10: Unidad de muestreo número 10

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN					
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	2+646	Unidad de muestreo:	10		
Sección:	99	Abscisa final:	2+673	Área muestreo (m2):	229.5		
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5		
No.	DAÑO	ESQUEMA:					
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de borde	m					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel carril / berma	m					
10	Grietas long. y trasnv.	m					
11	Parqueo	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Baches / huecos	cant.					
14	Cruce de vía férrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grieta parabólica	m2					
18	Hinchamiento	m2					
19	Intemperismo	m2					

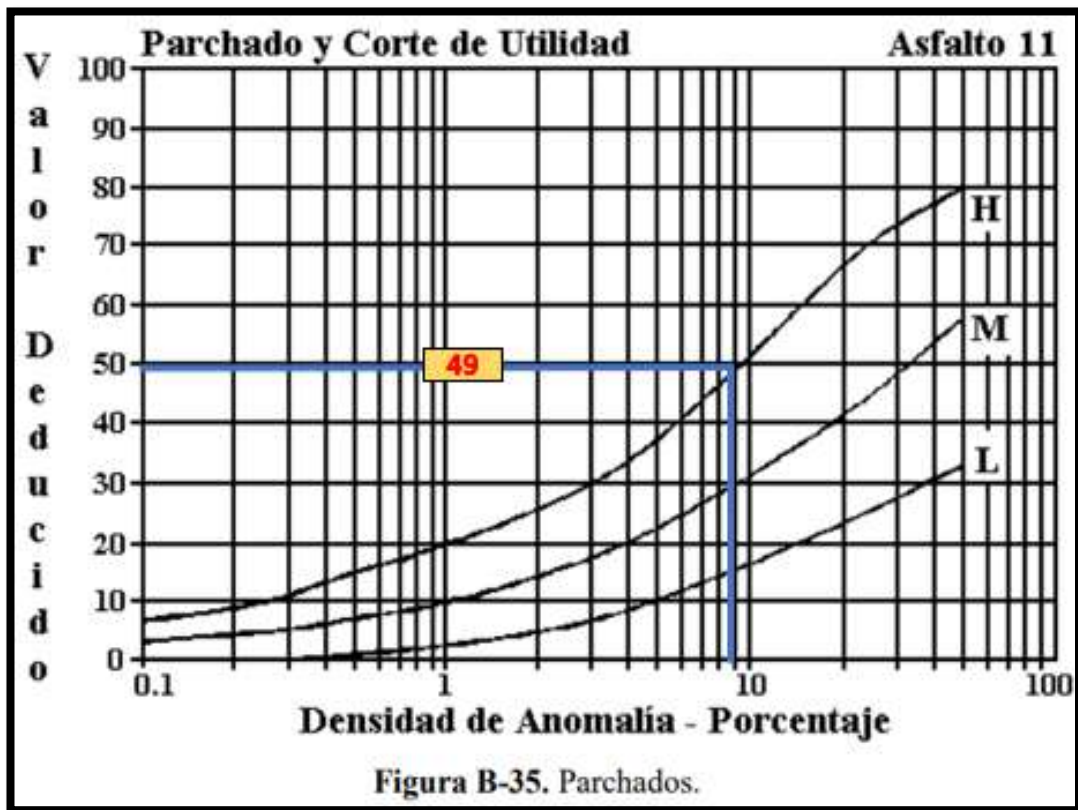
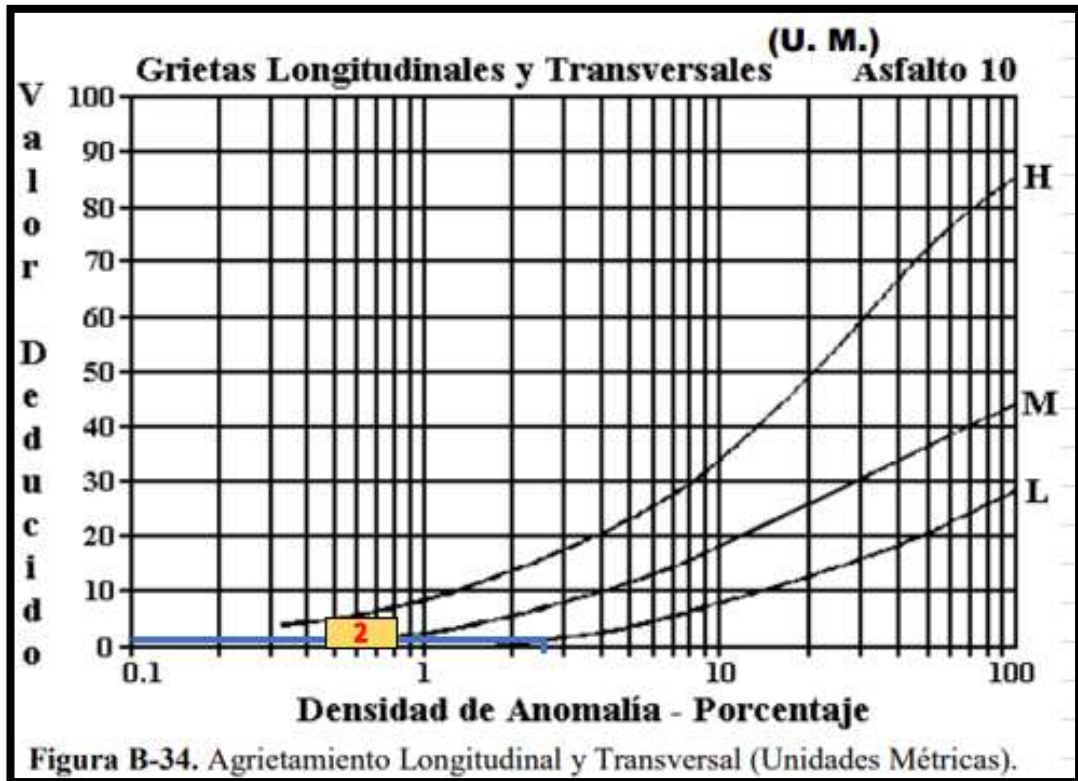
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)
10	L	1.9	1									2.9	1.26%
												<b>Valor Deducido Total:</b>	
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>													
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDV):</b>												$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>		10.18											
CÁLCULO DEL PCI													
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
												<b>Máx CDV:</b>	
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 -													
<b>PCI= 100 EXCELENTE</b>													

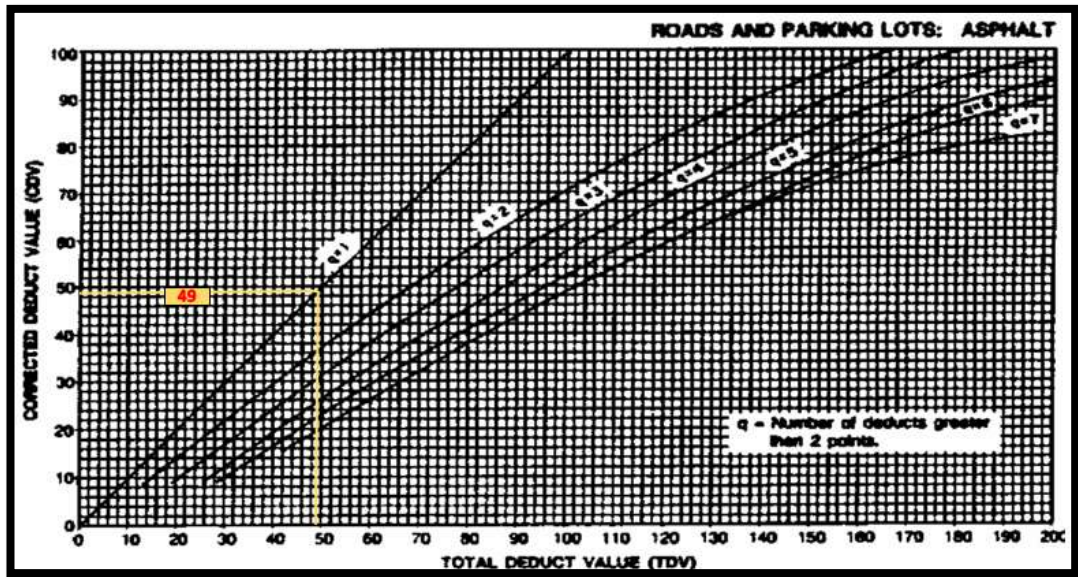


## ANEXO B11: Unidad de muestreo número 11




		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN			
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	2+943	Unidad de muestreo:	11
Sección:	110	Abscisa final:	2+970	Área muestreo (m2):	229.5
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5
No.	DAÑO	ESQUEMA:			
1	Piel de cocodrilo	m2			
2	Exudación	m2			
3	Agrietamiento en bloque	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	m			
5	Corrugación	m2			
6	Depresión	m2			
7	Grieta de borde	m			
8	Grieta de reflexión de junta	m			
9	Desnivel carril / berma	m			
10	Grietas long. y trasrv.	m			
11	Parqueo	m2			
12	Pulimiento de agregados	m2			
13	Baches / huecos	cant.			
14	Cruce de vía férrea	m2			
15	Ahuellamiento	m2			
16	Desplazamiento	m2			
17	Grieta parabólica	m2			
18	Hinchamiento	m2			
19	Intemperismo	m2			

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
10	L	6										6	2.61%	2
11	H	20.52										20.52	8.94%	49
												<b>Valor Deducido Total:</b>		51
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												1		
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDV):</b>												49		
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												5.68		
CÁLCULO DEL PCI														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	49										49	1	49	
												<b>Máx CDV:</b>		49
PCI= 100 - Máx CDV														
PCI= 100 - 49														
PCI= <b>51</b> <span style="color: red;"><b>REGULAR</b></span>														





## ANEXO B-12: Unidad de muestreo número 12

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN			
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	3+240	Unidad de muestreo:	12
Sección:	121	Abscisa final:	3+267	Área muestreo (m2):	229.5
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5
No.	DAÑO	ESQUEMA:			
1	Piel de cocodrilo	m2			
2	Exudación	m2			
3	Agrietamiento en bloque	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	m			
5	Corrugación	m2			
6	Depresión	m2			
7	Grieta de borde	m			
8	Grieta de reflexión de junta	m			
9	Desnivel carril / berma	m			
10	Grietas long. y trasnv.	m			
11	Parqueo	m2			
12	Pulimiento de agregados	m2			
13	Baches / huecos	cant.			
14	Cruce de vía férrea	m2			
15	Ahuellamiento	m2			
16	Desplazamiento	m2			
17	Grieta parabólica	m2			
18	Hinchamiento	m2			
19	Intemperismo	m2			

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
1	L	4.7025	1.35	0.3								6.3525	2.77%	20
1	M	6.89	1.98	1.975								10.84	4.72%	38
10	L	2.35	1.2									3.55	1.55%	
13	H	1										1	0.44%	39
												<b>Valor Deducido Total:</b>		97
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												3		
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDV<sub>i</sub>):</b>												39		
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												6.60		
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	39	38	20								97	3	62	
2	39	38	2								79	2	57	
3	39	2	2								43	1	43	
												<b>Máx CDV:</b>		62
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 62 <b>PCI= 38 MALO</b>														

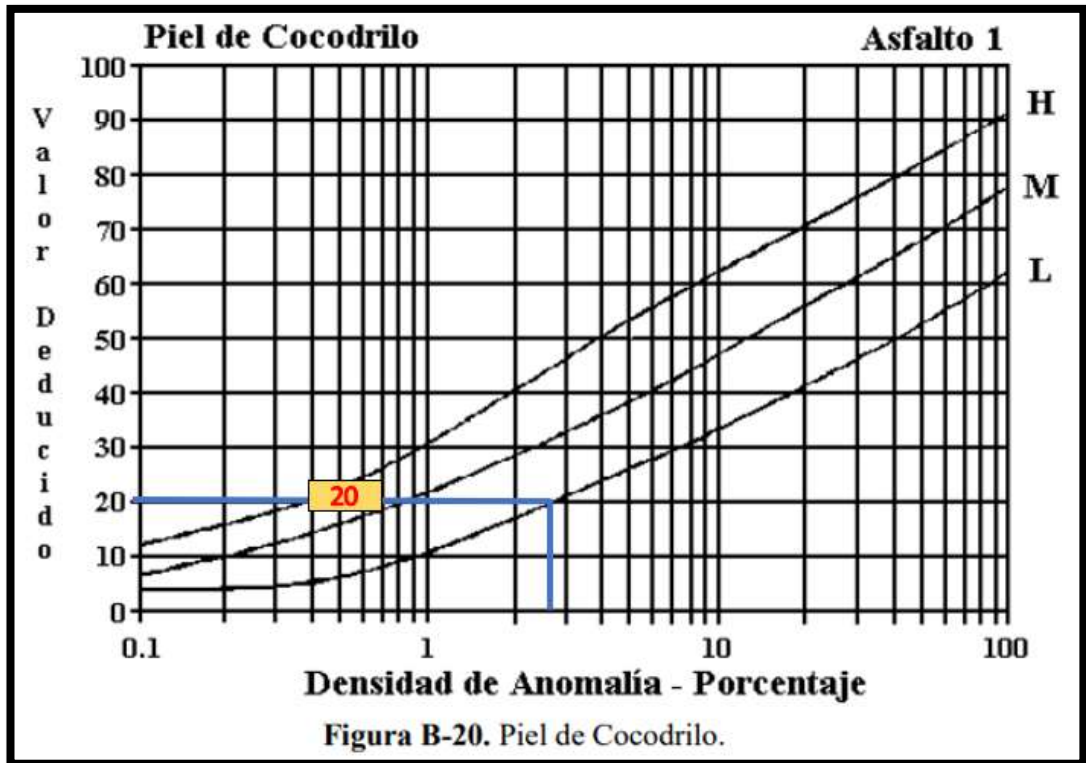


Figura B-20. Piel de Cocodrilo.

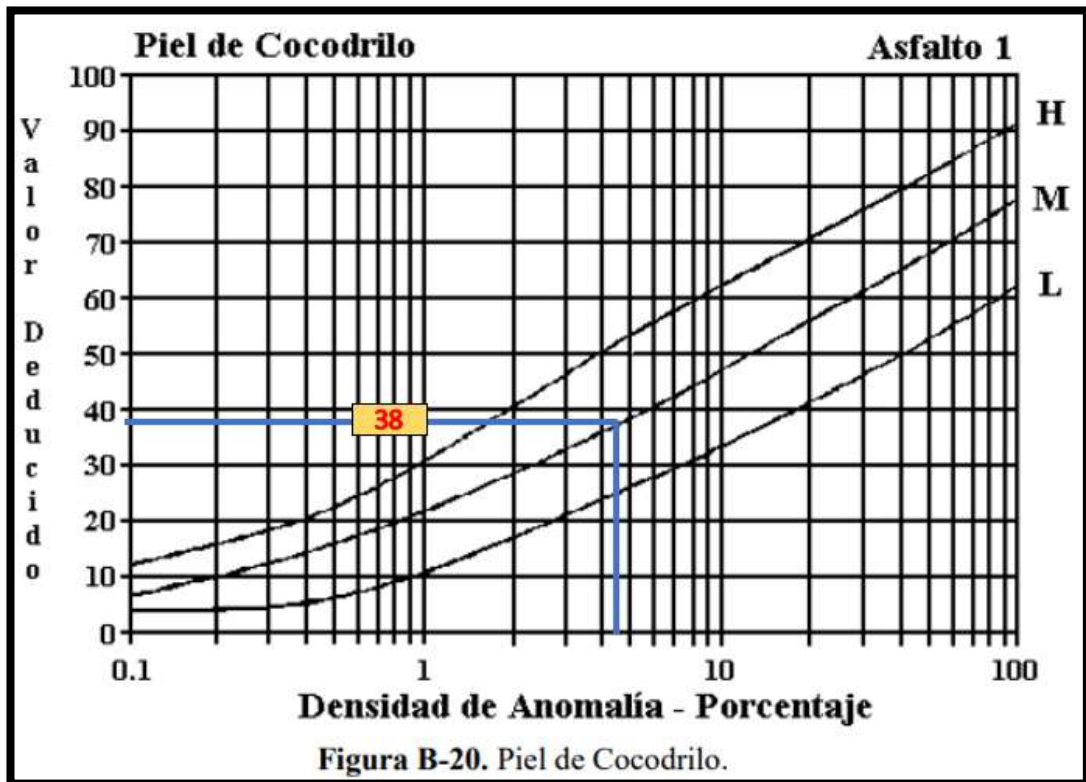


Figura B-20. Piel de Cocodrilo.



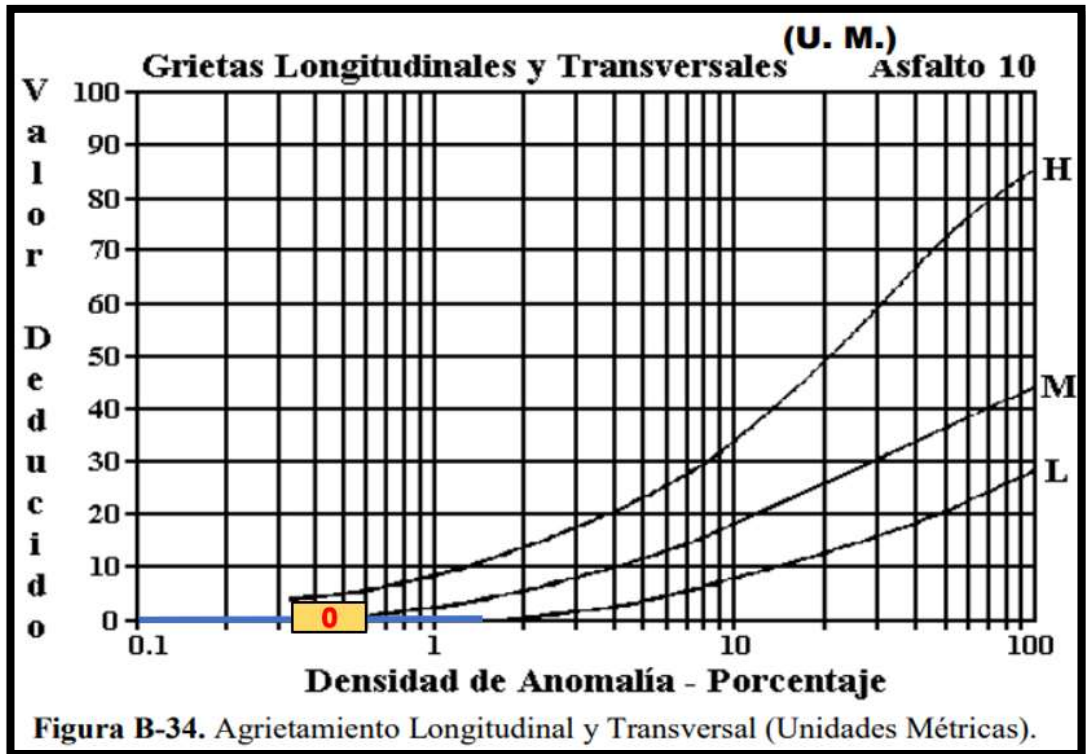


Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).

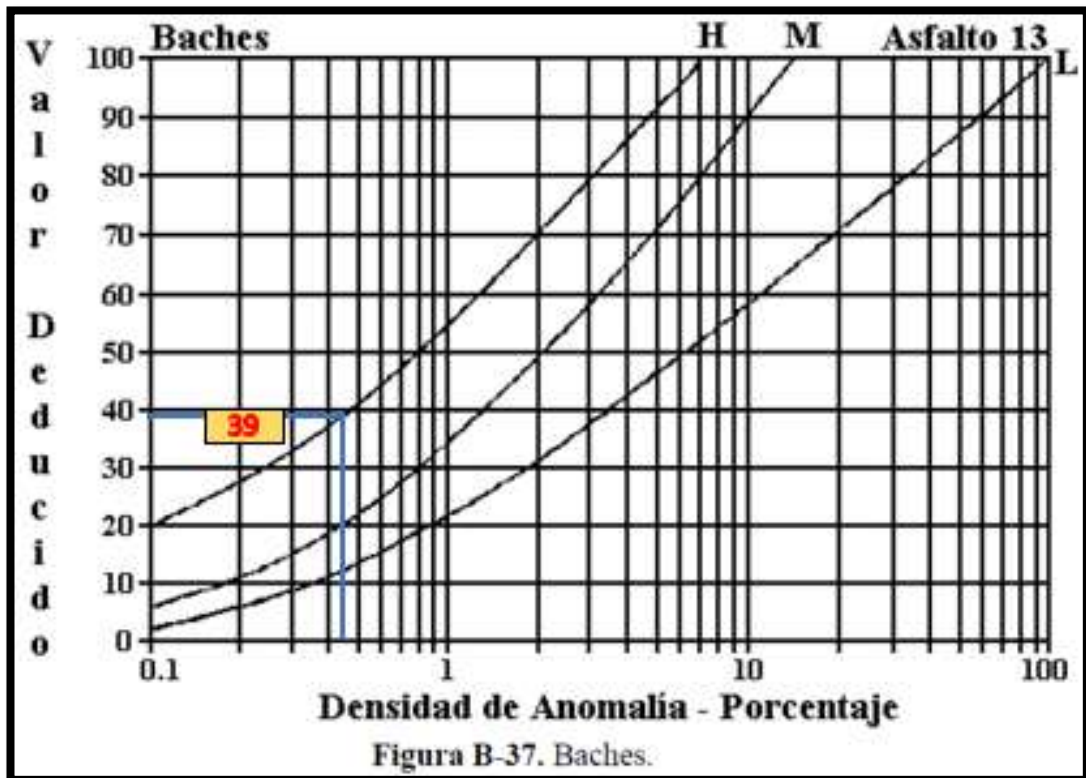
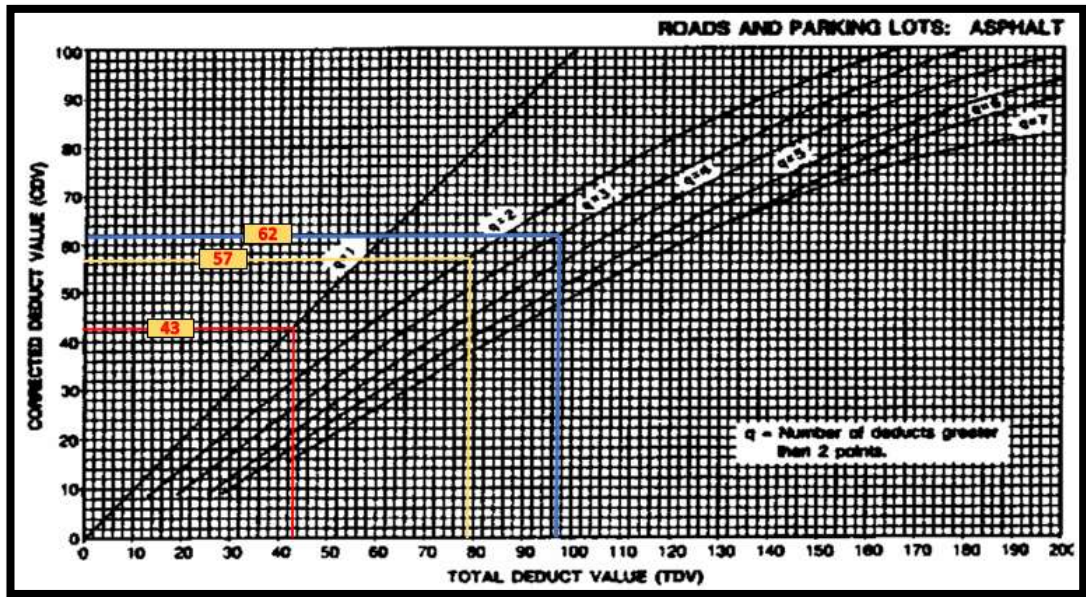


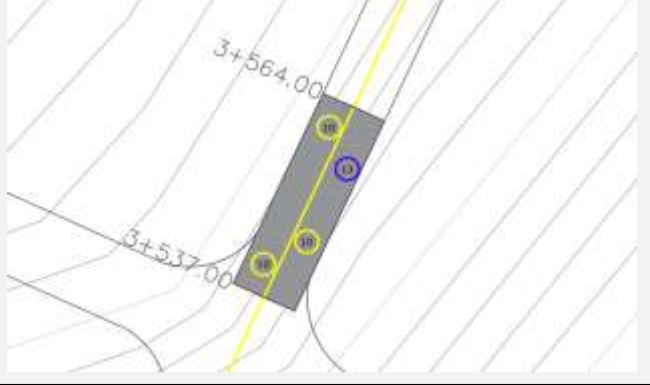


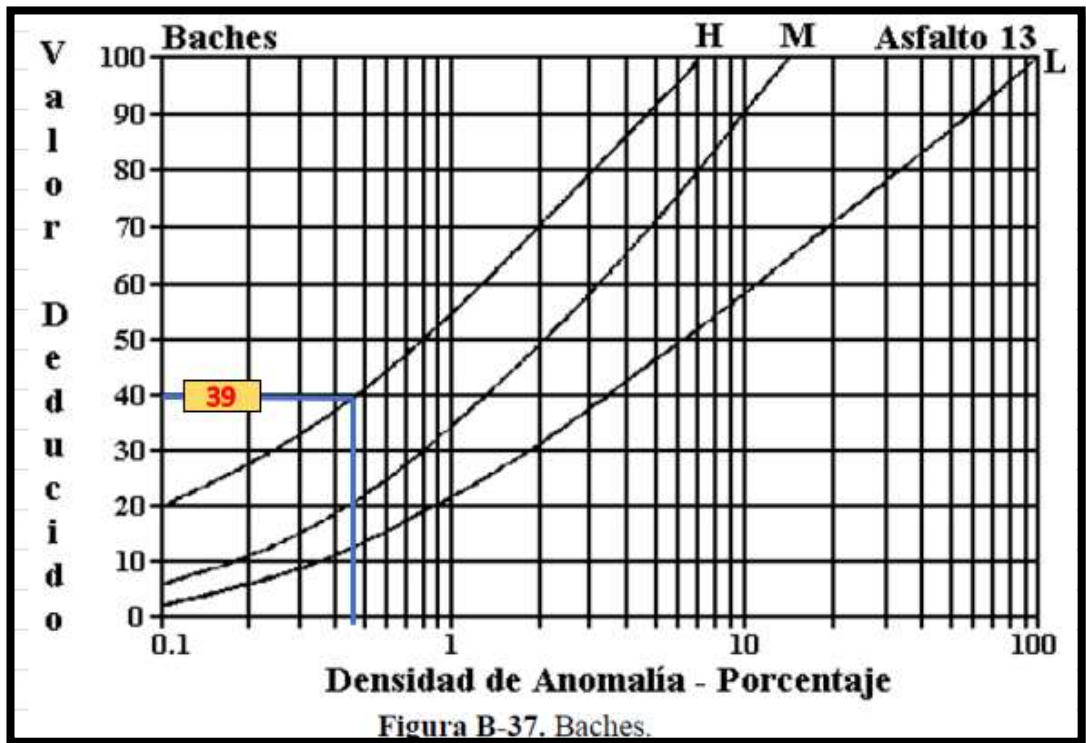
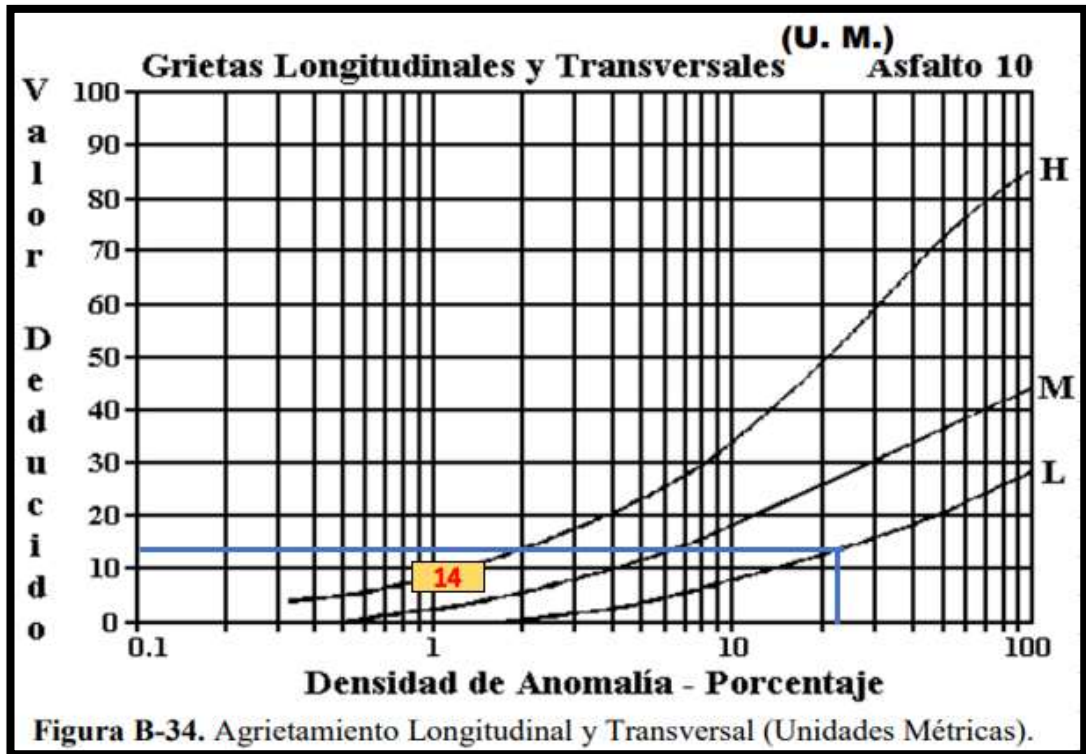
Figura B-37. Baches.

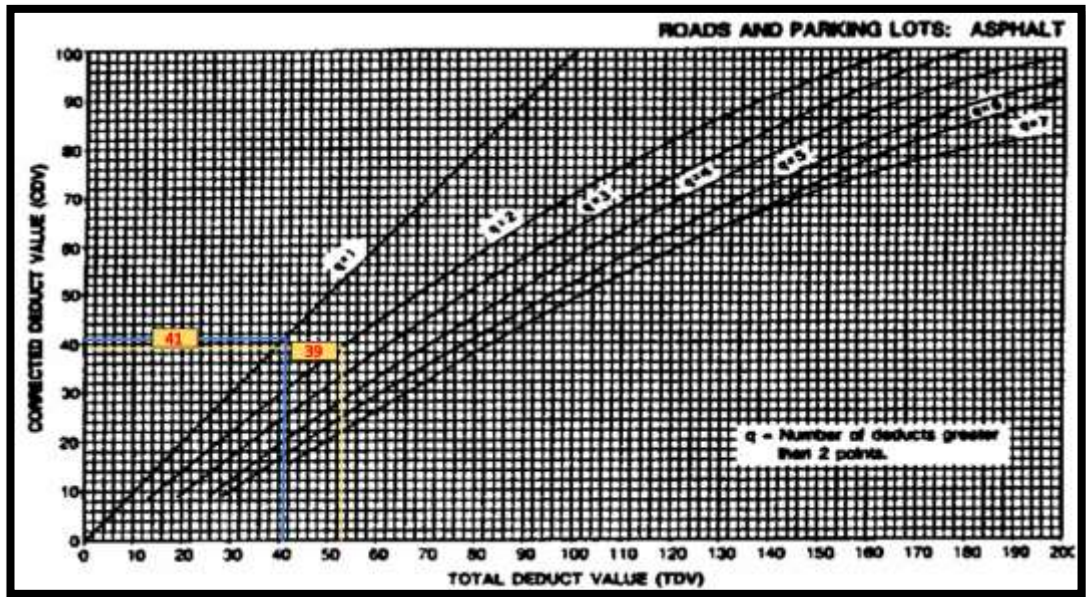


## ANEXO B-13: Unidad de muestreo número 13



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN								
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	3+537	Unidad de muestreo:	13			
Sección:	132	Abscisa final:	3+564	Área muestreo (m2):	229.5			
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5			
No.	DAÑO	ESQUEMA:						
1	Piel de cocodrilo	m2						
2	Exudación	m2						
3	Agrietamiento en bloque	m2						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugación	m2						
6	Depresión	m2						
7	Grieta de borde	m						
8	Grieta de reflexión de junta	m						
9	Desnivel carril / berma	m						
10	Grietas long. y trasnv.	m						
11	Parqueo	m2						
12	Pulimiento de agregados	m2						
13	Baches / huecos	cant.						
14	Cruce de vía férrea	m2						
15	Ahuellamiento	m2						
16	Desplazamiento	m2						
17	Grieta parabólica	m2						
18	Hinchamiento	m2						
19	Intemperismo	m2						

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
10	L	8.4	14.2	1.16								23.76	10.35%	14
13	H	1										1	0.44%	39
												<b>Valor Deducido Total:</b>		53
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												2	$m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i)$	
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDVI):</b>												39		
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												6.60		
CÁLCULO DEL PCI														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	39	14									53	2	39	
2	39	2									41	1	41	
												<b>Máx CDV:</b>		41
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 41 <b>PCI= 59 BUENO</b>														

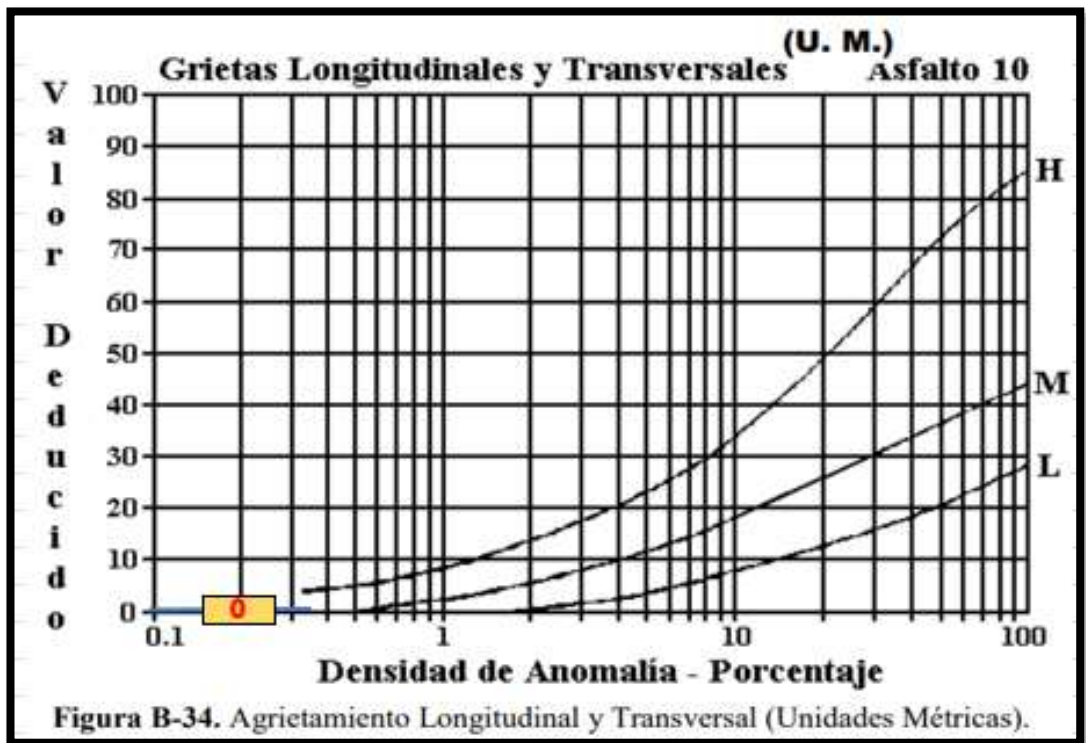
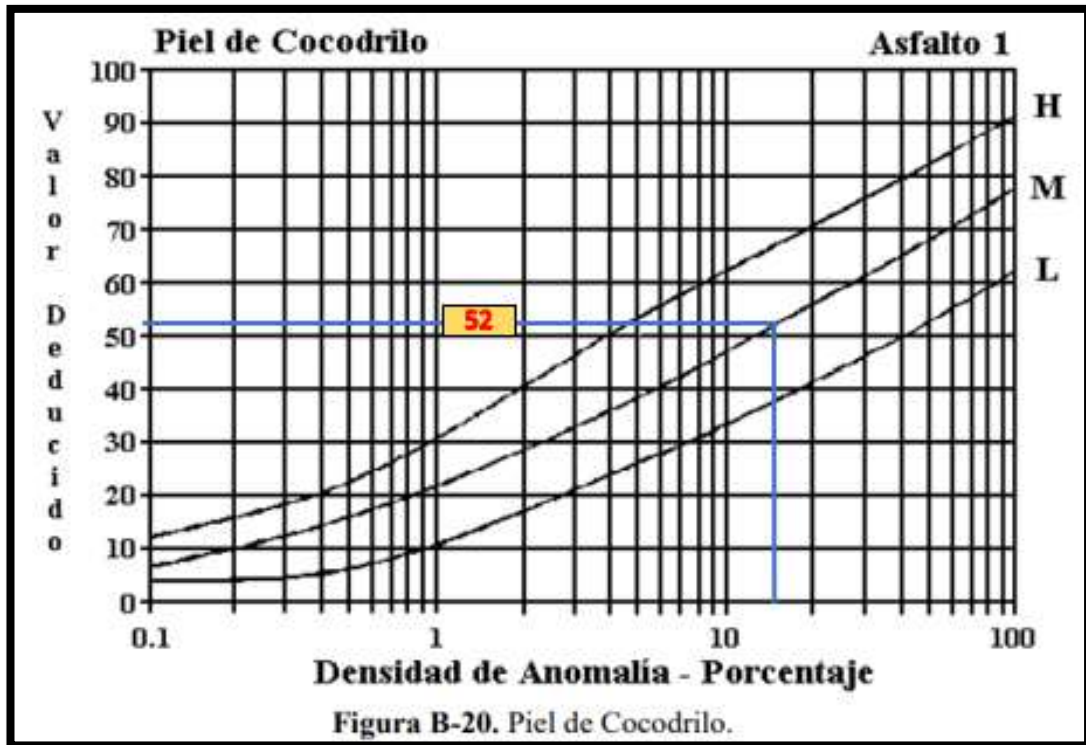


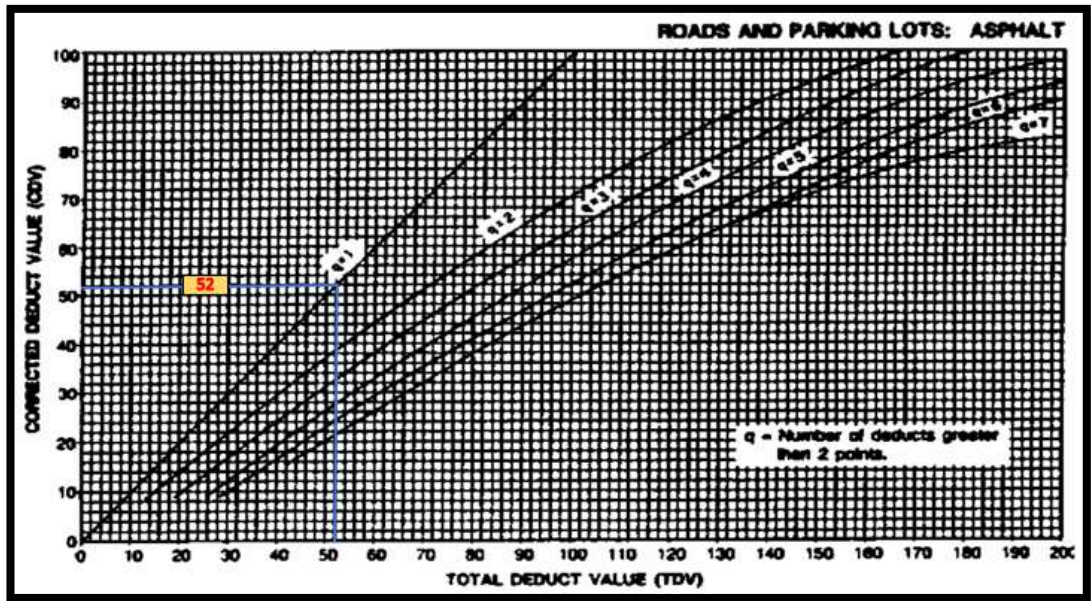


## ANEXO B-14: Unidad de muestreo número 14

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN					
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	3+834	Unidad de muestreo:	14		
Sección:	143	Abscisa final:	3+861	Área muestreo (m2):	229.5		
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5		
No.	DAÑO	ESQUEMA:					
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de borde	m					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel carril / berma	m					
10	Grietas long. y trasnv.	m					
11	Parqueo	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Baches / huecos	cant.					
14	Cruce de vía férrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grieta parabólica	m2					
18	Hinchamiento	m2					
19	Intemperismo	m2					



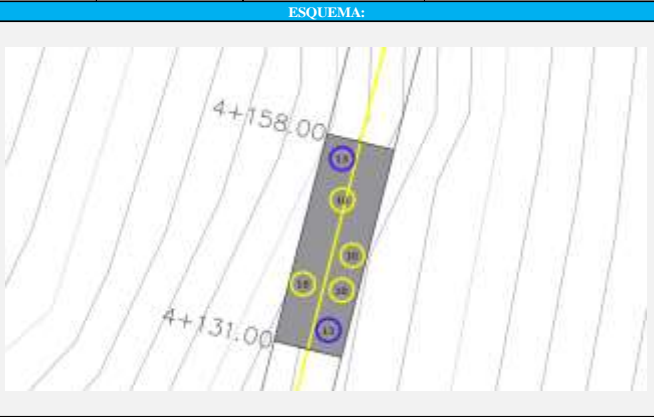
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
1	M	5.5	18.2	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	35.18	15.33%	52
10	L	0.8										0.8	0.35%	
												<b>Valor Deducido Total:</b>		52
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												1		
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDV):</b>												52		
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												5.41		
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	52										52	1	52	
												<b>Máx CDV:</b>		52
PCI= 100 - Máx CDV														
PCI= 100 - 52														
PCI= <b>48</b> <span style="color: red;"><b>REGULAR</b></span>														



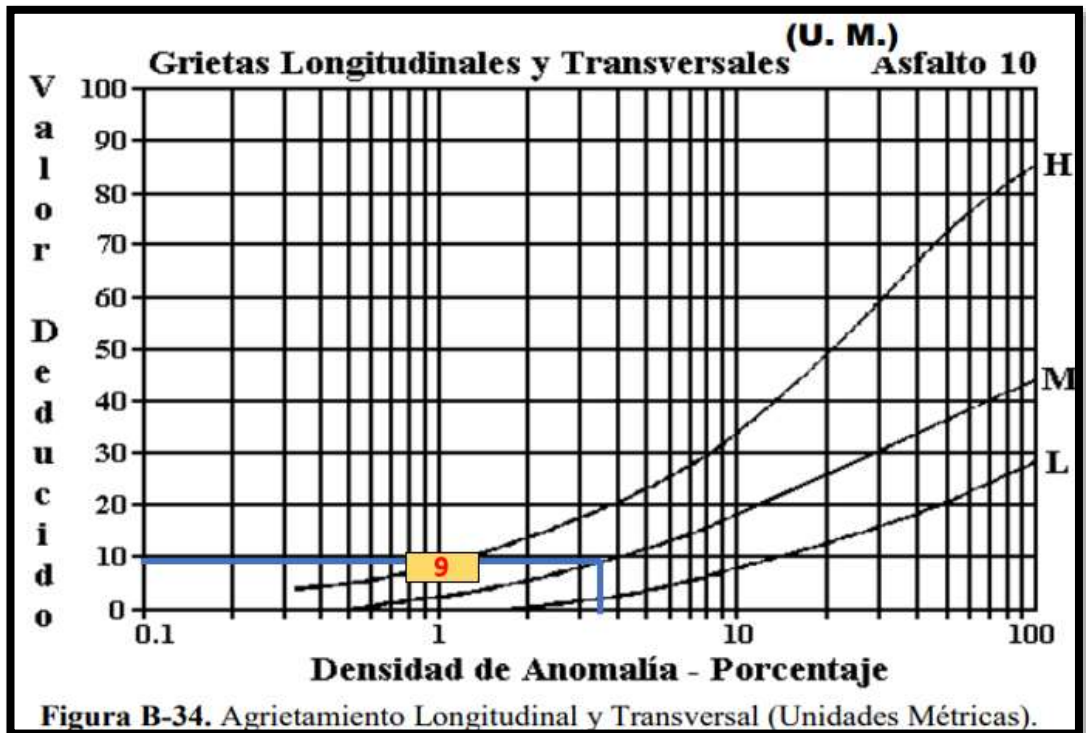
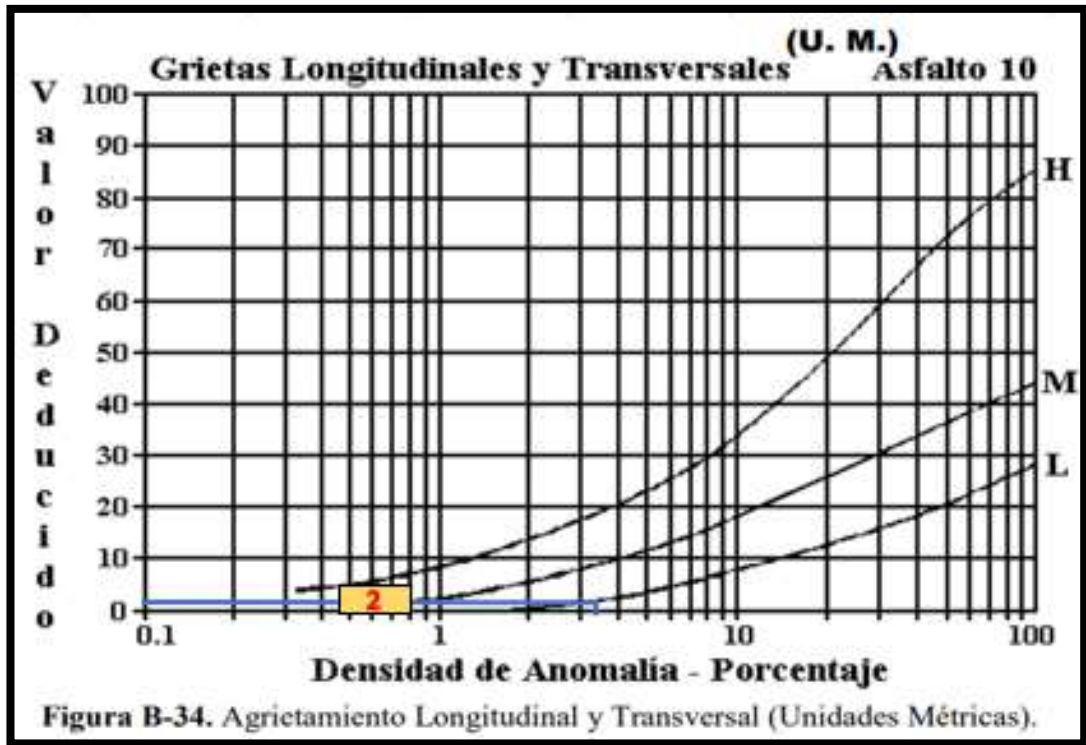


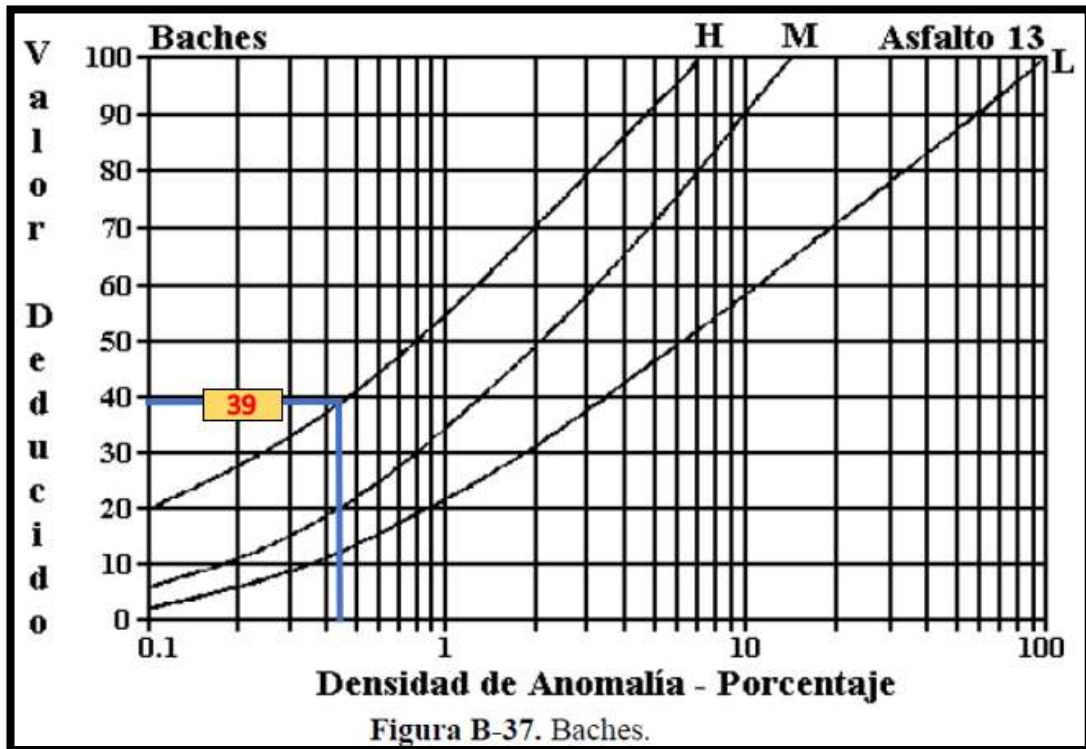
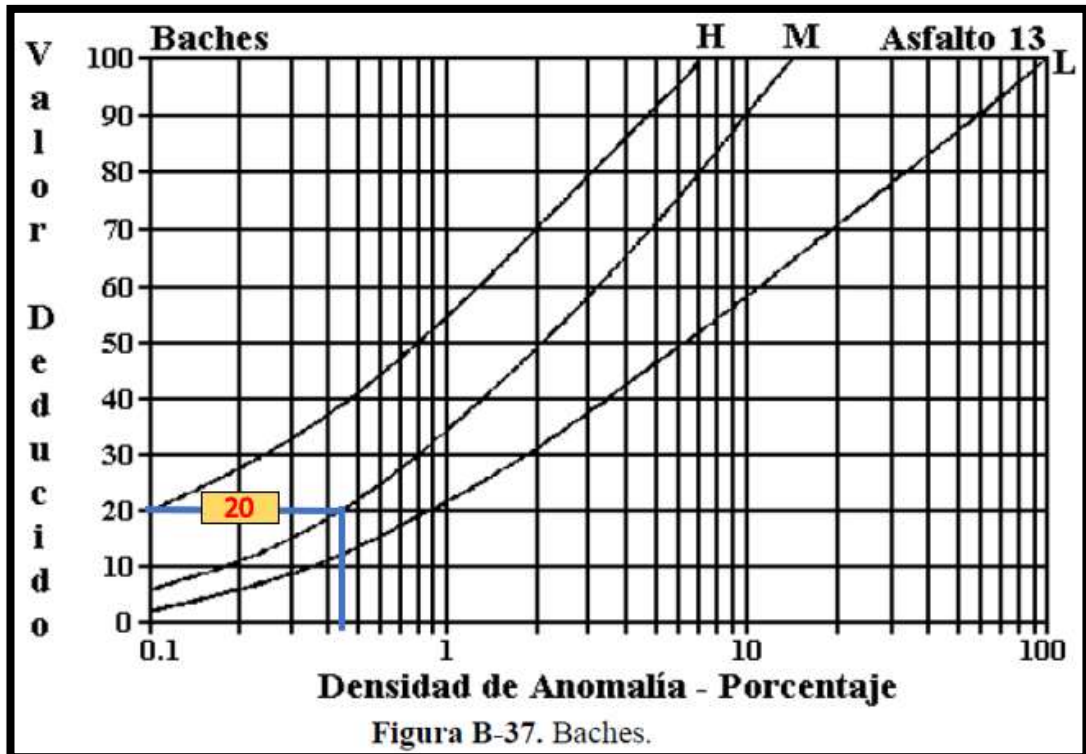


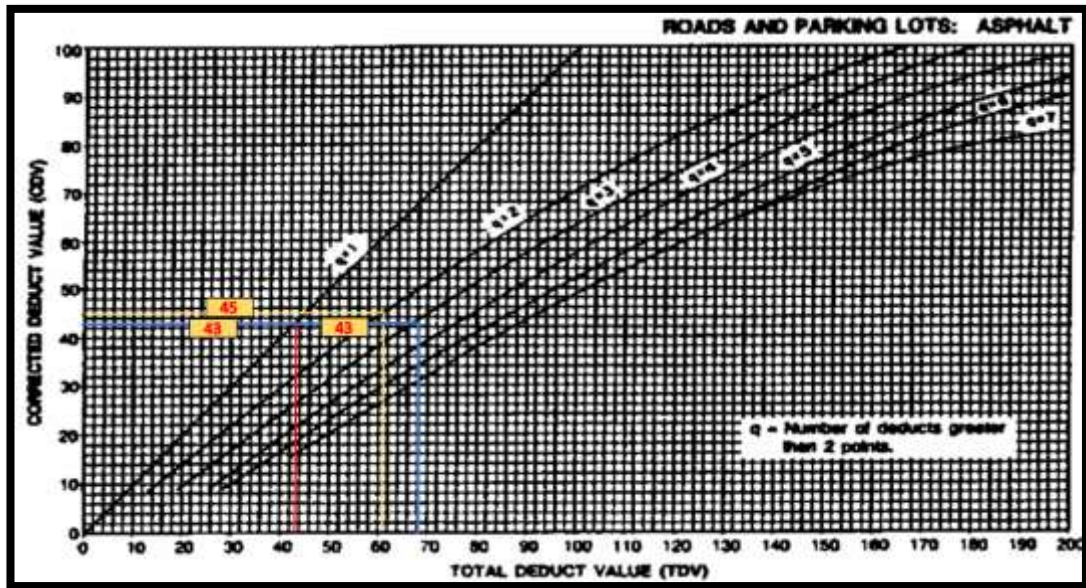
## ANEXO B-15: Unidad de muestreo número 15

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN					
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	4+131	Unidad de muestreo:	15		
Sección:	154	Abscisa final:	4+158	Área muestreo (m2):	229.5		
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5		
No.	DAÑO	ESQUEMA:					
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudación	m2					
3	Agrietamiento en bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m2					
6	Depresión	m2					
7	Grieta de borde	m					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel carril / berma	m					
10	Grietas long. y trasrv.	m					
11	Parqueo	m2					
12	Pulimiento de agregados	m2					
13	Baches / huecos	cant.					
14	Cruce de vía férrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grieta parabólica	m2					
18	Hinchamiento	m2					
19	Intemperismo	m2					



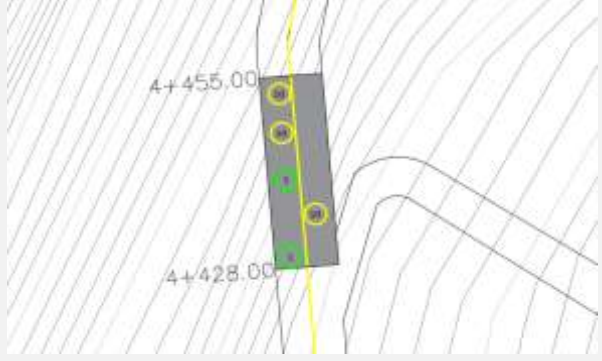
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)		
10	L	5.58	1.1	1.05								7.73	3.37%	2	
10	M	8.3										8.3	3.62%	9	
13	M	1										1	0.44%	20	
13	H	1										1	0.44%	39	
												<b>Valor Deducido Total:</b>		70	
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												3			
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDV<sub>i</sub>):</b>												39			
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												6.60	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$		
CÁLCULO DEL PCI															
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV		
1	39	20	9								68	3	43		
2	39	20	2								61	2	45		
3	39	2	2								43	1	43		
												<b>Máx CDV:</b>	45		
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 45 <b>PCI= 55 <span style="color: red;">REGULAR</span></b>															



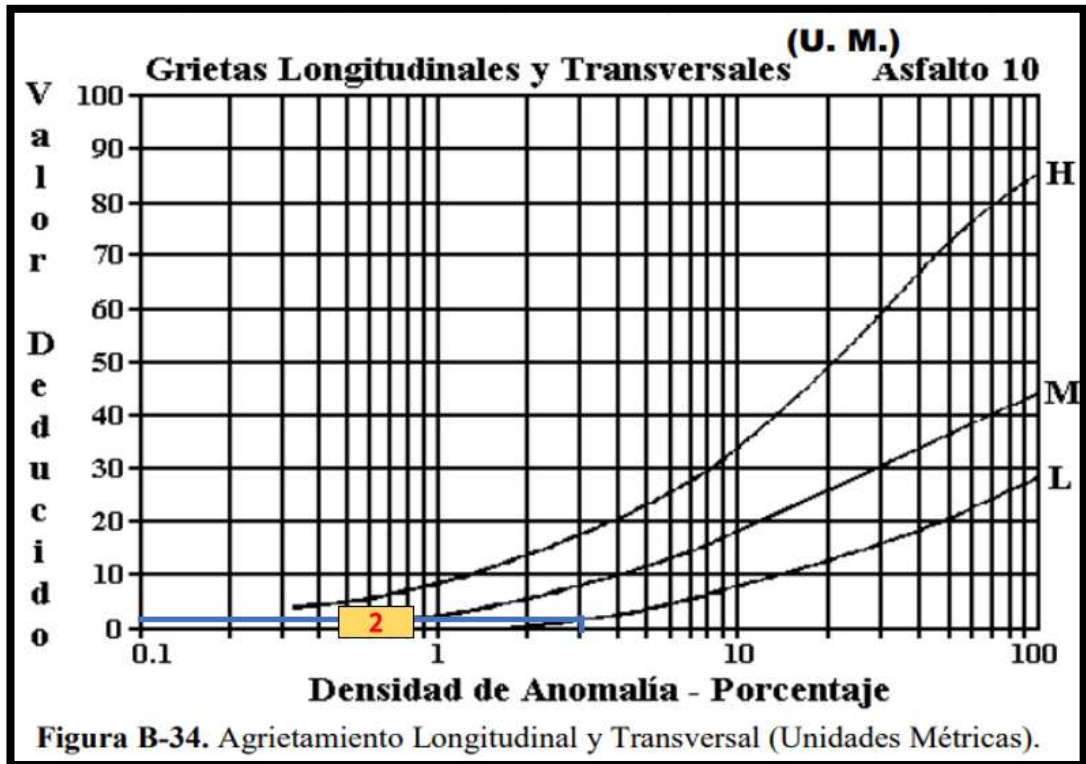
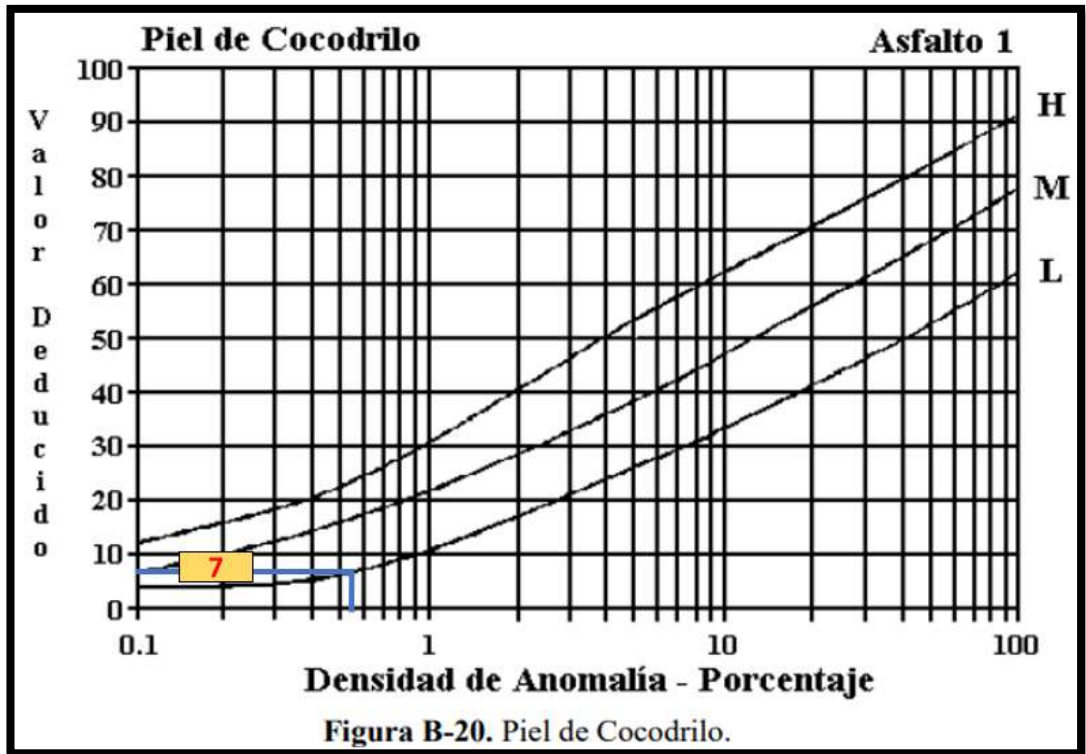


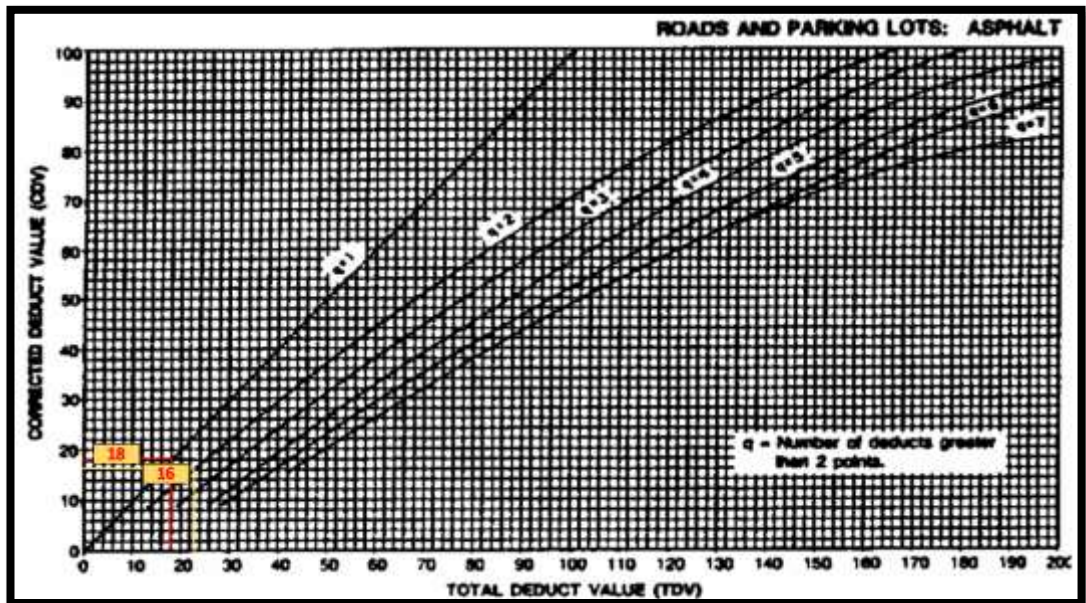
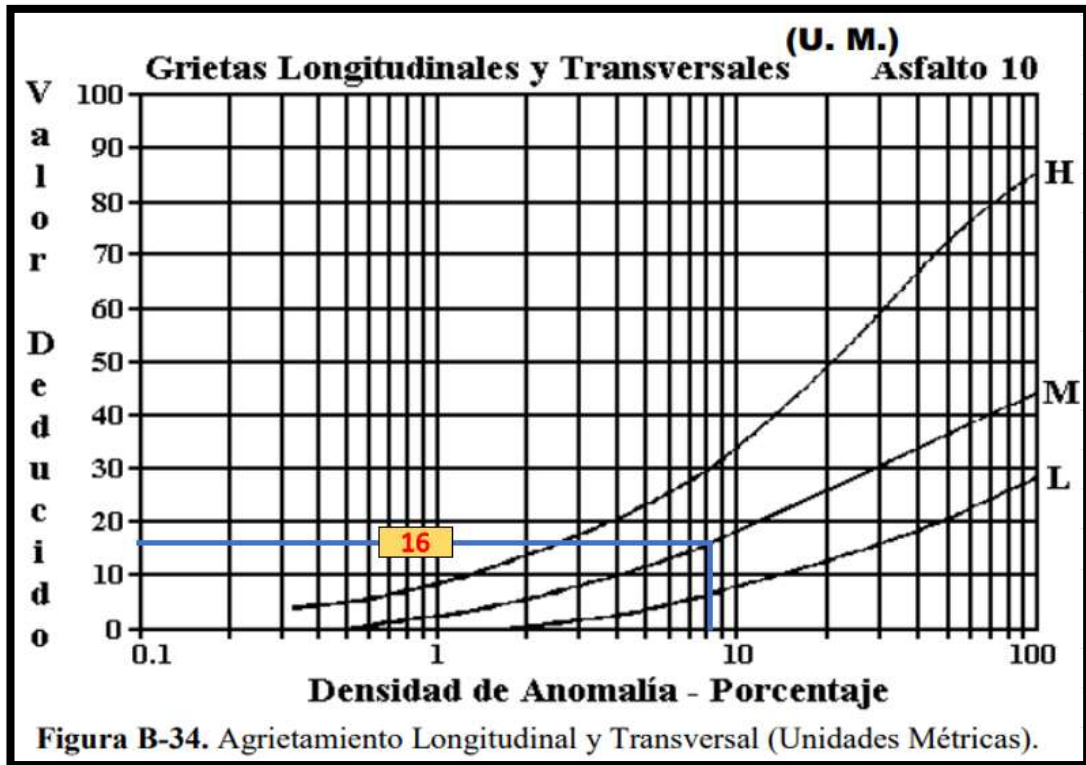


## ANEXO B-16: Unidad de muestreo número 16



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN			
Tramo:	Vía Pelileo - Quero	Abscisa inicial:	4+428	Unidad de muestreo:	16
Sección:	165	Abscisa final:	4+455	Área muestreo (m2):	229.5
Inspeccionado por:	Jonathan Toaquiza	Fecha:	29/08/2023	Ancho de vía (m):	8.5
No.	DAÑO	ESQUEMA:			
1	Piel de cocodrilo	m2			
2	Exudación	m2			
3	Agrietamiento en bloque	m2			
4	Abultamientos y hundimientos	m			
5	Corrugación	m2			
6	Depresión	m2			
7	Grieta de borde	m			
8	Grieta de reflexión de junta	m			
9	Desnivel carril / berma	m			
10	Grietas long. y trasrv.	m			
11	Parqueo	m2			
12	Pulimiento de agregados	m2			
13	Baches / huecos	cant.			
14	Cruce de vía férrea	m2			
15	Ahuellamiento	m2			
16	Desplazamiento	m2			
17	Grieta parabólica	m2			
18	Hinchamiento	m2			
19	Intemperismo	m2			

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	
1	L	0.92	0.36									1.28	0.56%	7
10	L	5.28	1.7									6.98	3.04%	2
10	M	18.7										18.7	8.15%	16
												<b>Valor Deducido Total:</b>		25
<b>Número de Valores Deducidos &gt; 2(q):</b>												2	$m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i)$	
<b>Mayor Valor Deducido Individual (HDVi):</b>												16		
<b>Número máximo admisible de "Valores Deducidos"</b>												8.71		
CÁLCULO DEL PCI														
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV	
1	16	7									23	2	16	
2	16	2									18	1	18	
												<b>Máx CDV:</b>	18	
PCI= 100 - Máx CDV PCI= 100 - 18 <b>PCI= 82 <span style="color: red;">MUY BUENO</span></b>														





**ANEXO B-17: Cuadro resumen con el tipo de falla del pavimento y su intervención**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TITULACIÓN					
VÍA PELILEO - GUAYAQUIL ABCISA 0+000 - 4+580							
RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO (PCI)							
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	Abscisa inicial	Abscisa final	Cantidad	Unidad	Intervención	
1. Piel de cocodrilo	L	0+000	0+027	44.73	m2	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta	
		0+864	0+891	20.44			
		1+161	1+188	8.28			
		1+755	1+782	4.4			
		2+349	2+376	3.28			
		3+240	3+267	6.35			
	M	4+428	4+455	1.28	m2	Parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecarpeta o reconstrucción	
		0+000	0+027	31.3			
		1+458	1+485	13.84			
		1+755	1+782	24.71			
H	3+240	3+267	10.84	m2	Parcheo parcial, sobrecarpeta o reconstrucción		
	3+834	3+861	35.18				
3. Agrietamiento en bloque	L	1+755	1+782	50.73	m2	Parcheo parcial, sobrecarpeta o reconstrucción	
		0+000	0+027	12.92	m2	Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. Riego de sello	
	1+161	1+188	13.2				
10. Grietas long. y trans.	L	1+458	1+485	6.02	m	No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.	
		1+458	1+485	34.65			
		0+270	0+297	10.7			
		0+864	0+891	19.85			
		1+161	1+188	6			
		1+458	1+485	10.8			
		2+052	2+079	1.2			
		2+349	2+376	2.695			
		2+646	2+673	2.9			
		2+943	2+970	6			
		3+240	3+267	3.55			
		3+537	3+564	23.76			
		3+834	3+861	0.8			
	4+131	4+158	7.73				
	4+428	4+455	6.98				
	M	1+458	1+485	6.35	m	Sellado de grietas	
		2+052	2+079	18.8			
4+131		4+158	8.3				
4+428		4+455	18.7				
11. Parcheo	L	0+000	0+027	1.65	m2	No se hace nada	
	H	0+000	0+027	37.26	m2	Sustitución del parche	
		2+943	2+970	20.52			
12. Pulimiento de agregados	-	0+270	0+297	39.56	m2	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.	
13. Baches / huecos	M	1+458	1+485	1	u	Parcheo parcial o profundo	
		4+131	4+158	1			
	H	3+240	3+267	1	u	Parcheo profundo	
		3+537	3+564	1			
		4+131	4+158	1			



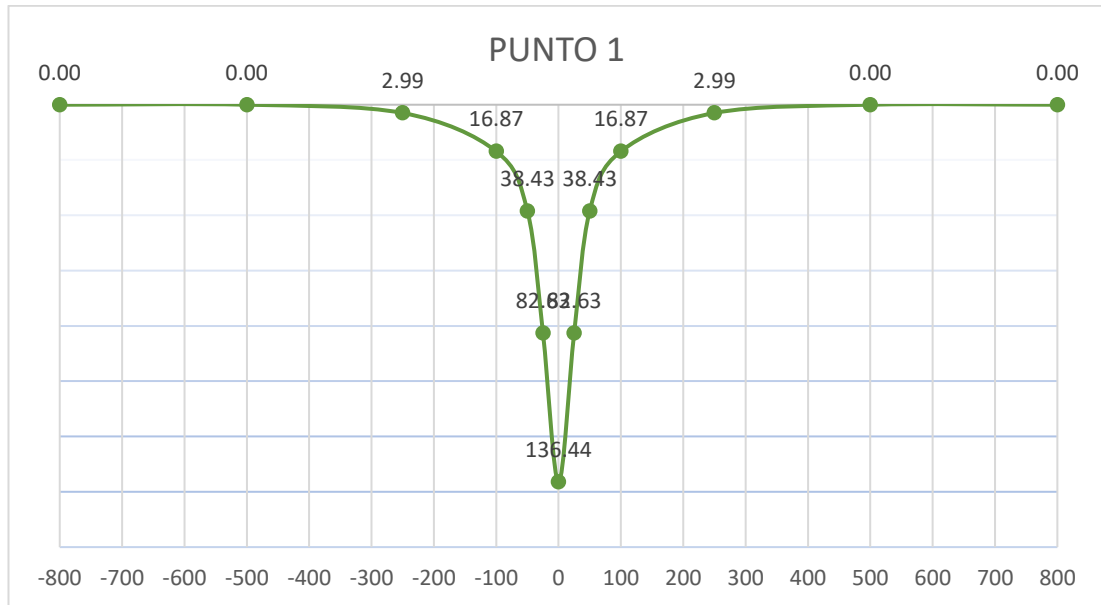
**ANEXO C**

**DEFLEXIONES DE LA VIGA**

**BENKELMAN EN CADA PUNTO**

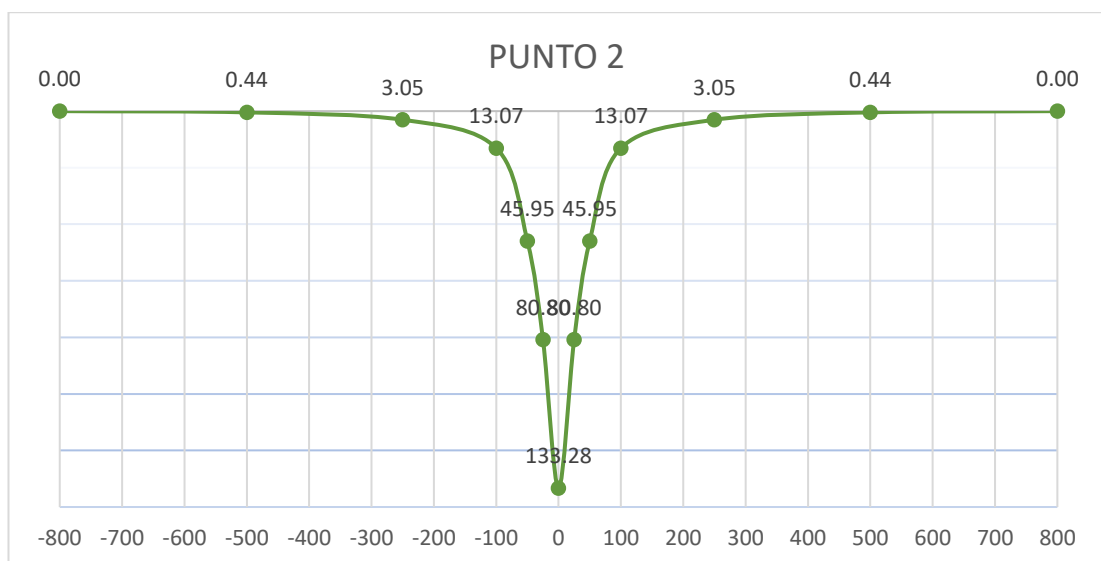
### ANEXO C-1: Deflexiones en el punto 1

PUNTO 1 (ABSCISA 0+500)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	0.00	2.99	16.87	38.43	82.63	136.44	82.63	38.43	16.87	2.99	0.00	0.00



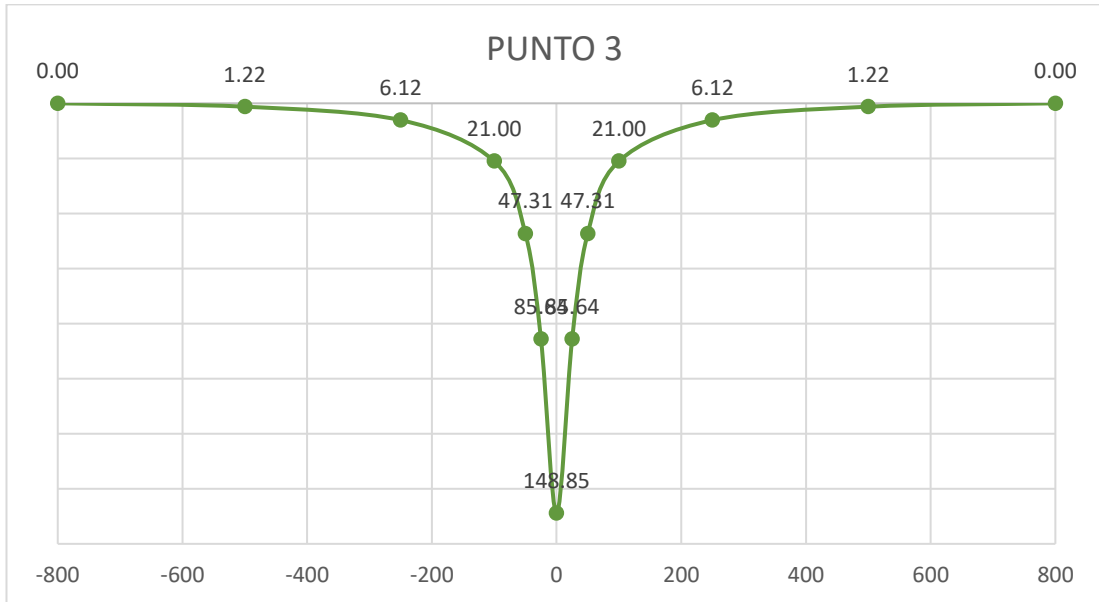
### ANEXO C-2: Deflexiones en el punto 2

PUNTO 2 (ABSCISA 1+000)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	0.44	3.05	13.07	45.95	80.80	133.28	80.80	45.95	13.07	3.05	0.44	0.00



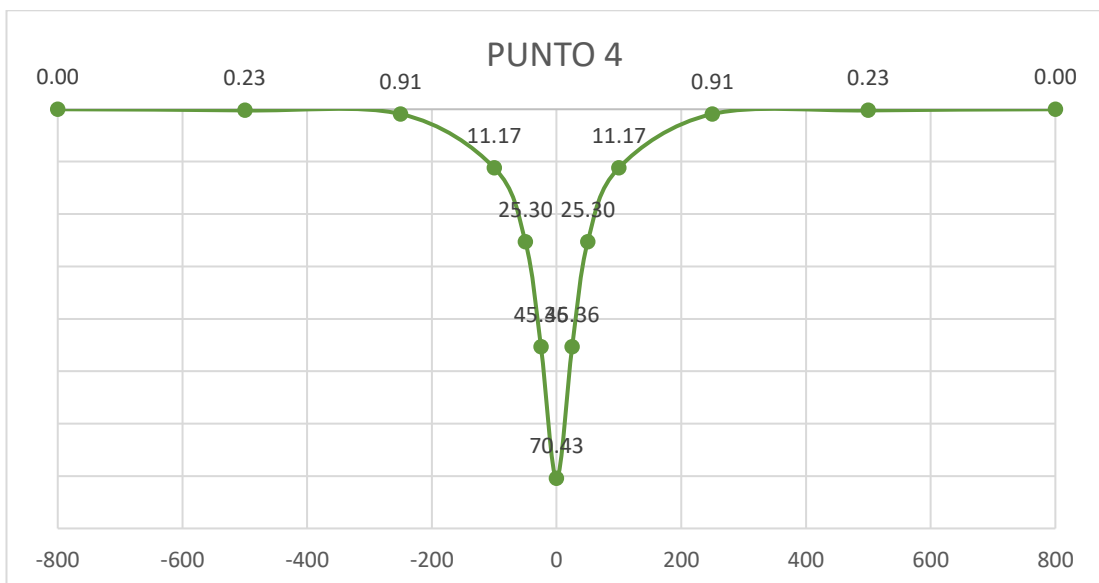
### ANEXO C-3: Deflexiones en el punto 3

PUNTO 3 (ABSCISA 1+500)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	1.22	6.12	21.00	47.31	85.64	148.85	85.64	47.31	21.00	6.12	1.22	0.00



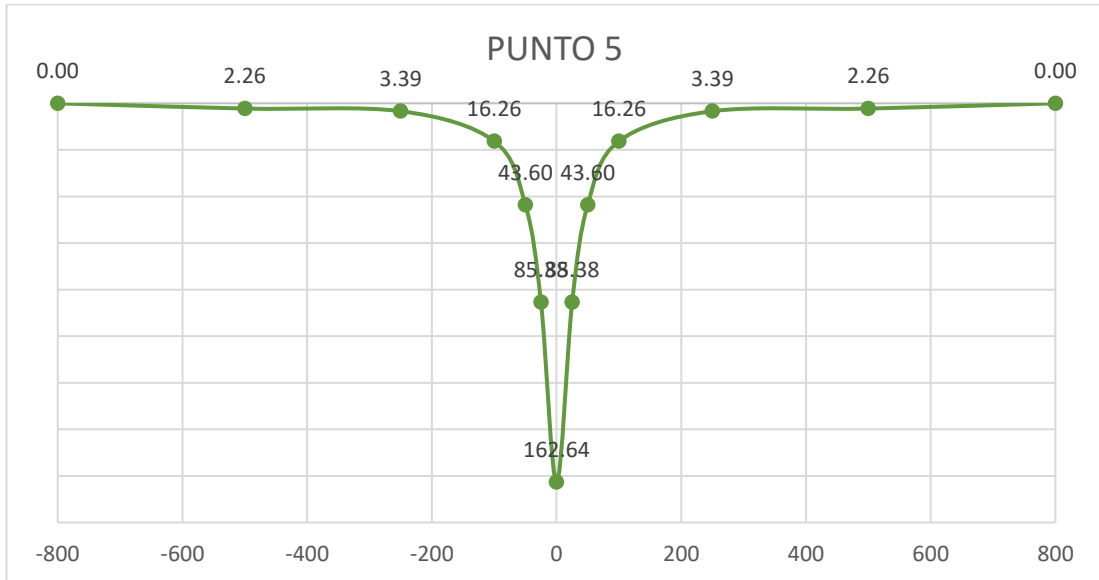
### ANEXO C-4: Deflexiones en el punto 4

PUNTO 4 (ABSCISA 2+000)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	0.23	0.91	11.17	25.30	45.36	70.43	45.36	25.30	11.17	0.91	0.23	0.00



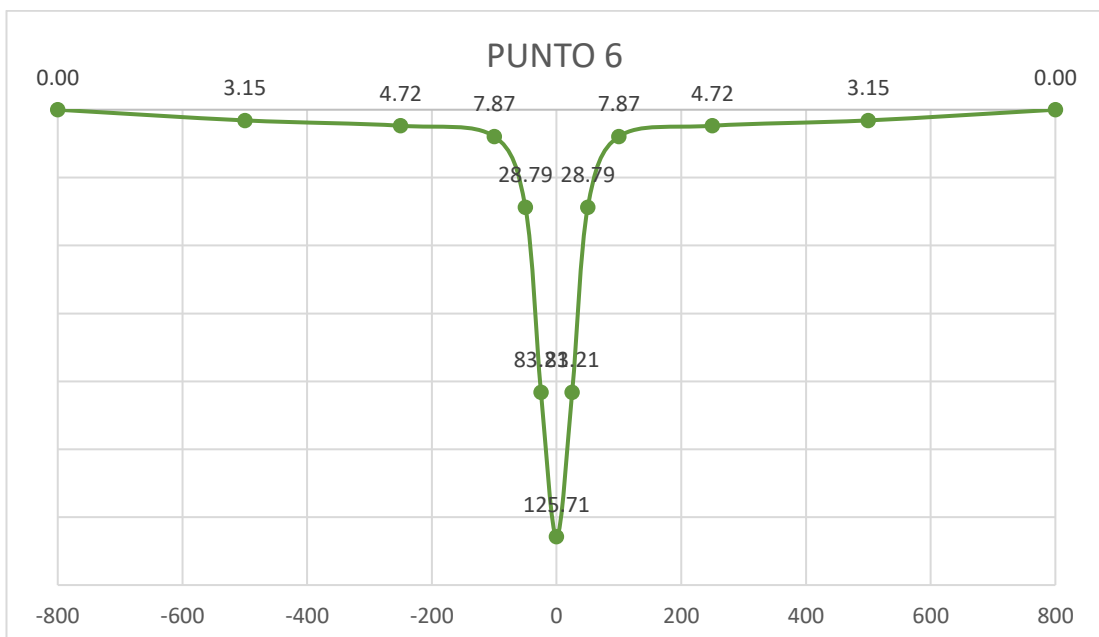
**ANEXO C-5: Deflexiones en el punto 5**

PUNTO 5 (ABSCISA 2+500)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	2.26	3.39	16.26	43.60	85.38	162.64	85.38	43.60	16.26	3.39	2.26	0.00



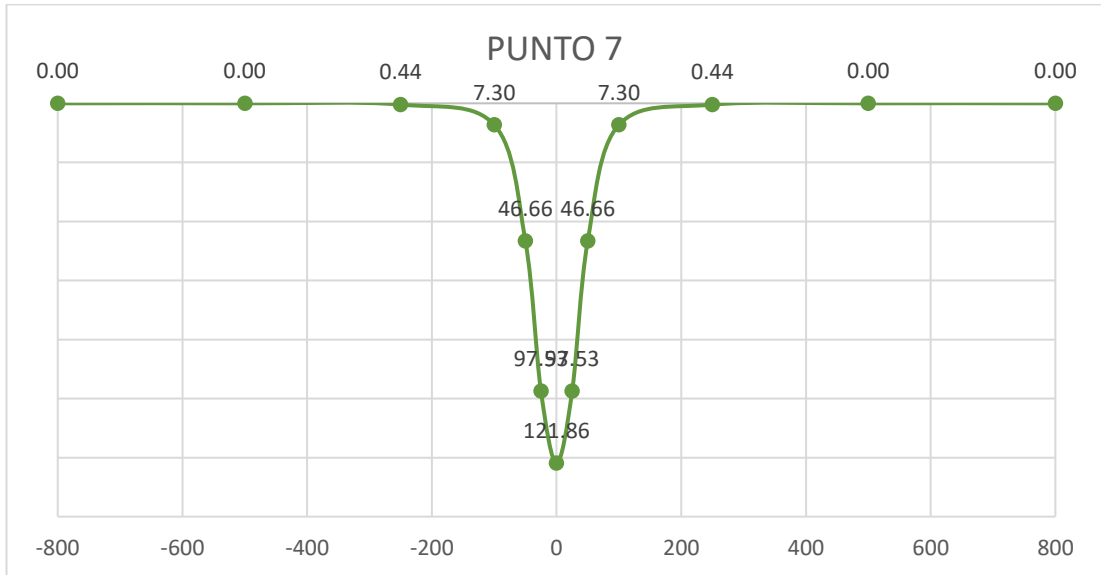
**ANEXO C-6: Deflexiones en el punto 6**

PUNTO 6 (ABSCISA 3+000)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	3.15	4.72	7.87	28.79	83.21	125.71	83.21	28.79	7.87	4.72	3.15	0.00



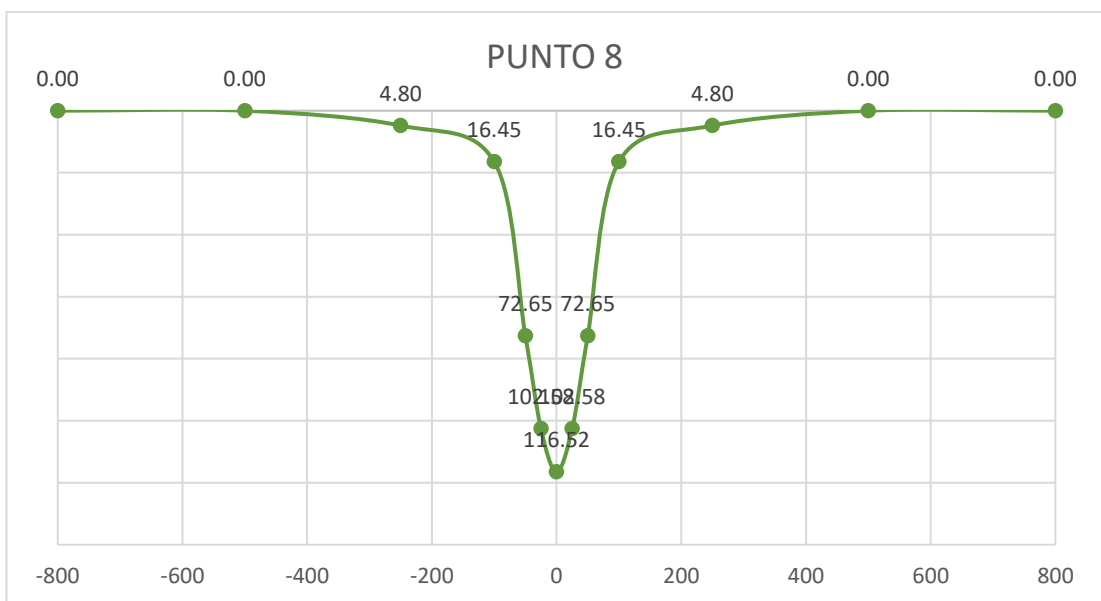
### ANEXO C-7: Deflexiones en el punto 7

PUNTO 7 (ABSCISA 3+500)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	0.00	0.44	7.30	46.66	97.53	121.86	97.53	46.66	7.30	0.44	0.00	0.00



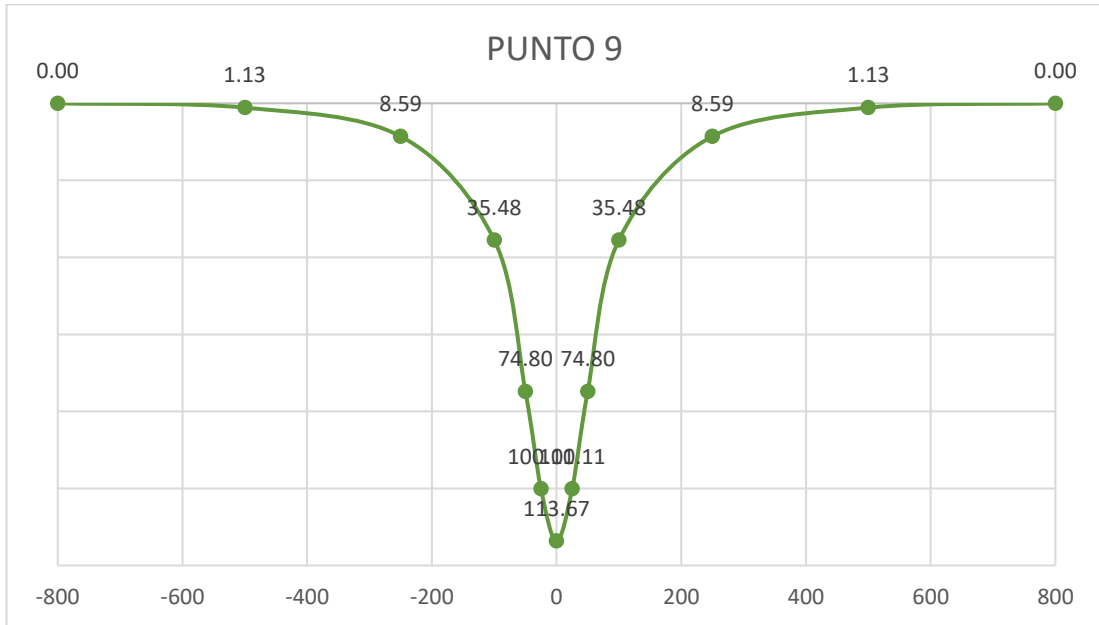
### ANEXO C-8: Deflexiones en el punto 8

PUNTO 8 (ABSCISA 4+000)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	0.00	4.80	16.45	72.65	102.58	116.52	102.58	72.65	16.45	4.80	0.00	0.00



### ANEXO C-9: Deflexiones en el punto 9

PUNTO 9 (ABSCISA 4+500)												
-800	-500	-250	-100	-50	-25	0	25	50	100	250	500	800
0.00	1.13	8.59	35.48	74.80	100.11	113.67	100.11	74.80	35.48	8.59	1.13	0.00





**ANEXO D**

**CBR EN CAMPO POR EL MÉTODO DE**

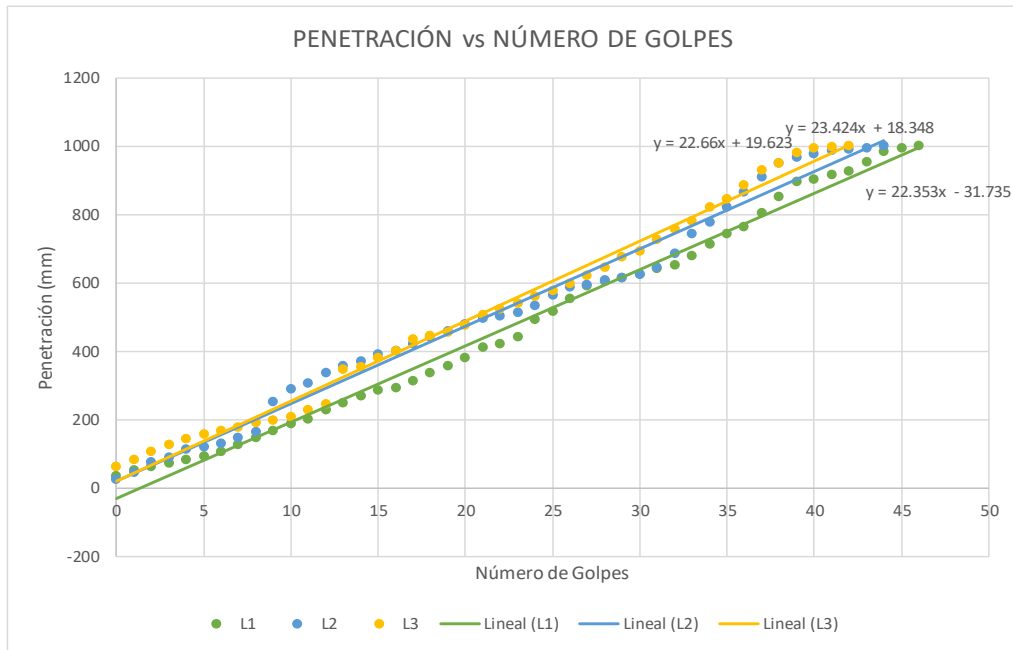
**DCP**

## ANEXO D-1: CBR en campo por DCP calicata 1

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR EN CAMPO</b> 							
<b>PROYECTO:</b> “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
<b>ABS:</b> 0+889 <b>NORMA:</b> ASTM D421-58 <b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA				<b>REALIZADO EN:</b> Subrasante <b>CALICATA N°:</b> 1			
ENSAYO DCP							
GOLPES	Penetración (mm)			GOLPES	Penetración (mm)		
	L1	L2	L3		L1	L2	L3
0	35	24	60	24	490	532	558
1	51.2	45	81	25	515	561	575
2	61.2	73	104	26	552	587	596
3	70.4	89	125	27	591	593	620
4	80.4	110	143	28	602	605	645
5	90.5	120	154	29	612	612	673
6	105	130	165	30	622	625	692
7	126	146	175	31	641	644	726
8	147	163	190	32	651	683	755
9	165	252	198	33	678	743	780
10	185	288	206	34	711	776	819
11	201	305	226	35	742	820	845
12	226	336	245	36	762	865	885
13	247	354	344	37	802	908	930
14	266	370	351	38	852	950	950
15	285	390	380	39	896	966	981
16	292	400	399	40	903	976	992
17	310	419	435	41	915	986	997
18	335	439	443	42	924	990	1000
19	354	459	455	43	952	994	
20	380	478	476	44	982	1000	
21	410	496	504	45	994		
22	420	502	523	46	1000		
23	440	512	540				





GRÁFICA DE PENETRACIÓN VS NÚMERO DE GOLPES



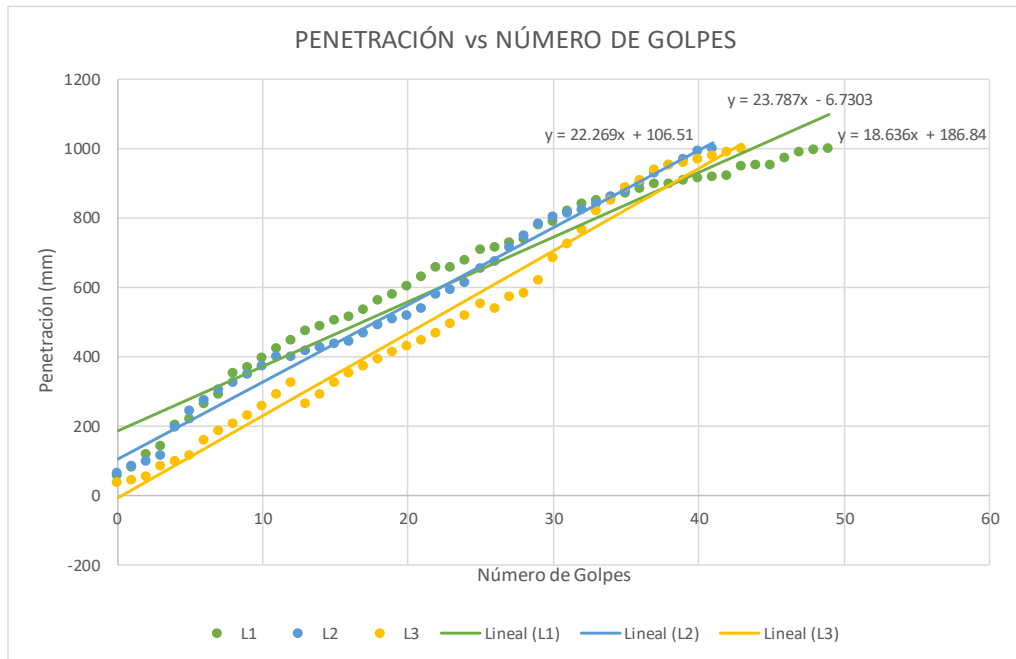
CÁLCULO DE CBR

DN (mm/golpe)	
1	22.353
2	22.66
3	23.424
<b>CBR</b>	<b>22.81</b>

## ANEXO D-2: CBR en campo por DCP calicata 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR EN CAMPO</b> 							
<b>PROYECTO:</b> “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
<b>ABS:</b> 1+742 <b>NORMA:</b> ASTM D421-58 <b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA				<b>REALIZADO EN:</b> Subrasante <b>CALICATA N°:</b> 2			
ENSAYO DCP							
GOLPES	Penetración (mm)			GOLPES	Penetración (mm)		
	L1	L2	L3		L1	L2	L3
0	59	65	38	25	709	656	552
1	82	85	45	26	715	677	541
2	118	100	56	27	729	715	573
3	145	115	87	28	740	750	585
4	206	198	98	29	780	783	620
5	223	245	116	30	792	804	685
6	265	275	159	31	820	813	726
7	293	305	188	32	843	826	767
8	355	325	207	33	853	843	820
9	371	350	233	34	863	862	853
10	397	375	257	35	873	880	888
11	425	400	294	36	886	903	910
12	450	402	325	37	898	930	940
13	475	417	264	38	900	955	955
14	490	427	294	39	910	969	960
15	505	437	325	40	917	995	971
16	515	444	353	41	919	1000	980
17	535	470	373	42	922		992
18	563	491	394	43	949		1000
19	581	510	414	44	952		
20	604	520	433	45	953		
21	631	539	450	46	973		
22	658	580	470	47	991		
23	660	595	495	48	998		
24	680	616	520	49	1000		



GRÁFICA DE PENETRACIÓN VS NÚMERO DE GOLPES



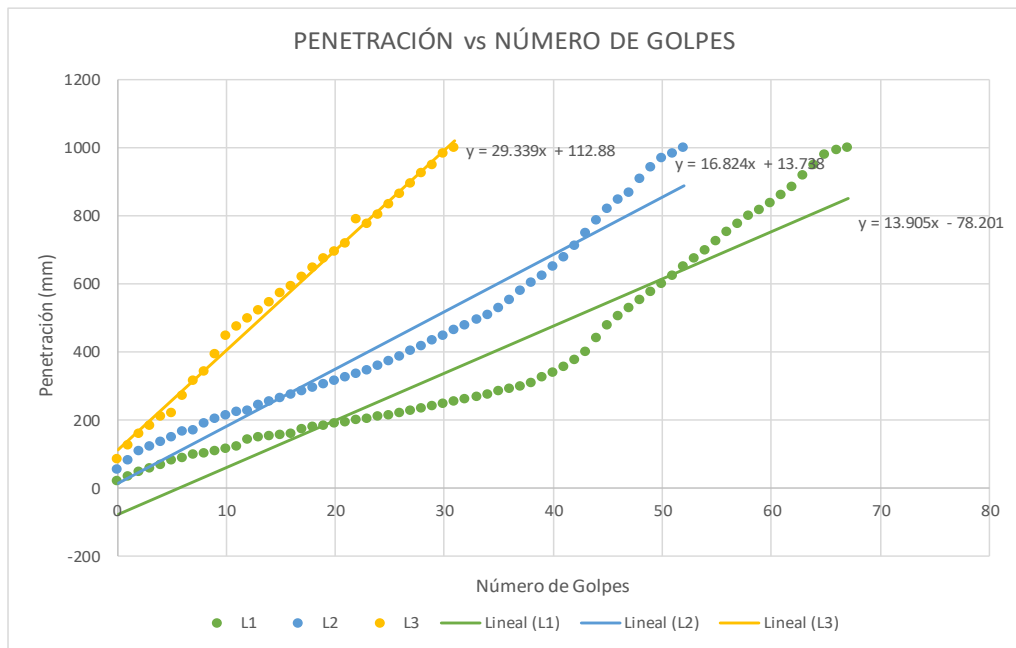
CÁLCULO DE CBR

DN (mm/golpe)	
1	18.636
2	22.269
3	23.787
<b>CBR</b>	<b>21.56</b>

### ANEXO D-3: CBR en campo por DCP calicata 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR EN CAMPO</b> 							
<b>PROYECTO:</b> “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”							
<b>ABS:</b> 2+963 <b>NORMA:</b> ASTM D421-58 <b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICITA				<b>REALIZADO EN:</b> Subrasante <b>CALICATA N°:</b> 3			
ENSAYO DCP							
GOLPES	Penetración (mm)			GOLPES	Penetración (mm)		
	L1	L2	L3		L1	L2	L3
0	20	56	85	34	276	510	
1	35	81	127	35	285	531	
2	50	108	160	36	294	553	
3	60	122	185	37	301	580	
4	70	137	210	38	311	605	
5	81	150	220	39	325	625	
6	90	167	272	40	341	651	
7	99	172	315	41	357	680	
8	103	192	345	42	376	713	
9	111	204	395	43	400	751	
10	116	214	450	44	443	788	
11	123	225	474	45	480	821	
12	145	227	499	46	506	850	
13	150	246	524	47	531	870	
14	153	255	546	48	554	910	
15	158	266	573	49	578	943	
16	162	276	595	50	602	969	
17	173	286	620	51	626	984	
18	179	296	650	52	651	1000	
19	183	306	676	53	675		
20	190	317	695	54	700		
21	195	326	721	55	726		
22	200	337	792	56	752		
23	205	348	776	57	776		
24	212	360	806	58	801		
25	216	374	835	59	819		
26	222	388	865	60	840		
27	228	403	895	61	862		
28	236	419	925	62	887		
29	241	434	950	63	919		
30	248	449	983	64	951		
31	254	464	1000	65	980		
32	261	478		66	995		
33	269	495		67	1000		



GRÁFICA DE PENETRACIÓN VS NÚMERO DE GOLPES



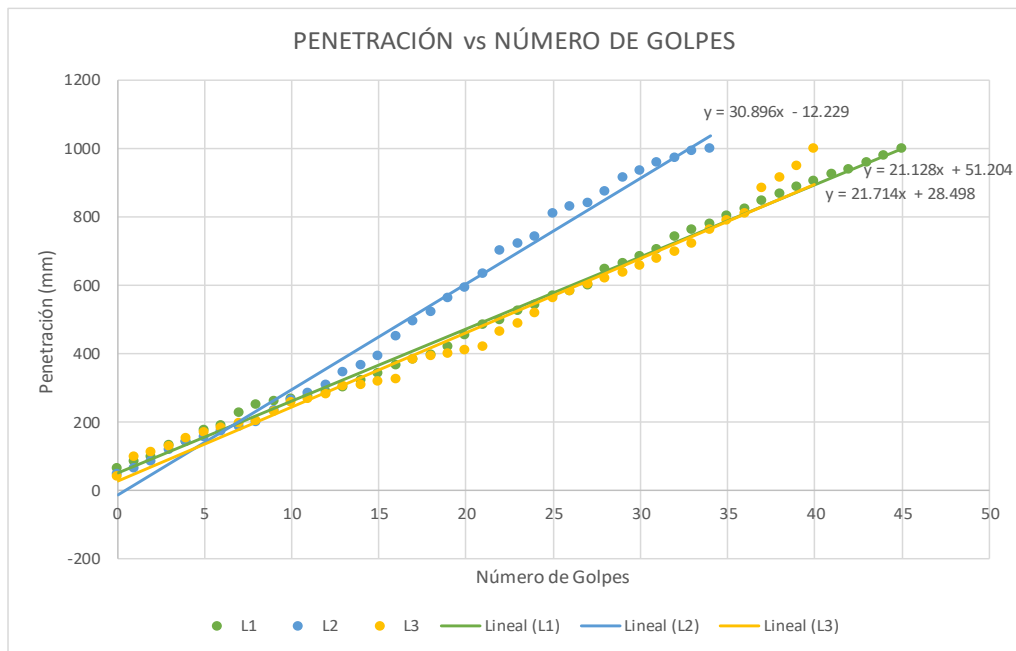
CÁLCULO DE CBR

DN (mm/golpe)	
1	13.905
2	16.824
3	29.339
<b>CBR</b>	<b>20.02</b>

## ANEXO D-4: CBR en campo por DCP calicata 4

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR EN CAMPO</p> 							
<p><b>PROYECTO:</b> “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”</p>							
<b>ABS:</b>		3+934			<b>REALIZADO EN:</b> Subrasante		
<b>NORMA:</b>		ASTM D421-58			<b>CALICATA N°:</b> 4		
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN TOAQUIZA							
ENSAYO DCP							
GOLPES	Penetración (mm)			GOLPES	Penetración (mm)		
	L1	L2	L3		L1	L2	L3
0	65	47	40	23	525	722	488
1	85	64	99	24	543	745	519
2	99	86	114	25	570	810	565
3	132	119	131	26	585	833	584
4	145	145	152	27	600	841	603
5	178	158	169	28	647	875	620
6	192	174	183	29	665	915	640
7	228	186	197	30	687	935	660
8	253	202	206	31	705	960	680
9	263	234	233	32	742	975	701
10	270	264	258	33	765	995	724
11	276	286	270	34	780	1000	765
12	289	309	281	35	805		790
13	304	348	305	36	825		812
14	322	366	310	37	850		886
15	345	394	320	38	870		917
16	368	453	328	39	890		950
17	385	497	385	40	907		1000
18	397	523	393	41	925		
19	420	563	402	42	940		
20	455	593	410	43	960		
21	486	635	420	44	980		
22	500	703	464	45	1000		

GRÁFICA DE PENETRACIÓN VS NÚMERO DE GOLPES



CÁLCULO DE CBR

DN (mm/golpe)	
1	21.128
2	30.896
3	21.714
<b>CBR</b>	<b>24.58</b>

**ANEXO E**

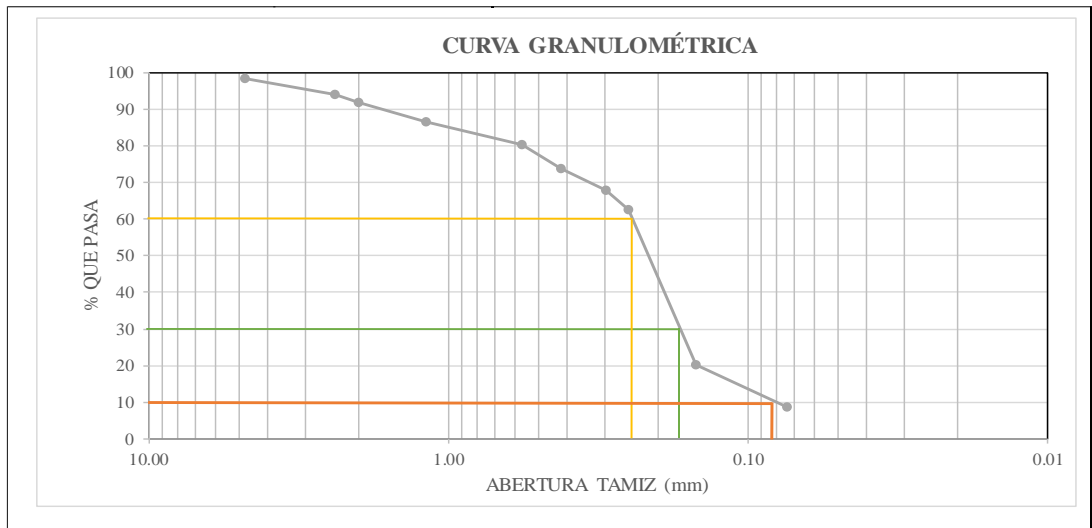
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA**

**SUBRASANTE**





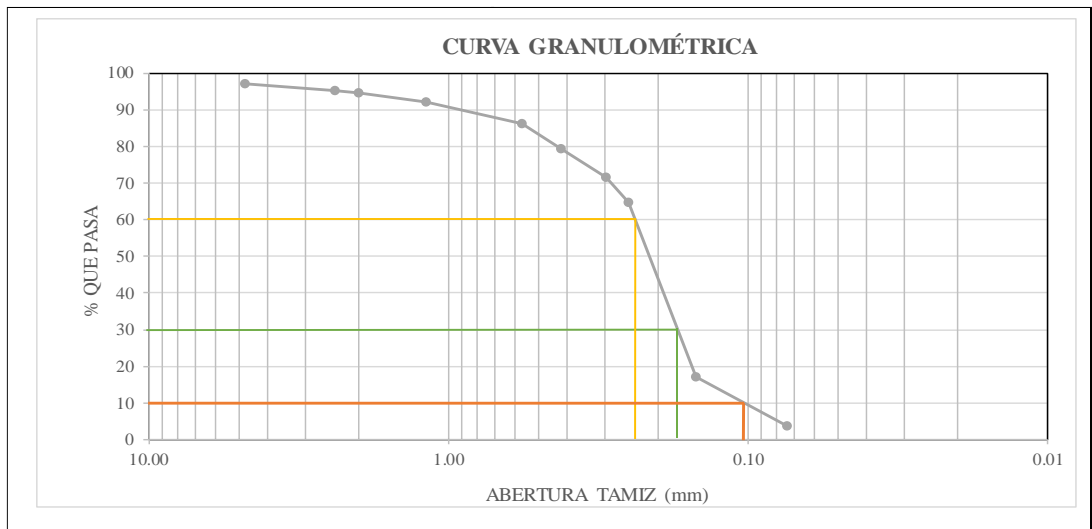
## ANEXO E-1: Granulometría de la subrasante de la Calicata 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
<p><b>PROYECTO:</b> “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”</p>							
<b>ABS:</b> 0+889		<b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 1000 gr					
<b>NORMA:</b> ASTM D421-58		<b>CALICATA N°:</b> 1					
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA							
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA		
4	4.76	16.3	16.3	1.63	98.37		
8	2.38	43.7	60	6.00	94.00		
10	2.00	21.3	81.3	8.13	91.87		
16	1.19	52.6	133.9	13.39	86.61		
30	0.565	61.5	195.4	19.54	80.46		
40	0.42	65.9	261.3	26.13	73.87		
50	0.297	60.8	322.1	32.21	67.79		
60	0.25	53.1	375.2	37.52	62.48		
100	0.149	423.2	798.4	79.84	20.16		
200	0.074	115.6	914	91.40	8.60		
<b>FUENTE</b>		84.6	998.6	100.00			
RESULTADOS							
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA				PORCENTAJE DE MATERIAL			
Diámetro Efectivo D10mm	0.082			GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Equiparable D30mm	0.17						
Diámetro Dimensional D60mm	0.25			1.63	89.77	8.60	
$C_u = D_{60}/D_{10}$	3.05						
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} * D_{10})$	1.41						



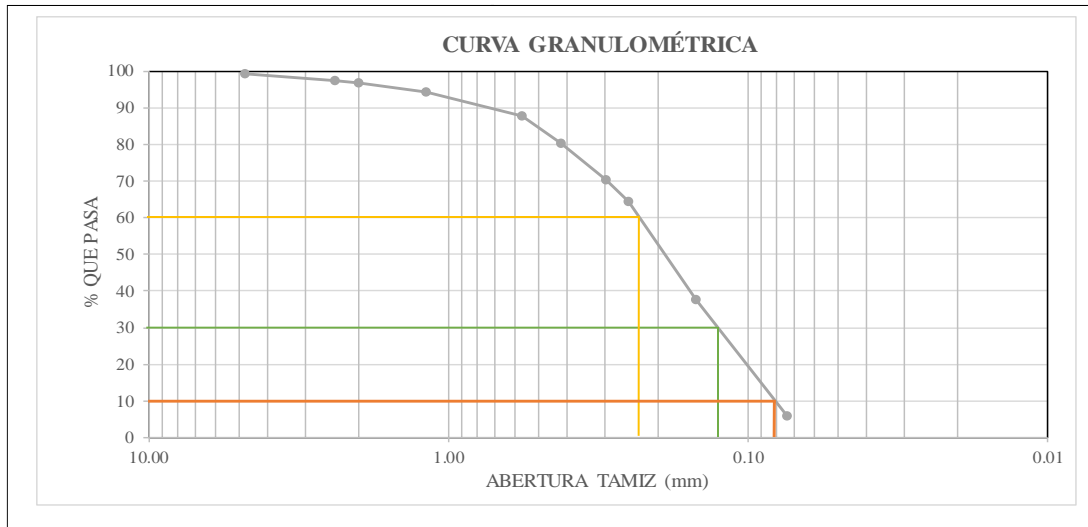
## ANEXO E-2: Granulometría de la subrasante de la Calicata 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA					
<b>PROYECTO:</b> “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
<b>ABS:</b> 1+742		<b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 1000 gr			
<b>NORMA:</b> ASTM D421-58		<b>CALICATA N°:</b> 2			
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	28.6	28.6	2.88	97.12
8	2.38	17.1	45.7	4.60	95.40
10	2.00	7.3	53	5.34	94.66
16	1.19	23.2	76.2	7.68	92.32
30	0.565	61.2	137.4	13.84	86.16
40	0.42	66	203.4	20.49	79.51
50	0.297	77.9	281.3	28.33	71.67
60	0.25	67.3	348.6	35.11	64.89
100	0.149	475	823.6	82.96	17.04
200	0.074	132.6	956.2	96.31	3.69
<b>FUENTE</b>		36.6	992.8	100.00	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL		
Diámetro Efectivo D10mm	0.11		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Equiparable D30mm	0.17				
Diámetro Dimensional D60mm	0.24		2.88	93.43	3.69
Cu = D60/D10	2.18				
Cc=(D30)^2/(D60*D10)	1.09				



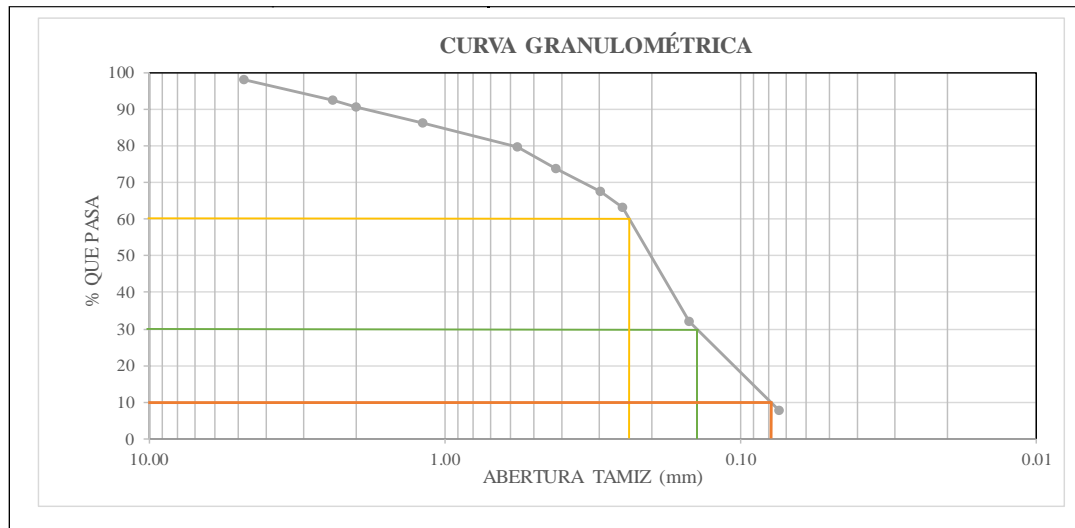
### ANEXO E-3: Granulometría de la subrasante de la Calicata 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
<p><b>PROYECTO:</b> “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”</p>							
<b>ABS:</b> 2+963		<b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 1000 gr					
<b>NORMA:</b> ASTM D421-58		<b>CALICATA N°:</b> 3					
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA							
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA		
4	4.76	7.5	7.5	0.75	99.25		
8	2.38	17.6	25.1	2.53	97.47		
10	2.00	6.4	31.5	3.17	96.83		
16	1.19	24.9	56.4	5.67	94.33		
30	0.565	64.7	121.1	12.18	87.82		
40	0.42	73.6	194.7	19.59	80.41		
50	0.297	99.9	294.6	29.64	70.36		
60	0.25	58.9	353.5	35.56	64.44		
100	0.149	264.7	618.2	62.19	37.81		
200	0.074	317	935.2	94.08	5.92		
<b>FUENTE</b>		58.8	994	100.00			
RESULTADOS							
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA				PORCENTAJE DE MATERIAL			
Diámetro Efectivo D10mm	0.081			GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Equiparable D30mm	0.13						
Diámetro Dimensional D60mm	0.23			0.75	93.33	5.92	
Cu = D60/D10	2.84						
Cc=(D30)^2/(D60*D10)	0.91						



## ANEXO E-4: Granulometría de la subrasante de la Calicata 4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		GRANULOMETRÍA	
<p><b>PROYECTO:</b> “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”</p>							
<b>ABS:</b> 3+934		<b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 1000 gr					
<b>NORMA:</b> ASTM D421-58		<b>CALICATA N°:</b> 4					
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA							
GRANULOMETRÍA							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA		
4	4.76	19.1	19.1	1.93	98.07		
8	2.38	55.4	74.5	7.52	92.48		
10	2.00	17.4	91.9	9.27	90.73		
16	1.19	43.8	135.7	13.69	86.31		
30	0.565	65.7	201.4	20.32	79.68		
40	0.42	58.6	260	26.24	73.76		
50	0.297	61.9	321.9	32.48	67.52		
60	0.25	43	364.9	36.82	63.18		
100	0.149	308.5	673.4	67.95	32.05		
200	0.074	239.8	913.2	92.15	7.85		
<b>FUENTE</b>		77.8	991	100.00			
RESULTADOS							
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL				
Diámetro Efectivo D10mm	0.08		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)		
Diámetro Equiparable D30mm	0.15						
Diámetro Dimensional D60mm	0.24		1.93	90.22	7.85		
Cu = D60/D10	3.00						
Cc=(D30)^2/(D60*D10)	1.17						





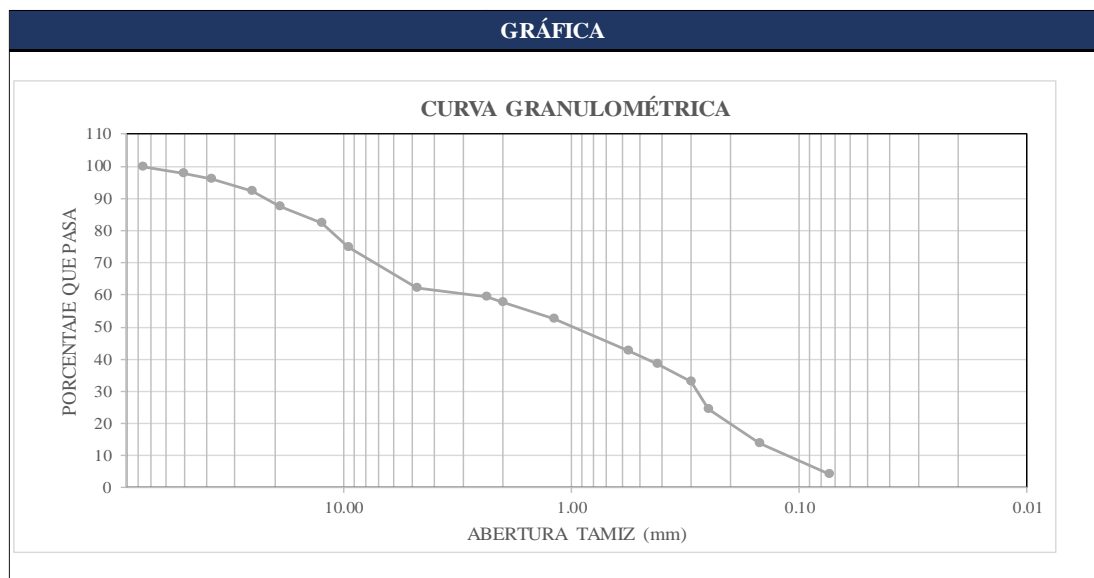
**ANEXO F**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL**



**MATERIAL GRANULAR**

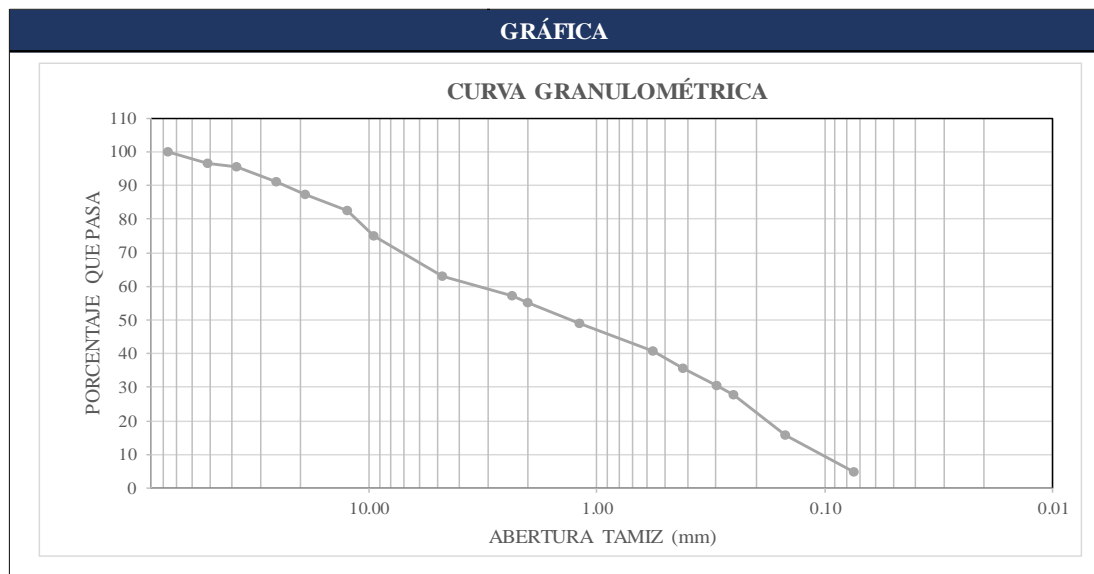
## ANEXO F-1: Granulometría del material granular de la Calicata 1

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>GRANULOMETRÍA</b></p> </div>  </div>					
<p><b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISCA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”</p>					
<p><b>ABS:</b> 0+889</p>		<p><b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 10000 gr</p>			
<p><b>NORMA:</b> ASTM D421-58</p>		<p><b>CALICATA N°:</b> 1</p>			
<p><b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA</p>					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO / ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
3"	76.10	0	0	0.00	100.00
2"	50.80	204.6	204.6	2.05	97.95
1 1/2"	38.10	190.5	395.1	3.95	96.05
1"	25.40	621	1016.1	10.16	89.84
3/4"	19.050	385	1401.1	14.01	85.99
1/2"	12.50	398	1799.1	17.99	82.01
1/8"	9.530	753	2552.1	25.52	74.48
#4	4.76	2526	5078.1	50.78	49.22
PASA #4	-	4897	4921.90	49.22	
8	2.36	45.1	45.1	2.22	47.00
10	2.00	25.2	70.3	3.46	45.76
16	1.19	87.3	157.6	7.76	41.46
30	0.565	158.7	316.3	15.57	33.65
40	0.42	65.4	381.7	18.79	30.43
50	0.297	89.1	470.8	23.17	26.05
60	0.25	137.5	608.3	29.94	19.28
100	0.149	169.5	777.8	38.28	10.94
200	0.074	154.2	932	45.87	3.35
<b>PASA #200</b>		60.7	68.00	3.35	
<b>TOTAL</b>			10000 gr		





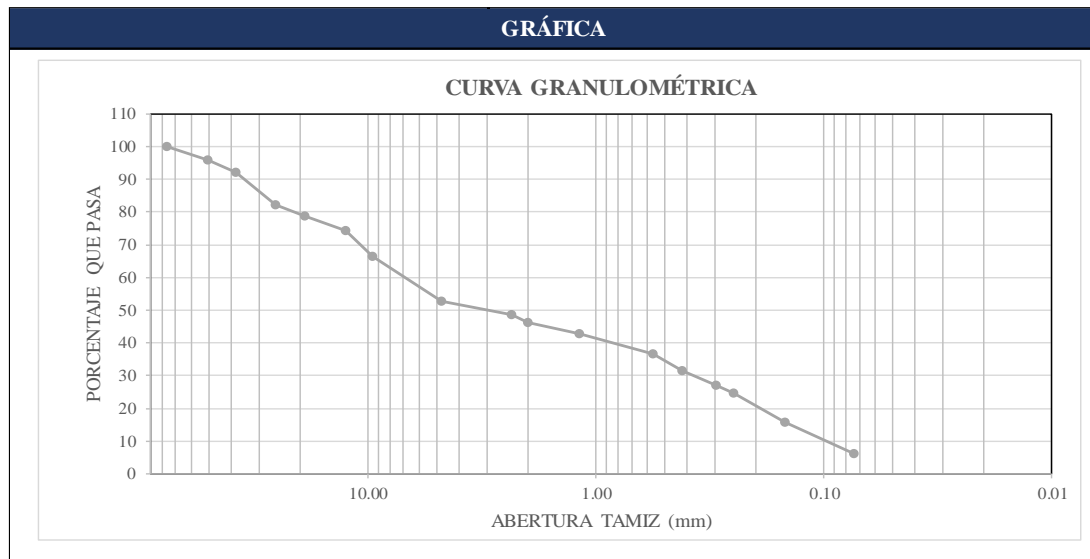
## ANEXO F-2: Granulometría del material granular de la Calicata 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA			
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
<b>ABS:</b> 1+742		<b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 10000 gr			
<b>NORMA:</b> ASTM D421-58		<b>CALICATA N°:</b> 2			
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO / ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
3"	76.10	0	0	0.00	100.00
2"	50.80	325.3	325.3	3.25	96.75
1 1/2"	38.10	104	429.3	4.29	95.71
1"	25.40	658	1087.3	10.87	89.13
3/4"	19.050	385	1472.3	14.72	85.28
1/2"	12.50	485	1957.3	19.57	80.43
1/8"	9.530	526	2483.3	24.83	75.17
#4	4.76	2728	5211.3	52.11	47.89
PASA #4	-	4723	4788.70	47.89	
8	2.36	92	92	4.41	43.48
10	2.00	30.1	122.1	5.85	42.04
16	1.19	96.8	218.9	10.48	37.40
30	0.565	133.8	352.7	16.89	31.00
40	0.42	79.8	432.5	20.71	27.18
50	0.297	81.6	514.1	24.62	23.27
60	0.25	45.8	559.9	26.81	21.08
100	0.149	190.8	750.7	35.95	11.94
200	0.074	175.8	926.5	44.37	3.52
<b>PASA #200</b>		67.9	73.50	3.52	
<b>TOTAL</b>			10000 gr		





### ANEXO F-3: Granulometría del material granular de la Calicata 3

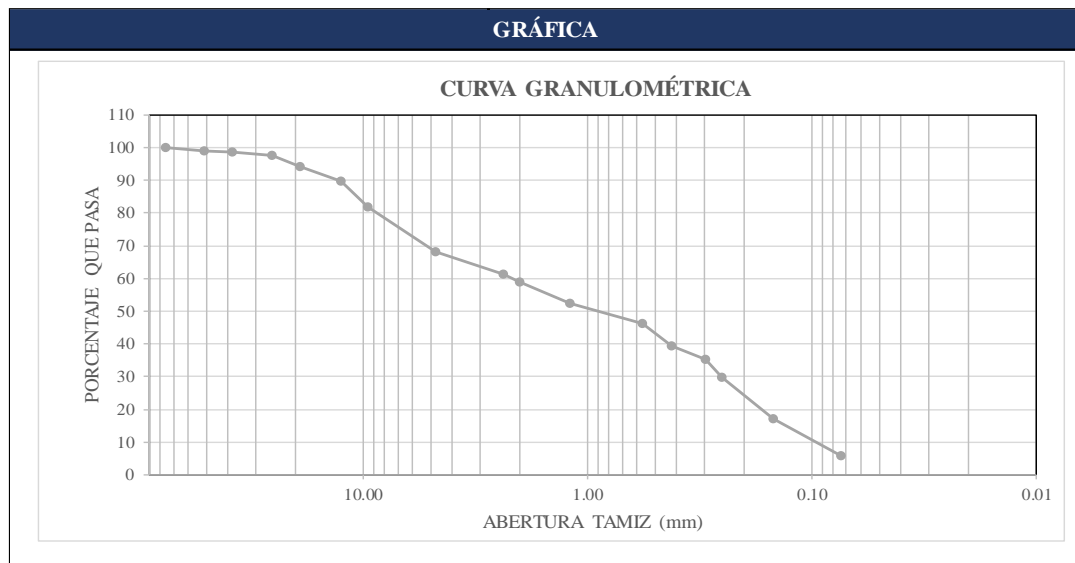
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISCA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."					
ABS: 2+963		PESO DE LA MUESTRA: 10000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		CALICATA N°: 3			
REALIZADO POR:		JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA			
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO / ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
3"	76.10	0	0	0.00	100.00
2"	50.80	406	406	4.06	95.94
1 1/2"	38.10	386	792	7.92	92.08
1"	25.40	986	1778	17.78	82.22
3/4"	19.050	351	2129	21.29	78.71
1/2"	12.50	426.3	2555.3	25.55	74.45
1/8"	9.530	805.9	3361.2	33.61	66.39
#4	4.76	1754	5115.2	51.15	48.85
PASA #4	-	4861	4884.80	48.85	
8	2.36	81.6	81.6	3.99	44.86
10	2.00	42.3	123.9	6.05	42.80
16	1.19	65.6	189.5	9.26	39.59
30	0.565	116.9	306.4	14.97	33.88
40	0.42	96.8	403.2	19.70	29.15
50	0.297	83.4	486.6	23.77	25.08
60	0.25	45.8	532.4	26.01	22.84
100	0.149	168.9	701.3	34.26	14.59
200	0.074	180.5	881.8	43.07	5.77
<b>PASA #200</b>		109.8	118.20	5.77	
<b>TOTAL</b>			10000 gr		





## ANEXO F-4: Granulometría del material granular de la Calicata 4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."					
ABS: 3+934 NORMA: ASTM D421-58 REALIZADO POR: JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA		PESO DE LA MUESTRA: 10000 gr CALICATA N°: 4			
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO / ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
3"	76.10	0	0	0.00	100.00
2"	50.80	105	105	1.05	98.95
1 1/2"	38.10	458	563	5.63	94.37
1"	25.40	824	1387	13.87	86.13
3/4"	19.050	351	1738	17.38	82.62
1/2"	12.50	426	2164	21.64	78.36
1/8"	9.530	506	2670	26.70	73.30
#4	4.76	2554	5224	52.24	47.76
PASA #4	-	4687	4776.00	47.76	
8	2.36	104.8	104.8	5.01	42.75
10	2.00	30.5	135.3	6.46	41.30
16	1.19	95.7	231	11.03	36.73
30	0.565	94.6	325.6	15.55	32.21
40	0.42	99.4	425	20.30	27.46
50	0.297	56.7	481.7	23.01	24.75
60	0.25	81.5	563.2	26.90	20.86
100	0.149	188.9	752.1	35.92	11.84
200	0.074	165.3	917.4	43.82	3.94
PASA #200		80.4	82.60	3.94	
<b>TOTAL</b>			10000 gr		



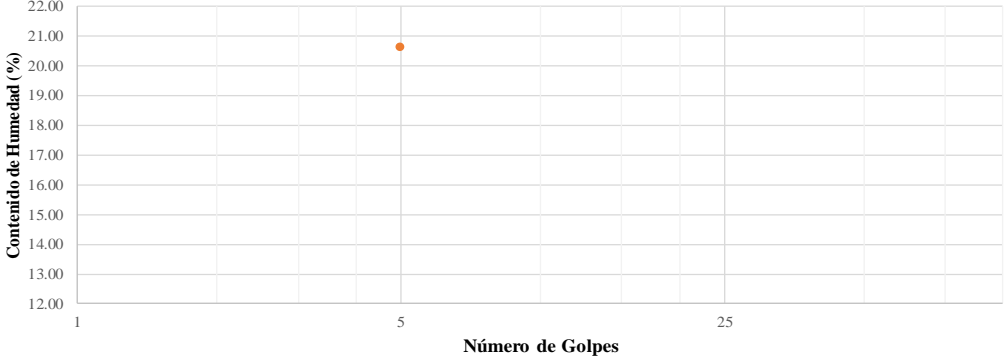


**ANEXO G**


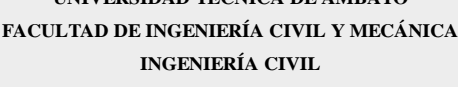

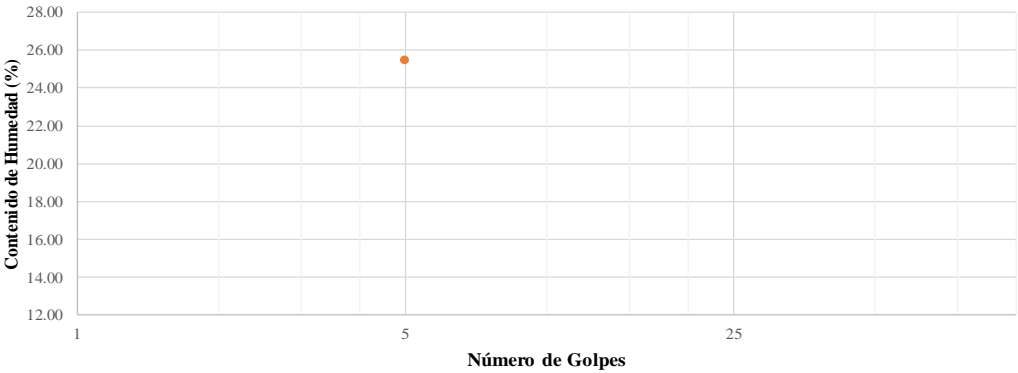
**LÍMITES DE ATTERBERG DE LA**

**SUBRASANTE**



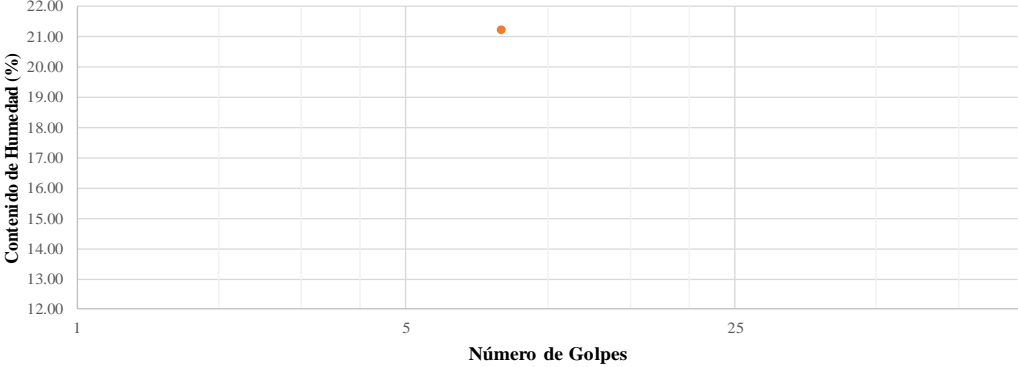
## ANEXO G-1: Límites de Atterberg de la subrasante de la Calicata 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		LÍMITES DE ATTERBERG		
				<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."				
<b>ABS:</b> 0+889 <b>NORMA:</b> ASTM D4318 <b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA		<b>No. CALICATA:</b> 1						
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
A1	5	20.83	17.02	2.00	3.81	15.02	25.36	20.61
A2		20.12	17.64	2.00	2.48	15.64	15.87	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad %				
0.00		-		No plástico				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO			SISTEMA AASHTO			A - 3		



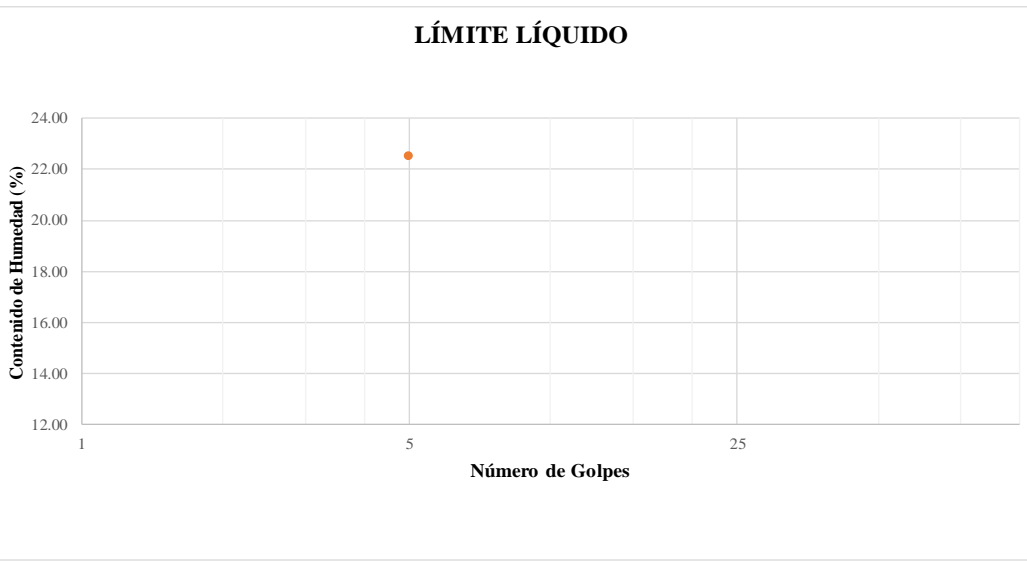
## ANEXO G-2: Límites de Atterberg de la subrasante de la Calicata 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		LÍMITES DE ATTERBERG		
								
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."								
<b>ABS:</b> 1+742						<b>No. CALICATA:</b> 2		
<b>NORMA:</b> ASTM D4318								
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
R1	5	18.96	15.69	2.00	3.27	13.69	23.90	25.44
R2		19.96	16.14	2.00	3.82	14.14	26.99	
<p style="text-align: center;"><b>LÍMITE LÍQUIDO</b></p> 								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad %				
0.00		-		No plástico				
<b>CLASIFICACIÓN DEL SUELO</b>		<b>SISTEMA AASHTO</b>		<b>A - 3</b>				

### ANEXO G-3: Límites de Atterberg de la subrasante de la Calicata 3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG									
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."											
<b>ABS:</b> 2+963		<b>NORMA:</b> ASTM D4318								<b>No. CALICATA:</b> 3	
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA											
LÍMITE LÍQUIDO											
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%			
R1	8	14.14	12.06	2.00	2.08	10.06	20.68	21.20			
R2		14.42	12.20	2.00	2.22	10.20	21.71				
<h4 style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</h4> 											
LÍMITE PLÁSTICO											
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%				
-	-	-	-	-	-	-	-				
-	-	-	-	-	-	-					
-	-	-	-	-	-	-					
-	-	-	-	-	-	-					
-	-	-	-	-	-	-					
RESULTADOS											
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %						
0.00		-			No plástico						
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		SISTEMA AASHTO			A - 3						

## ANEXO G-4: Límites de Atterberg de la subrasante de la Calicata 4



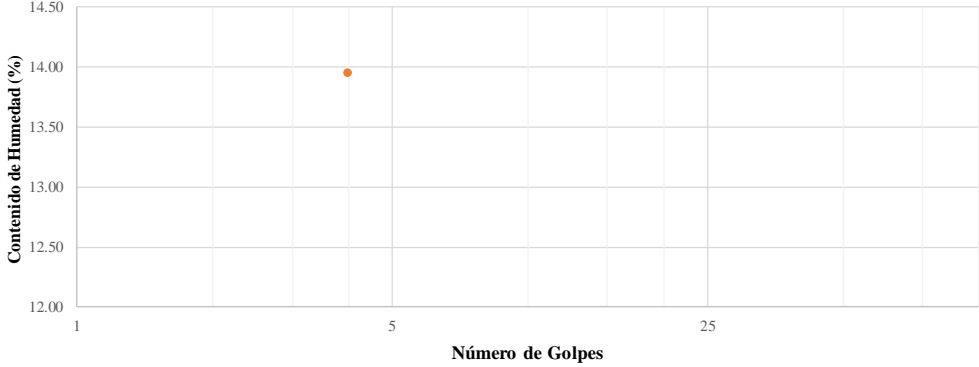
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITES DE ATTERBERG									
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
<b>ABS:</b> 3+934		<b>NORMA:</b> ASTM D4318						<b>No. CALICATA:</b> 4	
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA									
LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
S1	5	26.33	21.88	2.00	4.45	19.88	22.39	22.49	
S2		30.00	24.84	2.00	5.16	22.84	22.60		
LÍMITE LÍQUIDO									
									
LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
RESULTADOS									
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %				
0.00		-			No plástico				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		SISTEMA AASHTO			A - 3				

**ANEXO H**

**LÍMITES DE ATTERBERG DEL**



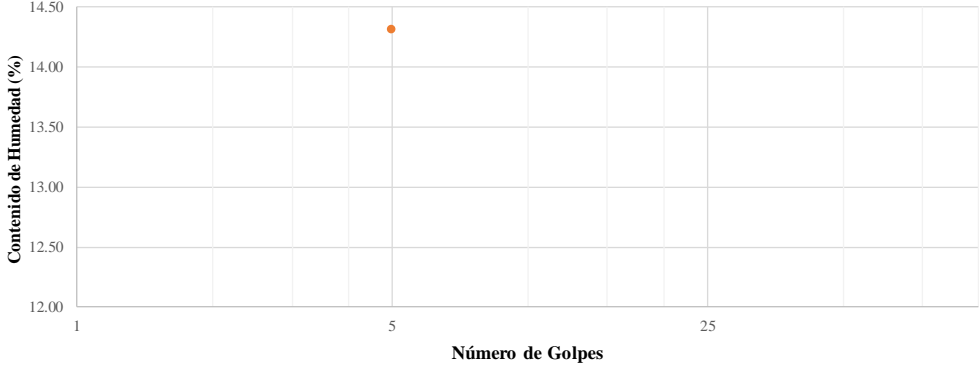
**MATERIAL GRANULAR**

## ANEXO H-1: Límites de Atterberg del material granular de la Calicata 1



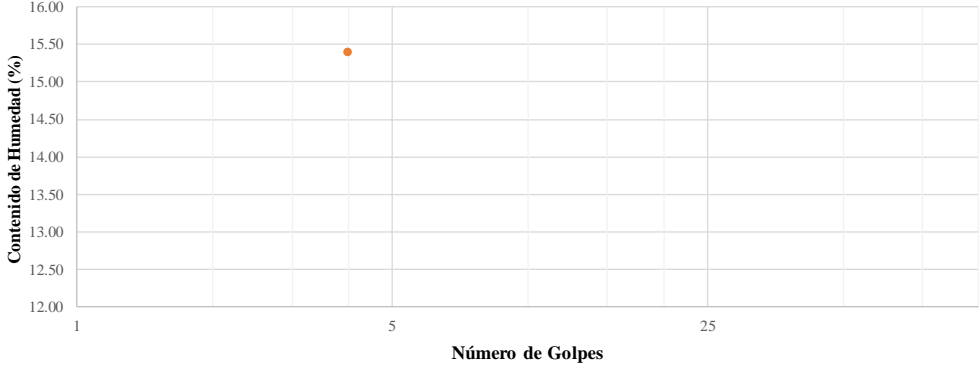
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG							
PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
ABS:		0+889			No. CALICATA:		1		
NORMA:		ASTM D4318							
REALIZADO POR:		JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA							
LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
J-6	4	25.01	22.77	5.86	2.24	16.91	13.25	13.95	
F-1		26.94	24.18	5.35	2.76	18.83	14.66		
LÍMITE LÍQUIDO									
									
LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%		
-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-			
RESULTADOS									
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %				
0.00		0.00			0.00				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO			SISTEMA AASHTO			A - 1 - b			





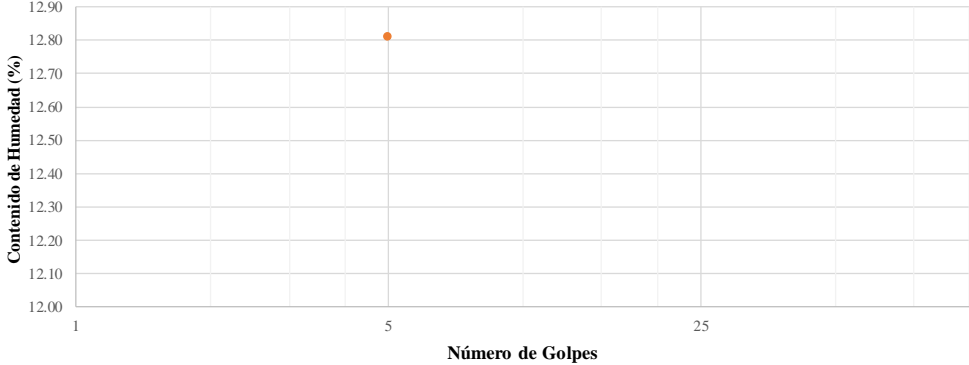
## ANEXO H-2: Límites de Atterberg del material granular de la Calicata 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG							
PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
ABS:		1+742							
NORMA:		ASTM D4318		No. CALICATA:		2			
REALIZADO POR:		JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA							
LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
E-2	5	21.04	18.95	4.38	2.09	14.57	14.34	14.31	
R-7		21.73	19.58	4.52	2.15	15.06	14.28		
<p style="text-align: center;"><b>LÍMITE LÍQUIDO</b></p> 									
LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%		
-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-			
RESULTADOS									
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad %					
0.00		0.00		0.00					
CLASIFICACIÓN DEL SUELO			SISTEMA AASHTO			A - 1 - b			

### ANEXO H-3: Límites de Atterberg del material granular de la Calicata 3



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG							
PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."									
ABS: 2+963						No. CALICATA: 3			
NORMA: ASTM D4318									
REALIZADO POR: JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA									
LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
J-2	4	22.83	20.24	3.82	2.59	16.42	15.77	15.39	
CD-5		21.93	19.68	4.69	2.25	14.99	15.01		
LÍMITE LÍQUIDO									
									
LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente Nro.		Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
-		-	-	-	-	-	-		
-		-	-	-	-	-	-		
-		-	-	-	-	-	-		
-		-	-	-	-	-	-		
-		-	-	-	-	-	-		
RESULTADOS									
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %				
0.00		0.00			0.00				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		SISTEMA AASHTO			A - 1 - b				

## ANEXO H-4: Límites de Atterberg del material granular de la Calicata 4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		LÍMITES DE ATTERBERG		
				PROYECTO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."				
ABS: 3+934		NORMA: ASTM D4318		No. CALICATA: 4				
REALIZADO POR: JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
X-5	5	26.04	23.78	6.22	2.26	17.56	12.87	12.81
C-1		25.14	22.99	6.13	2.15	16.86	12.75	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad %				
0.00		0.00		0.00				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		SISTEMA AASHTO		A - 1 - b				

**ANEXO I**  
**ENSAYO DE ABRASIÓN**

## ANEXO I-1: Ensayo de abrasión del material granular de la Calicata 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
 		
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN		
<b>ORIGEN:</b> Vía Pelileo - Guayaquil abscisa 0+000 a 4+580 <b>ENSAYADO POR:</b> Jonathan Toaquiza <b>CALICATA N°:</b> 1 <b>NORMA:</b> ASTM C 131 - 01 <b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 5000 gr		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Masa de la muestra a ensayar <b>(A)</b>	gr	5000
Masa de la muestra después del ensayo <b>(B)</b>	gr	3070
Masa perdida por desgaste <b>C= A -B</b>	gr	1930
Desgaste del agregado <b>D= (C/A)*100%</b>	%	38.6
Condición que establece la Norma	<40%	<b>CUMPLE</b>

## ANEXO I-2: Ensayo de abrasión del material granular de la Calicata 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
 		
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN		
<b>ORIGEN:</b> Vía Pelileo - Guayaquil abscisa 0+000 a 4+580 <b>ENSAYADO POR:</b> Jonathan Toaquiza <b>CALICATA N°:</b> 2 <b>NORMA:</b> ASTM C 131 - 01 <b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 5000 gr		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Masa de la muestra a ensayar <b>(A)</b>	gr	5000
Masa de la muestra después del ensayo <b>(B)</b>	gr	3058
Masa perdida por desgaste <b>C= A -B</b>	gr	1942
Desgaste del agregado <b>D= (C/A)*100%</b>	%	38.84
Condición que establece la Norma	<40%	<b>CUMPLE</b>

### ANEXO I-3: Ensayo de abrasión del material granular de la Calicata 3

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN		
<b>ORIGEN:</b> Vía Pelileo - Guayaquil abscisa 0+000 a 4+580 <b>ENSAYADO POR:</b> Jonathan Toaquiza <b>CALICATA N°:</b> 3 <b>NORMA:</b> ASTM C 131 - 01 <b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 5000 gr		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Masa de la muestra a ensayar <b>(A)</b>	gr	5000
Masa de la muestra después del ensayo <b>(B)</b>	gr	3089
Masa perdida por desgaste <b>C= A - B</b>	gr	1911
Desgaste del agregado <b>D= (C/A)*100%</b>	%	38.22
Condición que establece la Norma	<40%	<b>CUMPLE</b>



### ANEXO I-4: Ensayo de abrasión del material granular de la Calicata 4

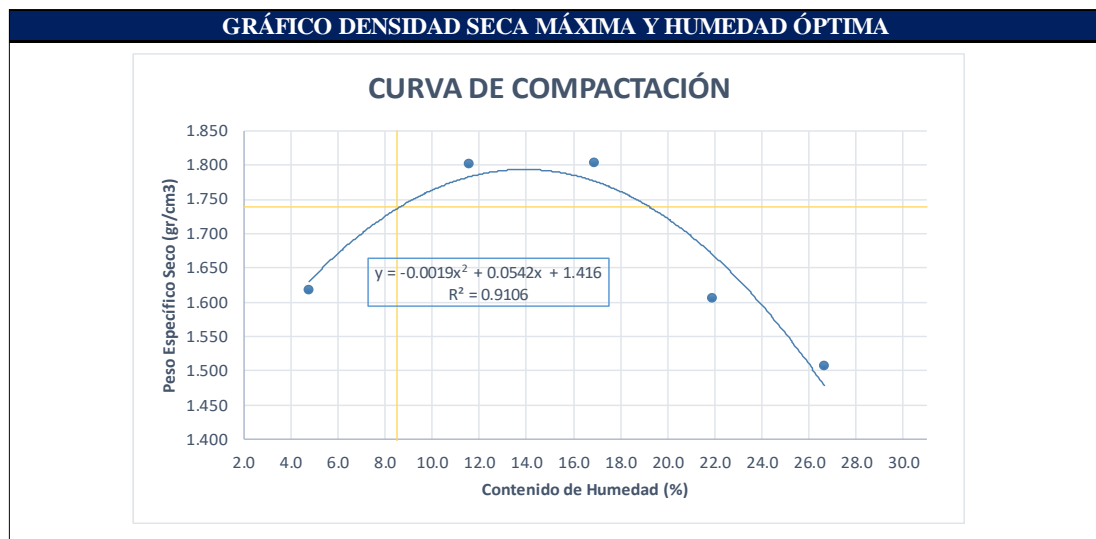
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN		
<b>ORIGEN:</b> Vía Pelileo - Guayaquil abscisa 0+000 a 4+580 <b>ENSAYADO POR:</b> Jonathan Toaquiza <b>CALICATA N°:</b> 4 <b>NORMA:</b> ASTM C 131 - 01 <b>PESO DE LA MUESTRA:</b> 5000 gr		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Masa de la muestra a ensayar <b>(A)</b>	gr	5000
Masa de la muestra después del ensayo <b>(B)</b>	gr	3097
Masa perdida por desgaste <b>C= A - B</b>	gr	1903
Desgaste del agregado <b>D= (C/A)*100%</b>	%	38.06
Condición que establece la Norma	<40%	<b>CUMPLE</b>

**ANEXO J**

**HUMEDAD ÓPTIMA POR PROCTOR  
MODIFICADO EN LA SUBRASANTE**



## ANEXO J-1: Proctor Modificado en la subrasante de la Calicata 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISIA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
<b>ABS:</b> 0+889		<b>CALICATA N°:</b> 1			
<b>NORMA:</b> AASHTO T180					
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA					
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	3769.2		
Volumen del molde (cm3):	942.53				
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	4	8	12	16
Suelo húmedo + molde (gr)	5367.7	5663.8	5756.5	5614.3	5568.17
Peso suelo húmedo (gr)	1598.50	1894.60	1987.30	1845.10	1798.97
Peso unitario húm. (gr)	1.696	2.010	2.108	1.958	1.909
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	CD-5	W-2	C-8	F-2	R-2
Peso del recipiente (gr)	44.50	53.10	42.30	45.80	46.43
Peso suelo húm. + recip (gr)	183.80	219.60	189.80	238.10	207.83
Peso suelo seco + recip (gr)	177.45	202.36	168.46	203.54	173.86
Peso del agua (gr)	6.35	17.24	21.34	34.56	33.97
Peso suelo seco (gr)	132.95	149.26	126.16	157.74	127.43
Contenido de agua (%)	4.78	11.55	16.92	21.91	26.66
w (%) Promedio	4.78	11.55	16.92	21.91	26.66
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.619	1.802	1.803	1.606	1.507
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>			1.803		
<b>Humedad Óptima:</b>			14.263		

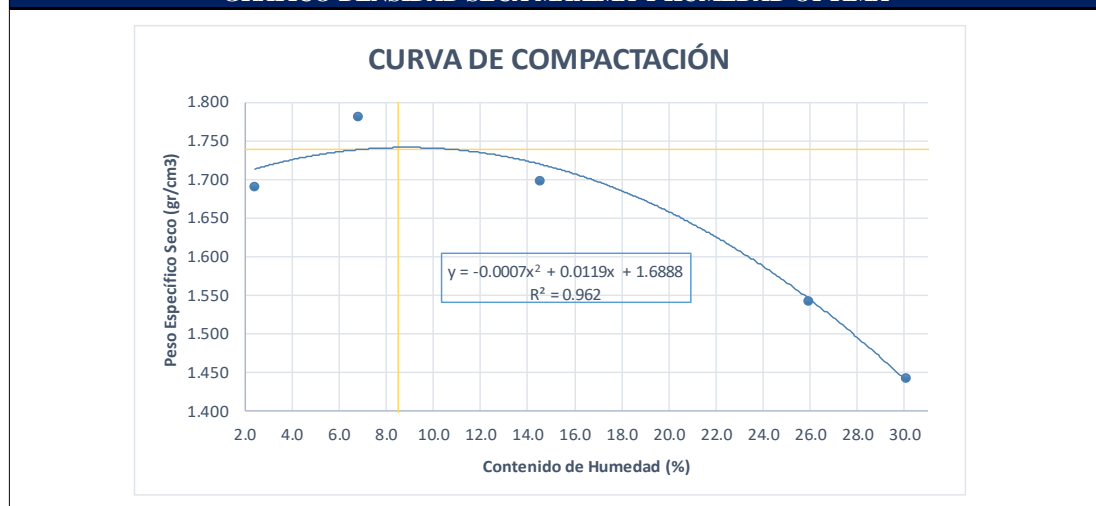




## ANEXO J-2: Proctor Modificado en la subrasante de la Calicata 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
INGENIERÍA CIVIL					
PROCTOR MODIFICADO					
 					
<b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISIA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."					
<b>ABS:</b> 1+742	<b>CALICATA N°:</b> 2				
<b>NORMA:</b> AASHTO T180					
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA					
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25				
Número de capas:	5				
Peso inicial deseado (gr):	2500				
Volumen del molde (cm3):	942.53				
Altura de caída:	18 "				
Peso del martillo:	10 lb				
Peso del molde (gr):	3769.2				
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	6	10	14	18
Suelo húmedo + molde (gr)	5401.6	5562.8	5602.1	5601.5	5537.9
Peso suelo húmedo (gr)	1632.40	1793.60	1832.90	1832.30	1768.70
Peso unitario húm. (gr)	1.732	1.903	1.945	1.944	1.877
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	F-3	D-78	E-22	R-7	CR-7
Peso del recipiente (gr)	55.60	60.78	80.83	47.60	45.40
Peso suelo húm. + recip (gr)	179.85	173.95	160.40	196.50	200.10
Peso suelo seco + recip (gr)	176.89	166.70	150.29	165.80	164.30
Peso del agua (gr)	2.96	7.25	10.11	30.70	35.80
Peso suelo seco (gr)	121.29	105.92	69.46	118.20	118.90
Contenido de agua (%)	2.44	6.84	14.56	25.97	30.11
w (%) Promedio	2.44	6.84	14.56	25.97	30.11
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.691	1.781	1.698	1.543	1.443
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>	1.739				
<b>Humedad Óptima:</b>	8.500				

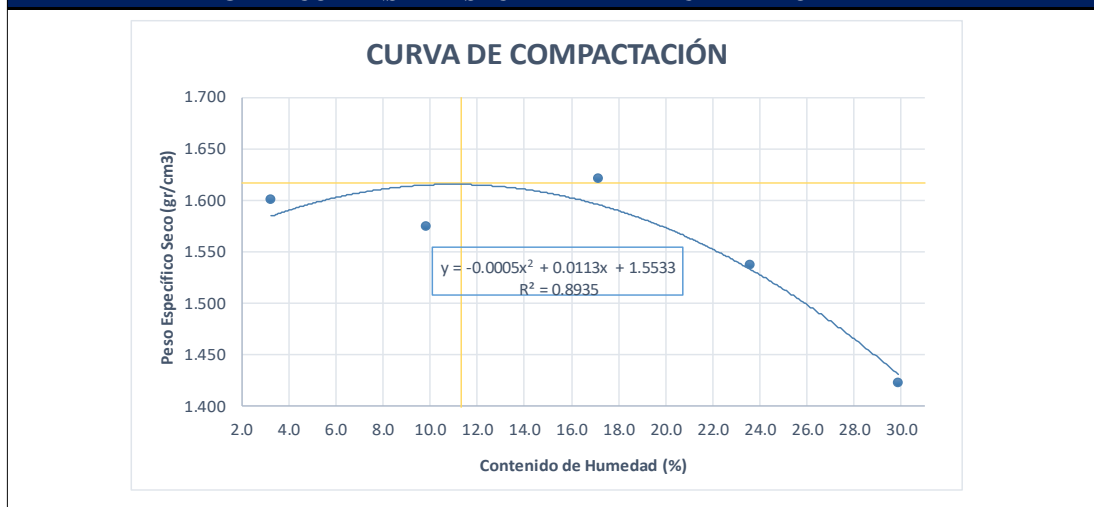
### GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA





### ANEXO J-3: Proctor Modificado en la subrasante de la Calicata 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		PROCTOR MODIFICADO	
<p><b>PROYECTO:</b> "EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISIA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."</p>							
<b>ABS:</b> 2+963		<b>CALICATA N°:</b> 3					
<b>NORMA:</b> AASHTO T180							
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA							
PROCTOR MODIFICADO							
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "				
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb				
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	3769.2				
Volumen del molde (cm3):	942.53						
Proceso de Compactación							
Numero de ensayo	1	2	3	4	5		
% Rango en aumento	0	4	8	12	16		
Suelo húmedo + molde (gr)	5327	5400	5560.3	5561.1	5511		
Peso suelo húmedo (gr)	1557.80	1630.80	1791.10	1791.90	1741.80		
Peso unitario húm. (gr)	1.653	1.730	1.900	1.901	1.848		
Determinación del Contenido de Humedad							
Numero de recipiente	R-5	F-2	W-5	A-4	G-5		
Peso del recipiente (gr)	42.86	53.08	53.13	46.32	48.10		
Peso suelo húm. + recip (gr)	166.34	167.00	159.41	169.41	200.00		
Peso suelo seco + recip (gr)	162.45	156.78	143.85	145.91	165.05		
Peso del agua (gr)	3.89	10.22	15.56	23.50	34.95		
Peso suelo seco (gr)	119.59	103.70	90.72	99.59	116.95		
Contenido de agua (%)	3.25	9.86	17.15	23.60	29.88		
w (%) Promedio	3.25	9.86	17.15	23.60	29.88		
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.601	1.575	1.622	1.538	1.423		
Resultados							
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>			1.617				
<b>Humedad Óptima:</b>			11.300				

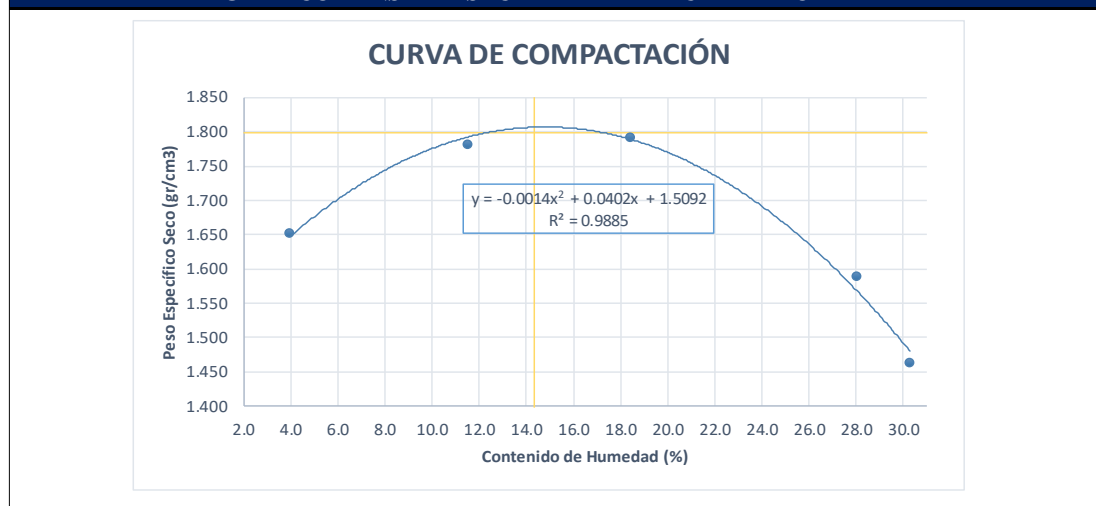
**GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA**



## ANEXO J-4: Proctor Modificado en la subrasante de la Calicata 4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISIA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
<b>ABS:</b>	3+934	<b>CALICATA N°:</b> 4			
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	3769.2		
Volumen del molde (cm3):	942.53				
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	4	8	12	16
Suelo húmedo + molde (gr)	5387.9	5642.3	5768.2	5687.1	5566
Peso suelo húmedo (gr)	1618.70	1873.10	1999.00	1917.90	1796.80
Peso unitario húm. (gr)	1.717	1.987	2.121	2.035	1.906
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	CD-5	C-8	D-1	H-2	W2
Peso del recipiente (gr)	44.50	42.30	39.31	43.28	53.10
Peso suelo húm. + recip (gr)	198.74	187.40	173.26	196.87	185.47
Peso suelo seco + recip (gr)	192.87	172.41	152.43	163.25	154.70
Peso del agua (gr)	5.87	14.99	20.83	33.62	30.77
Peso suelo seco (gr)	148.37	130.11	113.12	119.97	101.60
Contenido de agua (%)	3.96	11.52	18.41	28.02	30.29
w (%) Promedio	3.96	11.52	18.41	28.02	30.29
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.652	1.782	1.791	1.590	1.463
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>			1.798		
<b>Humedad Óptima:</b>			14.357		

### GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA





**ANEXO K**

**HUMDEDAD ÓPTIMA POR PROCTOR**

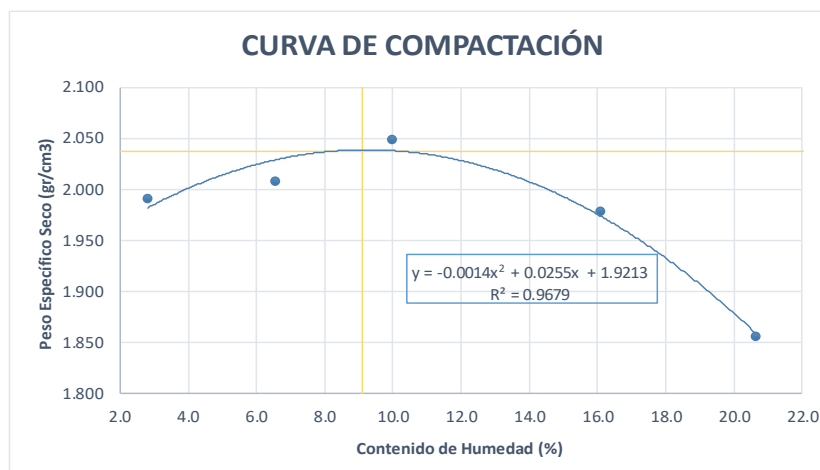
**MODIFICADO EN LA MUESTRA**

**GRANULAR**



## ANEXO K-1: Proctor Modificado en la muestra granular de la Calicata 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b> 					
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
<b>ABS:</b> 0+889	<b>CALICATA N°:</b> 1				
<b>NORMA:</b> AASHTO T180					
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA					
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	5000	Peso del molde (gr):	5438.0		
Volumen del molde (cm3):	2111.08				
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	3	6	9	12
Suelo húmedo + molde (gr)	9758.9	9956.4	10195.6	10286.3	10164.2
Peso suelo húmedo (gr)	4320.90	4518.40	4757.60	4848.30	4726.20
Peso unitario húm. (gr)	2.047	2.140	2.254	2.297	2.239
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	R-2	W-2	W-5	D-8	H-1
Peso del recipiente (gr)	46.43	53.43	53.47	46.58	42.62
Peso suelo húm. + recip (gr)	198.74	186.78	191.56	202.11	204.12
Peso suelo seco + recip (gr)	194.56	178.56	179.01	180.54	176.50
Peso del agua (gr)	4.18	8.22	12.55	21.57	27.62
Peso suelo seco (gr)	148.13	125.13	125.54	133.96	133.88
Contenido de agua (%)	2.82	6.57	10.00	16.10	20.63
w (%) Promedio	2.82	6.57	10.00	16.10	20.63
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.991	2.008	2.049	1.978	1.856
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>			2.037		
<b>Humedad Óptima:</b>			9.107		

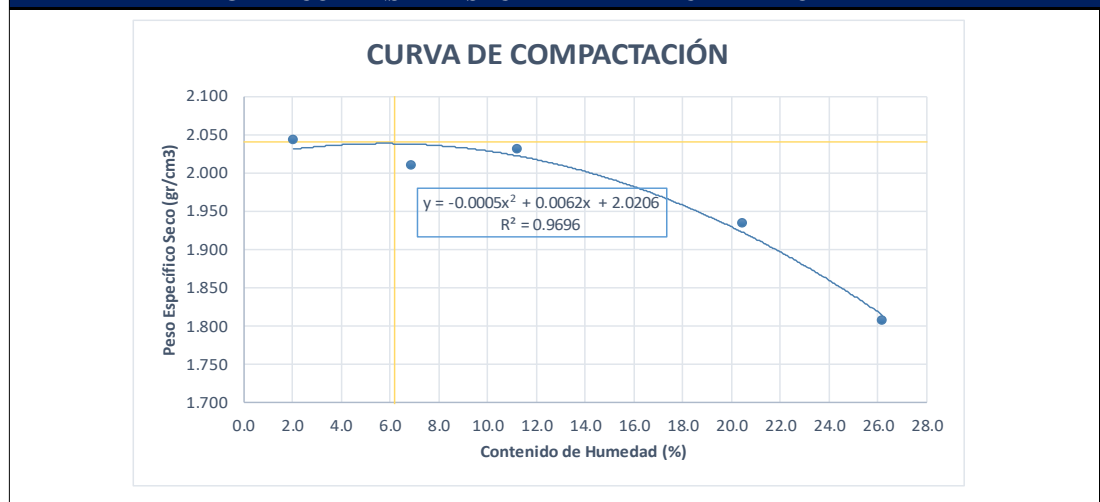
### GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA





## ANEXO K-2: Proctor Modificado en la muestra granular de la Calicata 2

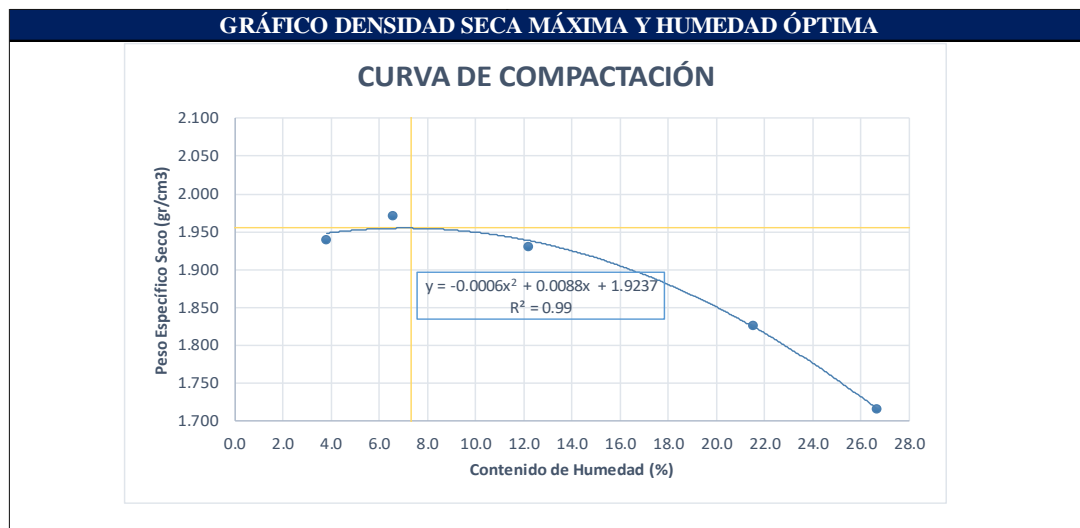
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b> 					
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISIA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
<b>ABS:</b> 1+742	<b>CALICATA N°:</b> 2				
<b>NORMA:</b> AASHTO T180					
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA					
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	5000	Peso del molde (gr):	5412.0		
Volumen del molde (cm3):	2081.86				
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	6	10	14	18
Suelo húmedo + molde (gr)	9754.2	9887.8	10115.2	10265.3	10159.3
Peso suelo húmedo (gr)	4342.20	4475.80	4703.20	4853.30	4747.30
Peso unitario húm. (gr)	2.086	2.150	2.259	2.331	2.280
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	GA-1	C-8	R-5	F-4	A-4
Peso del recipiente (gr)	42.80	42.30	42.86	49.47	46.32
Peso suelo húm. + recip (gr)	198.78	206.80	198.21	201.36	259.99
Peso suelo seco + recip (gr)	195.68	196.20	182.54	175.56	215.65
Peso del agua (gr)	3.10	10.60	15.67	25.80	44.34
Peso suelo seco (gr)	152.88	153.90	139.68	126.09	169.33
Contenido de agua (%)	2.03	6.89	11.22	20.46	26.19
w (%) Promedio	2.03	6.89	11.22	20.46	26.19
Peso unitario Seco (gr/cm3)	2.044	2.011	2.031	1.935	1.807
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>			2.040		
<b>Humedad Óptima:</b>			6.200		

**GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA**



### ANEXO K-3: Proctor Modificado en la muestra granular de la Calicata 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
<b>ABS:</b>	2+963	<b>CALICATA N°:</b> 3			
<b>NORMA:</b>	AASHTO T180				
<b>REALIZADO POR:</b>	JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	5000	Peso del molde (gr):	5438.0		
Volumen del molde (cm3):	2111.08				
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	6	10	14	18
Suelo húmedo + molde (gr)	9687.4	9873.3	10009.2	10124.8	10025.1
Peso suelo húmedo (gr)	4249.40	4435.30	4571.20	4686.80	4587.10
Peso unitario húm. (gr)	2.013	2.101	2.165	2.220	2.173
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	D-1	P-1	R-4	D-8	CR-7
Peso del recipiente (gr)	39.31	42.68	50.44	46.58	45.40
Peso suelo húm. + recip (gr)	173.47	203.80	196.41	215.14	182.13
Peso suelo seco + recip (gr)	168.55	193.87	180.50	185.23	153.33
Peso del agua (gr)	4.92	9.93	15.91	29.91	28.80
Peso suelo seco (gr)	129.24	151.19	130.06	138.65	107.93
Contenido de agua (%)	3.81	6.57	12.23	21.57	26.68
w (%) Promedio	3.81	6.57	12.23	21.57	26.68
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.939	1.971	1.929	1.826	1.715
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>			1.956		
<b>Humedad Óptima:</b>			7.333		



## ANEXO K-4: Proctor Modificado en la muestra granular de la Calicata 4



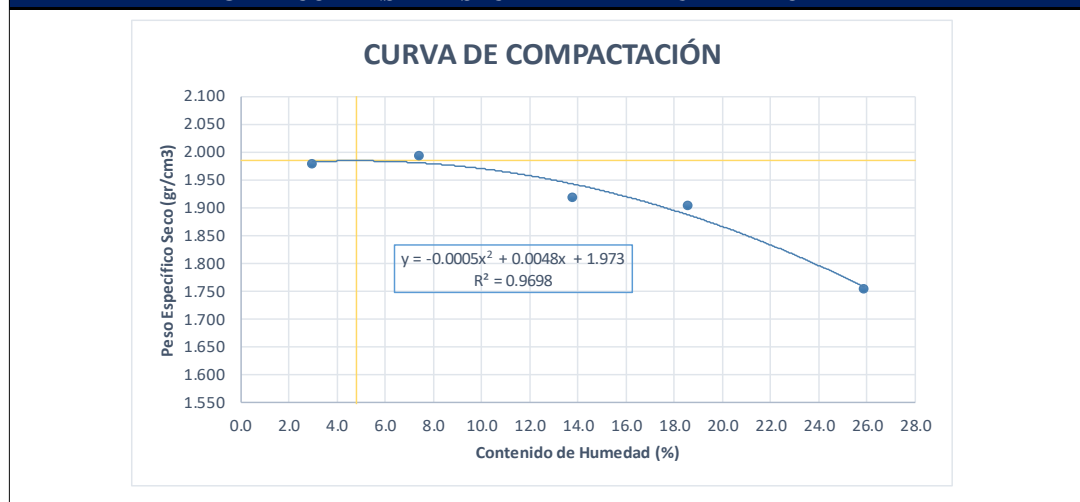
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
INGENIERÍA CIVIL					
PROCTOR MODIFICADO					
 					
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
<b>ABS:</b> 3+934	<b>CALICATA N°:</b> 4				
<b>NORMA:</b> AASHTO T180					
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN FREDDY TOAQUIZA LICTA					
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	5000	Peso del molde (gr):	5412.0		
Volumen del molde (cm3):	2081.86				
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	6	10	14	18
Suelo húmedo + molde (gr)	9655.2	9872.3	9957.8	10115.4	10009.7
Peso suelo húmedo (gr)	4243.20	4460.30	4545.80	4703.40	4597.70
Peso unitario húm. (gr)	2.038	2.142	2.184	2.259	2.208
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	W2	CD-5	F-12	GT-7	CV-1
Peso del recipiente (gr)	53.10	44.50	46.26	53.29	90.13
Peso suelo húm. + recip (gr)	175.75	221.10	173.28	218.14	239.41
Peso suelo seco + recip (gr)	172.20	208.87	157.90	192.30	208.70
Peso del agua (gr)	3.55	12.23	15.38	25.84	30.71
Peso suelo seco (gr)	119.10	164.37	111.64	139.01	118.57
Contenido de agua (%)	2.98	7.44	13.78	18.59	25.90
w (%) Promedio	2.98	7.44	13.78	18.59	25.90
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.979	1.994	1.919	1.905	1.754
Resultados					
<b>Densidad Seca Máxima (gr/cm3):</b>			1.985		
<b>Humedad Óptima:</b>			4.800		

GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA







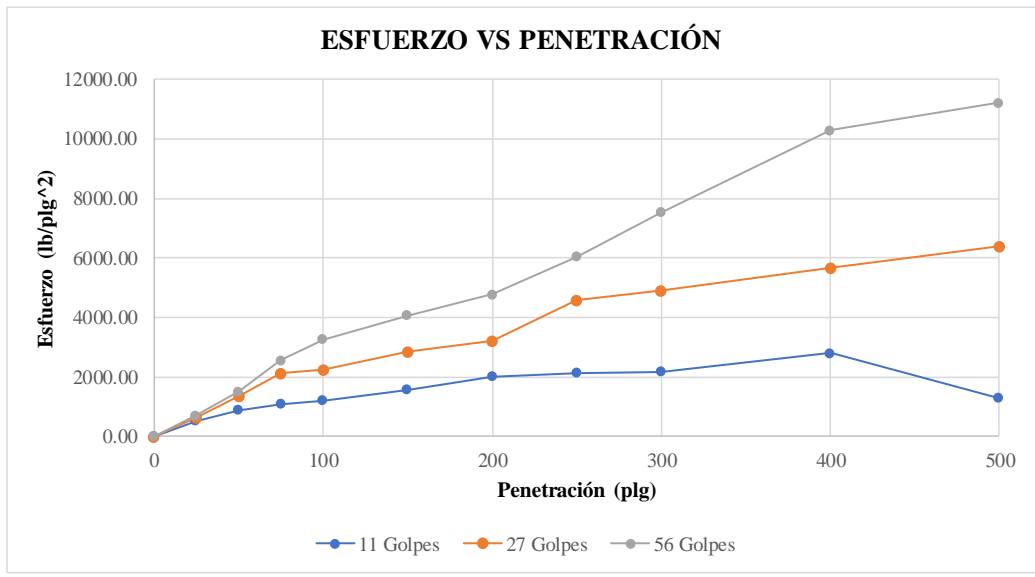
**ANEXO L**

**ENSAYO DE CBR EN LA SUBRASANTE**

## ANEXO L-1: CBR en la subrasante de la Calicata 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”						
<b>ABS:</b> 0+889		<b>CALICATA N°:</b> 1				
<b>NORMA:</b> ASTM D 1883		<b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5				
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN TOAQUIZA			<b>PESO INICIAL:</b> 5000 gr			
CBR DE LABORATORIO						
Molde	9		8		7	
Dimensiones	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
	15.18	17.77	15.15	17.78	15.17	17.77
Volumen retorta	1111.22		1106.84		1109.76	
Proceso de Compactación						
Numero de golpes por capa	11		27		56	
Antes de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10300.5		10458.6		10804.6	
Peso del molde (gr)	6372.4		6370.8		5393.6	
Peso muestra húmeda (gr)	3928.1		4087.8		5411	
Volumen muestra (cm3)	2104.81		2098.30		2102.04	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.866		1.948		2.574	
Densidad seca (gr/cm3)	1.614		1.696		2.232	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10499.9		10699.2		10864.9	
Peso del molde (gr)	6372.4		6370.8		5393.6	
Peso muestra húmeda (gr)	4127.5		4328.4		5471.3	
Volumen muestra (cm3)	2104.81		2098.30		2102.04	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.961		2.063		2.603	
Densidad seca (gr/cm3)	1.636		1.732		2.217	
Densidad seca promedio(gr/cm3)	1.625		1.714		2.224	
Determinación del Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Numero de recipiente	D-1	R-4	E-1	D-8	H-2	P-1
Peso del recipiente (gr)	39.31	50.44	88.38	46.58	43.28	42.68
Peso suelo húm. + recip (gr)	143.52	199.95	306.15	220.07	205.64	243.07
Peso suelo seco + recip (gr)	129.45	175.15	278.01	192.23	184.05	213.37
Peso del agua (gr)	14.07	24.80	28.14	27.84	21.59	29.70
Peso suelo seco (gr)	90.14	124.71	189.63	145.65	140.77	170.69
Contenido de humedad w%	15.61	19.89	14.84	19.11	15.34	17.40
Peso unitario Seco (gr/cm3)	4.277		4.275		2.063	
Pentación en la máquina CBR						
Molde	9		8		7	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	1.03	533.93	1.23	637.61	1.37	710.18
50	1.73	896.80	2.66	1378.89	2.94	1524.03
75	2.13	1104.15	4.12	2135.72	4.95	2565.98
100	2.35	1218.19	4.36	2260.13	6.31	3270.97
150	3.03	1570.69	5.54	2871.82	7.85	4069.28
200	3.88	2011.31	6.21	3219.13	9.21	4774.27
250	4.13	2140.91	8.85	4587.66	11.67	6049.48
300	4.20	2177.19	9.50	4924.60	14.52	7526.87
400	5.42	2809.61	10.90	5650.33	19.83	10279.46

**Esfuerzo vs Penetración**

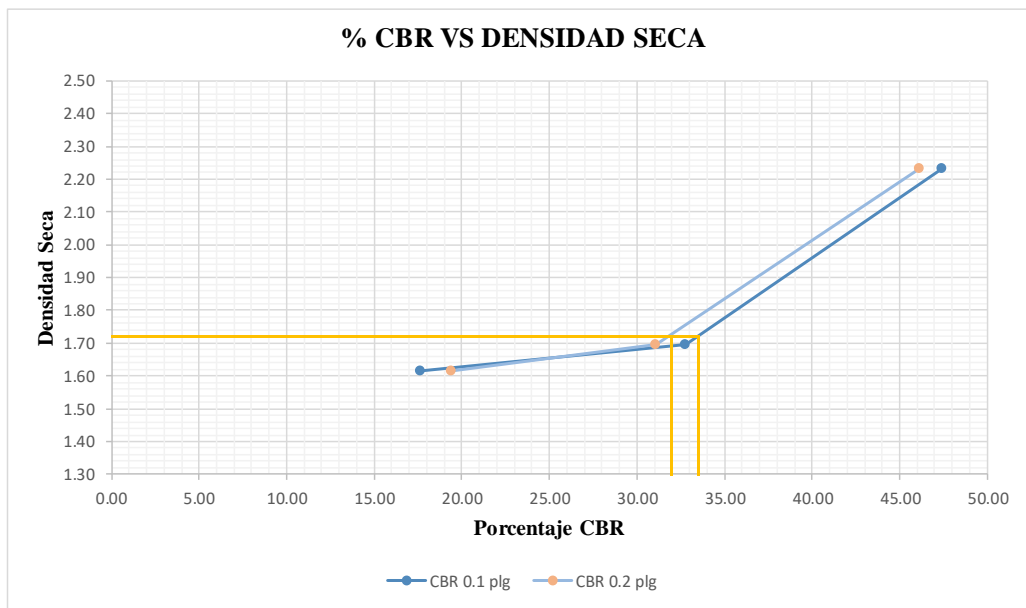


Penetración en la máquina CBR

**CORRECCIÓN DE CBR**



MOLDE	Presión (KPa)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (KPa)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
7	3270.97	47.44	2.23	4774.27	46.16	2.23
8	2260.13	32.78	1.70	3219.13	31.13	1.70
9	1218.19	17.67	1.61	2011.31	19.45	1.61

**% de CBR vs DENSIDAD SECA**

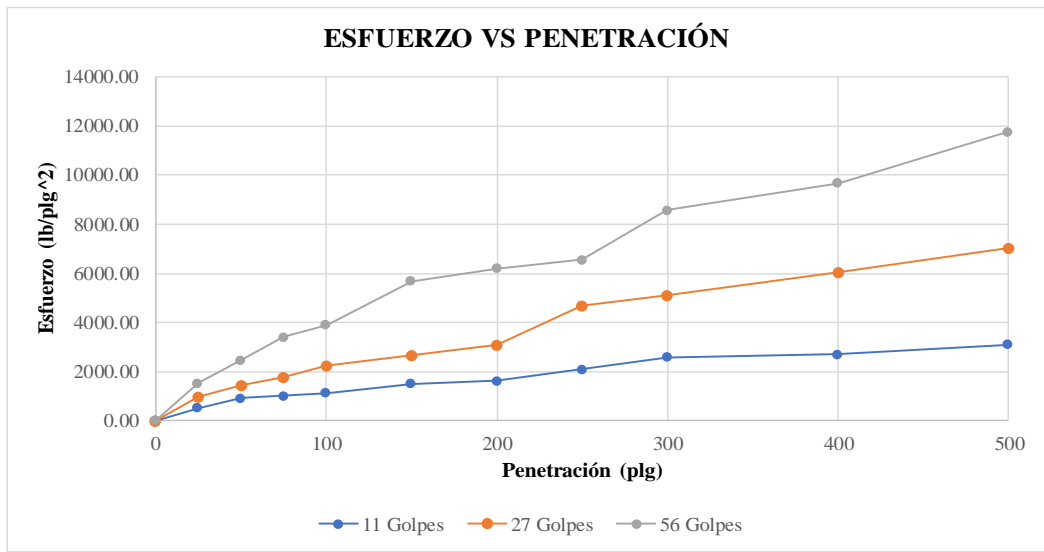


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.803	Densidad seca máxima (95%)	1.713
% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	CBR PUNTUAL (%)
33.50	32.00	33.50	<b>33.50</b>

## ANEXO L-2: CBR en la subrasante de la Calicata 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”						
<b>ABS:</b> 1+742		<b>CALICATA N°:</b> 2				
<b>NORMA:</b> ASTM D 1883		<b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5				
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN TOAQUIZA		<b>PESO INICIAL:</b> 5000 gr				
CBR DE LABORATORIO						
Molde	12		11		10	
Dimensiones	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
	15.19	17.78	15.17	17.77	15.19	17.77
Volumen retorta	1112.69		1109.76		1112.69	
Proceso de Compactación						
Numero de golpes por capa	11		27		56	
Antes de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10300.1		10568.9		11524.2	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	3814.5		4109.7		5076.8	
Volumen muestra (cm3)	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.808		1.955		2.409	
Densidad seca (gr/cm3)	1.553		1.675		2.015	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10603.8		10857.3		11875.2	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	4118.2		4398.1		5427.8	
Volumen muestra (cm3)	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.952		2.092		2.575	
Densidad seca (gr/cm3)	1.596		1.707		2.095	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.575		1.691		2.055	
Determinación del Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Numero de recipiente	F-4	Y-7	W-2	F-5	X-1	L-5
Peso del recipiente (gr)	49.47	60.38	99.87	57.90	55.68	53.64
Peso suelo húm. + recip (gr)	149.50	215.60	203.54	198.50	225.37	187.46
Peso suelo seco + recip (gr)	135.40	187.30	188.70	172.60	197.64	162.50
Peso del agua (gr)	14.10	28.30	14.84	25.90	27.73	24.96
Peso suelo seco (gr)	85.93	126.92	88.83	114.70	141.96	108.86
Contenido de humedad w%	16.41	22.30	16.71	22.58	19.53	22.93
Peso unitario Seco (gr/cm3)	5.889		5.875		3.395	
Pentación en la máquina CBR						
Molde	12		11		10	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	1.01	523.56	1.90	984.92	2.96	1534.40
50	1.78	922.71	2.85	1477.38	4.76	2467.48
75	1.98	1026.39	3.42	1772.86	6.58	3410.93
100	2.19	1135.25	4.31	2234.21	7.55	3913.76
150	2.91	1508.48	5.16	2674.84	10.98	5691.80
200	3.16	1638.08	5.97	3094.72	11.95	6194.63
250	4.05	2099.44	9.06	4696.52	12.64	6552.31
300	4.99	2586.71	9.89	5126.77	16.54	8573.99
400	5.23	2711.12	11.65	6039.12	18.67	9678.14
500	6.00	3110.27	13.58	7039.59	22.69	11762.02

**Esfuerzo vs Penetración**

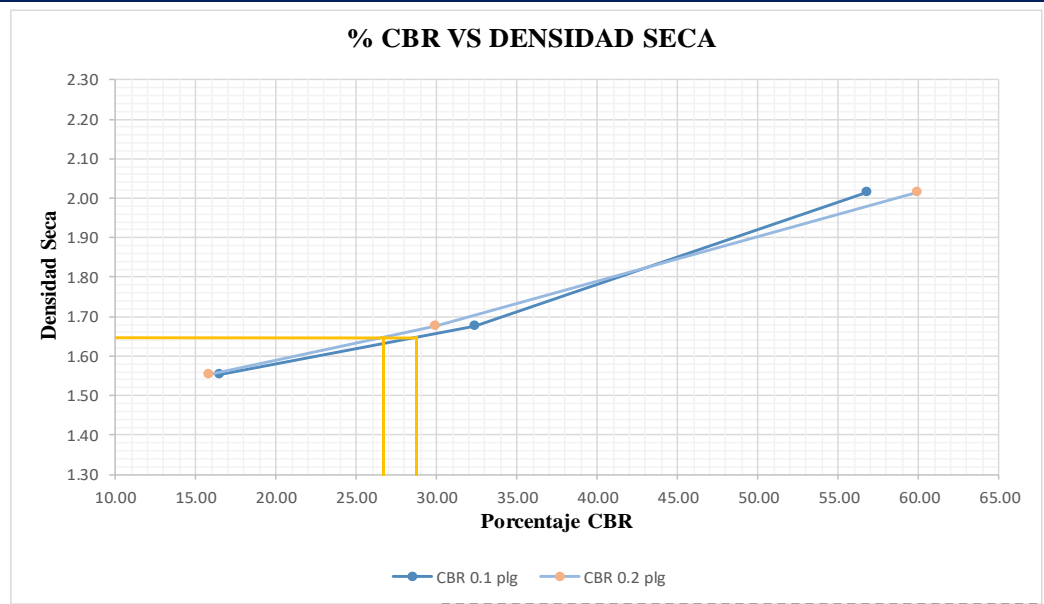


Penetración en la máquina CBR

**CORRECCIÓN DE CBR**



MOLDE	Presión (KPa)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (KPa)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
10	3913.76	56.76	2.02	6194.63	59.90	2.02
11	2234.21	32.40	1.68	3094.72	29.92	1.68
12	1135.25	16.47	1.55	1638.08	15.84	1.55

**% de CBR vs DENSIDAD SECA**

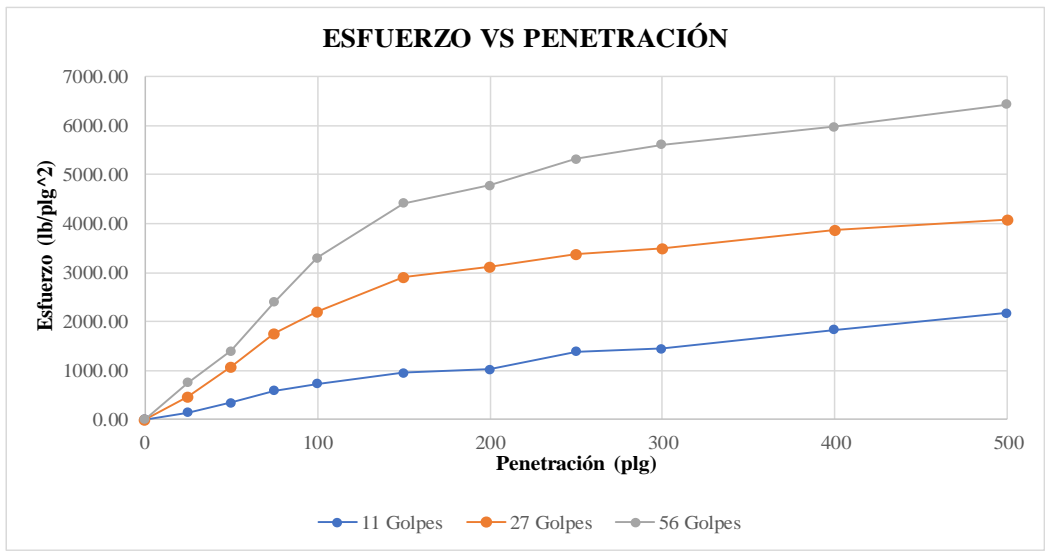


<b>Densidad seca máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.739	<b>Densidad seca máxima (95%)</b>	1.652
<b>% CBR 0.1 plg</b>	28.60	<b>% CBR 0.2 plg</b>	27.80
<b>% CBR mayor</b>	28.60	<b>CBR PUNTUAL (%)</b>	<b>28.60</b>

### ANEXO L-3: CBR en la subrasante de la Calicata 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”						
<b>ABS:</b> 2+963		<b>CALICATA N°:</b> 3				
<b>NORMA:</b> ASTM D 1883		<b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5				
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN TOAQUIZA		<b>PESO INICIAL:</b> 5000 gr				
CBR DE LABORATORIO						
Molde	9		8		7	
Dimensiones	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
	15.18	17.77	15.15	17.78	15.17	17.77
Volumen retorta	894.05		1106.84		1109.76	
Proceso de Compactación						
Numero de golpes por capa	11		27		56	
Antes de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10145.2		10006.9		10131.5	
Peso del molde (gr)	6372.4		6370.8		5393.6	
Peso muestra húmeda (gr)	3772.8		3636.1		4737.9	
Volumen muestra (cm3)	2321.98		2098.30		2102.04	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.625		1.733		2.254	
Densidad seca (gr/cm3)	1.476		1.574		2.048	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10631.6		10377		10455.6	
Peso del molde (gr)	6372.4		6370.8		5393.6	
Peso muestra húmeda (gr)	4259.2		4006.2		5062	
Volumen muestra (cm3)	2321.98		2098.30		2102.04	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.834		1.909		2.408	
Densidad seca (gr/cm3)	1.491		1.571		2.015	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.484		1.572		2.031	
Determinación del Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Numero de recipiente	F-12	W-67	GA-1	GT-7	CV-1	BF-2
Peso del recipiente (gr)	46.26	93.58	42.80	53.29	90.13	86.06
Peso suelo húm. + recip (gr)	182.53	235.52	208.22	267.03	289.88	248.38
Peso suelo seco + recip (gr)	170.09	208.96	193.01	229.12	271.66	221.85
Peso del agua (gr)	12.44	26.56	15.21	37.91	18.22	26.53
Peso suelo seco (gr)	123.83	115.38	150.21	175.83	181.53	135.79
Contenido de humedad w%	10.05	23.02	10.13	21.56	10.04	19.54
Peso unitario Seco (gr/cm3)	12.974		11.435		9.501	
Pentación en la máquina CBR						
Molde	9		8		7	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.28	145.15	0.91	471.73	1.45	751.65
50	0.67	347.31	2.10	1088.60	2.70	1399.62
75	1.15	596.14	3.40	1762.49	4.63	2400.10
100	1.41	730.91	4.25	2203.11	6.38	3307.26
150	1.85	959.00	5.60	2902.92	8.53	4421.77
200	1.99	1031.57	6.02	3120.64	9.23	4784.64
250	2.69	1394.44	6.53	3385.02	10.26	5318.57
300	2.80	1451.46	6.76	3504.24	10.83	5614.05
400	3.55	1840.25	7.47	3872.29	11.54	5982.10
500	4.20	2177.19	7.88	4084.83	12.41	6433.09

**Esfuerzo vs Penetración**

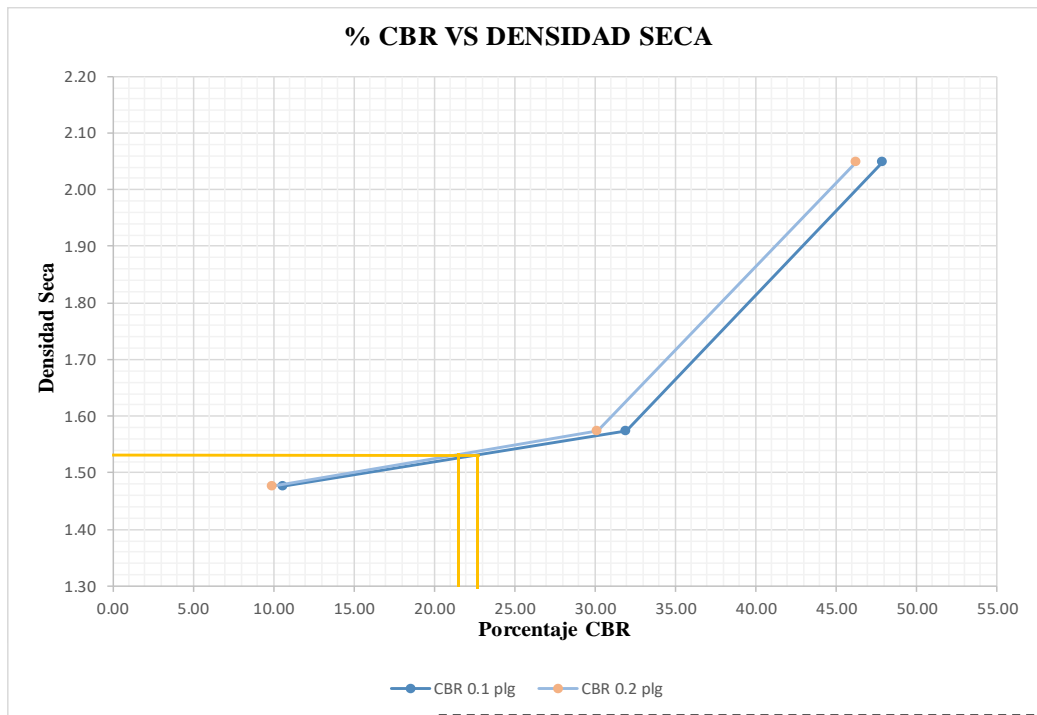


Penetración en la máquina CBR

**CORRECCIÓN DE CBR**



MOLDE	Presión (KPa)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (KPa)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
7	3307.26	47.97	2.05	4784.64	46.26	2.05
8	2203.11	31.95	1.57	3120.64	30.17	1.57
9	730.91	10.60	1.48	1031.57	9.97	1.48

**% de CBR vs DENSIDAD SECA**



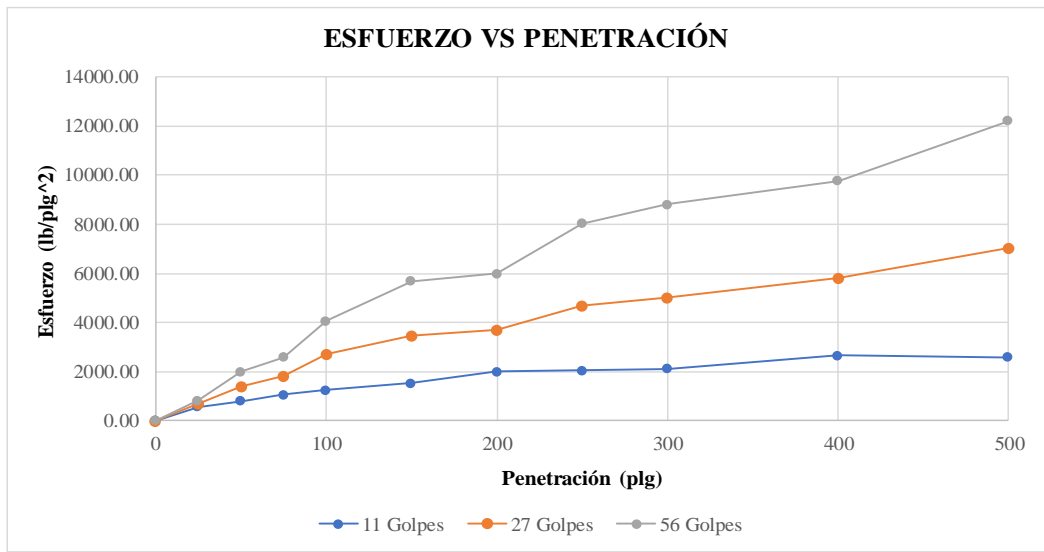
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.617	Densidad seca máxima (95%)	1.536
% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR menor	<b>CBR PUNTUAL (%)</b>
22.80	21.50	22.80	<b>22.80</b>

## ANEXO L-4: CBR en la subrasante de la Calicata 4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”						
<b>ABS:</b> 3+934		<b>CALICATA N°:</b> 4				
<b>NORMA:</b> ASTM D 1883		<b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5				
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN TOAQUIZA		<b>PESO INICIAL:</b> 5000 gr				
CBR DE LABORATORIO						
Molde	12		11		10	
Dimensiones	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
	15.19	17.78	15.17	17.77	15.19	17.77
Volumen retorta	1112.69		1109.76		1112.69	
Proceso de Compactación						
Numero de golpes por capa	11		27		56	
Antes de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10287.5		10485.3		11687.4	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	3801.9		4026.1		5240	
Volumen muestra (cm3)	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.802		1.915		2.486	
Densidad seca (gr/cm3)	1.686		1.759		2.050	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10325.8		10687.4		11987.4	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	3840.2		4228.2		5540	
Volumen muestra (cm3)	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.821		2.011		2.629	
Densidad seca (gr/cm3)	1.626		1.763		2.101	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.656		1.761		2.076	
Determinación del Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Numero de recipiente	F-4	X-1	R-5	G-5	D-78	CR-7
Peso del recipiente (gr)	49.47	55.68	42.86	48.10	60.78	45.40
Peso suelo húm. + recip (gr)	164.87	200.87	235.22	178.42	187.56	224.32
Peso suelo seco + recip (gr)	157.40	185.34	219.54	162.34	165.32	188.42
Peso del agua (gr)	7.47	15.53	15.68	16.08	22.24	35.90
Peso suelo seco (gr)	107.93	129.66	176.68	114.24	104.54	143.02
Contenido de humedad w%	6.92	11.98	8.87	14.08	21.27	25.10
Peso unitario Seco (gr/cm3)	5.056		5.201		3.827	
Pentación en la máquina CBR						
Molde	12		11		10	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	1.09	565.03	1.35	699.81	1.59	824.22
50	1.55	803.49	2.73	1415.18	3.87	2006.13
75	2.05	1062.68	3.54	1835.06	4.98	2581.53
100	2.41	1249.29	5.22	2705.94	7.85	4069.28
150	2.97	1539.59	6.72	3483.51	10.98	5691.80
200	3.87	2006.13	7.12	3690.86	11.54	5982.10
250	3.95	2047.60	9.06	4696.52	15.48	8024.51
300	4.08	2114.99	9.64	4997.17	16.98	8802.08
400	5.12	2654.10	11.23	5821.40	18.85	9771.45
500	4.98	2581.53	13.56	7029.22	23.54	12202.65



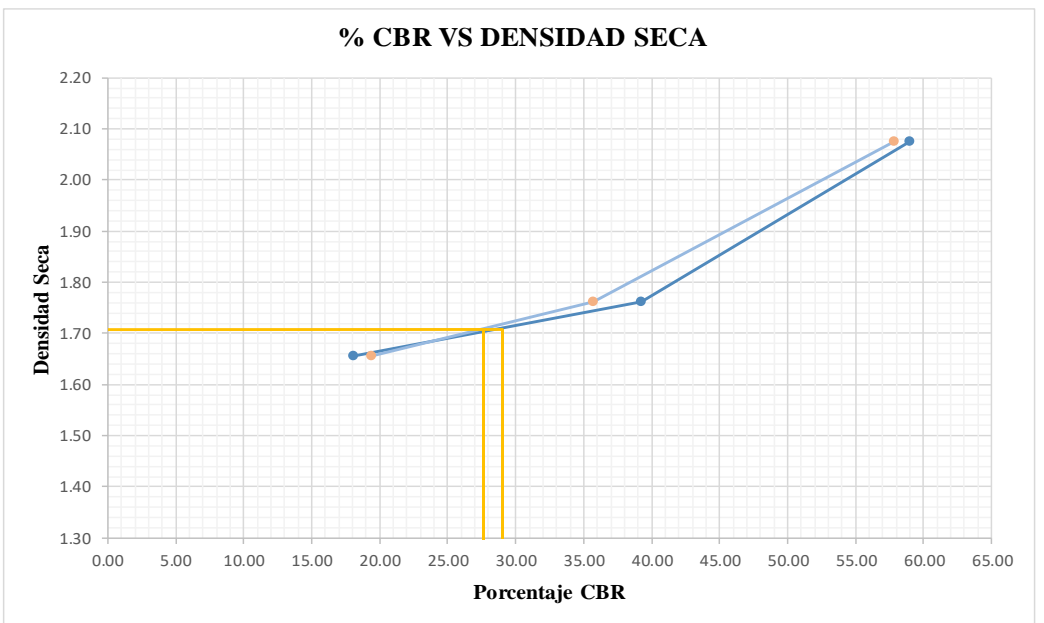
**Esfuerzo vs Penetración**



**CORRECCIÓN DE CBR**

MOLDE	Presión (KPa)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (KPa)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
10	4069.28	59.02	2.08	5982.10	57.84	2.08
11	2705.94	39.25	1.76	3690.86	35.69	1.76
12	1249.29	18.12	1.66	2006.13	19.40	1.66

**% de CBR vs DENSIDAD SECA**





<b>Densidad seca máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.798	<b>Densidad seca máxima (95%)</b>	1.708
<b>% CBR 0.1 plg</b>	27.50	<b>% CBR 0.2 plg</b>	29.00
		<b>% CBR menor</b>	29.00
		<b>CBR PUNTUAL (%)</b>	<b>29.00</b>

**ANEXO M**

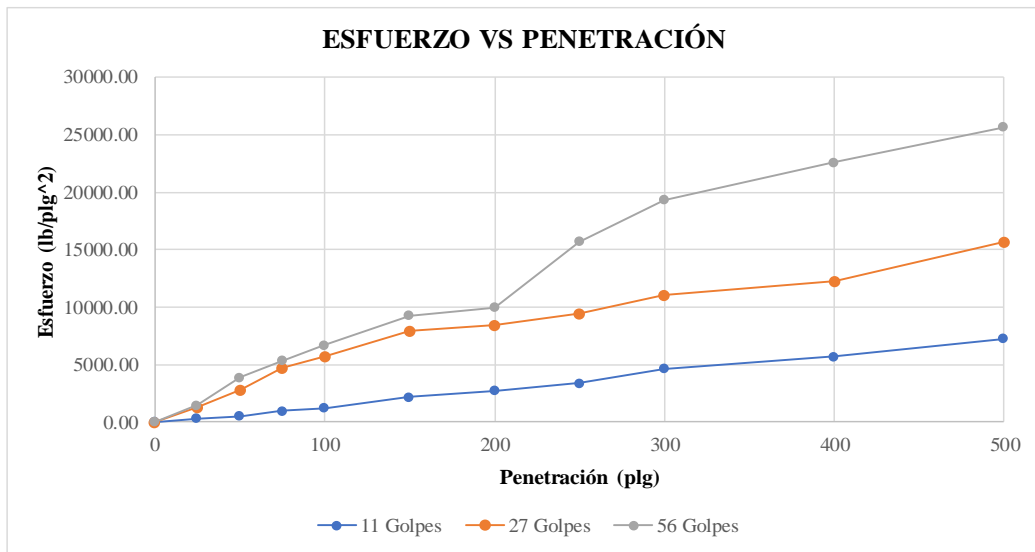
**ENSAYO DE CBR EN EL MATERIAL**

**GRANULAR**

## ANEXO M-1: CBR en el material granular de la Calicata 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”						
<b>ABS:</b> 0+889		<b>CALICATA N°:</b> 1				
<b>NORMA:</b> ASTM D 1883		<b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5				
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN TOAQUIZA		<b>PESO INICIAL:</b> 5000 gr				
CBR DE LABORATORIO						
Molde	9		8		7	
	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
Dimensiones	15.18	17.77	15.15	17.78	15.17	17.77
Volumen retorta	1111.22		1106.84		1109.76	
Proceso de Compactación						
Numero de golpes por capa	11		27		56	
Antes de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10459.2		10806.4		10896.1	
Peso del molde (gr)	6372.4		6370.8		5393.6	
Peso muestra húmeda (gr)	4086.8		4435.6		5502.5	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2104.81		2098.30		2102.04	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.942		2.114		2.618	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.697		1.821		2.296	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10865.2		10987.6		11124.7	
Peso del molde (gr)	6372.4		6370.8		5393.6	
Peso muestra húmeda (gr)	4492.8		4616.8		5731.1	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2104.81		2098.30		2102.04	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.135		2.200		2.726	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.699		1.740		2.231	
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.698		1.781		2.264	
Determinación del Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Numero de recipiente	W-1	C-2	F-2	F-3	E-22	G5
Peso del recipiente (gr)	80.83	48.10	46.21	55.60	53.71	42.66
Peso suelo húm. + recip (gr)	225.98	176.40	205.36	265.45	198.35	168.54
Peso suelo seco + recip (gr)	207.70	150.20	183.30	221.60	180.56	145.68
Peso del agua (gr)	18.28	26.20	22.06	43.85	17.79	22.86
Peso suelo seco (gr)	126.87	102.10	137.09	166.00	126.85	103.02
Contenido de humedad w%	14.41	25.66	16.09	26.42	14.02	22.19
Peso unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	11.253		10.324		8.165	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	9		8		7	
	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
Penetración (plg*10-3)						
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.65	336.95	2.54	1316.68	2.87	1487.75
50	1.03	533.93	5.40	2799.25	7.54	3908.58
75	1.85	959.00	9.05	4691.33	10.37	5375.59
100	2.35	1218.19	11.11	5759.19	12.95	6713.01
150	4.21	2182.38	15.24	7900.10	17.85	9253.07
200	5.33	2762.96	16.32	8459.95	19.26	9983.98
250	6.57	3405.75	18.20	9434.50	30.26	15686.15
300	8.99	4660.23	21.35	11067.39	37.24	19304.44
400	10.99	5695.43	23.65	12259.67	43.56	22580.60
500	13.98	7246.94	30.25	15680.97	49.50	25659.77

**Esfuerzo vs Penetración**

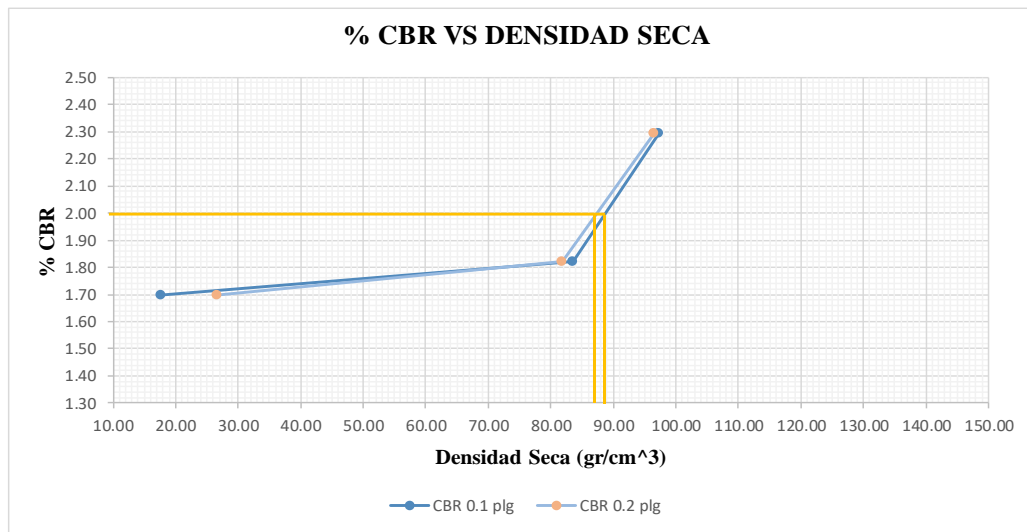


Penetración en la máquina CBR

**CORRECCIÓN DE CBR**



MOLDE	Presión (KPa)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (KPa)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
7	6713.01	97.36	2.30	9983.98	96.54	2.30
8	5759.19	83.53	1.82	8459.95	81.80	1.82
9	1218.19	17.67	1.70	2762.96	26.72	1.70

**% de CBR vs DENSIDAD SECA**

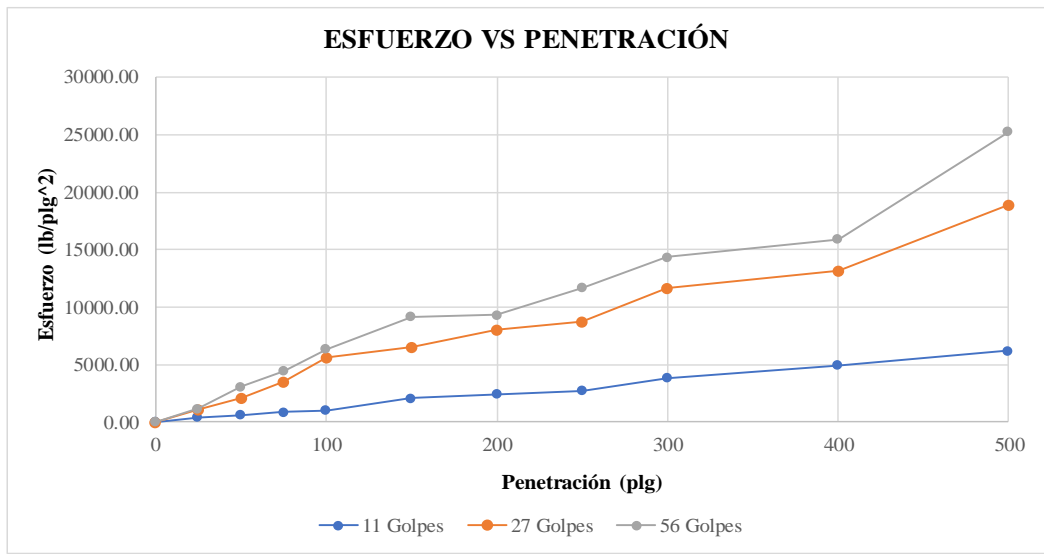


<b>Densidad seca máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.037	<b>Densidad seca máxima (100%)</b>	2.037
<b>% CBR 0.1 plg</b>	<b>% CBR 0.2 plg</b>	<b>% CBR mayor</b>	<b>CBR PUNTUAL (%)</b>
88.50	87.00	88.50	<b>88.50</b>

## ANEXO M-2: CBR en el material granular de la Calicata 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”						
<b>ABS:</b> 1+742		<b>CALICATA N°:</b> 2				
<b>NORMA:</b> ASTM D 1883		<b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5				
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN TOAQUIZA		<b>PESO INICIAL:</b> 5000 gr				
CBR DE LABORATORIO						
Molde	12		11		10	
Dimensiones	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
	15.19	17.78	15.17	17.77	15.19	17.77
Volumen retorta	1112.69		1109.76		1112.69	
Proceso de Compactación						
Numero de golpes por capa	11		27		56	
Antes de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10516.5		10859.7		11455.2	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	4030.9		4400.5		5007.8	
Volumen muestra (cm3)	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.911		2.093		2.376	
Densidad seca (gr/cm3)	1.732		1.873		2.126	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10706.1		11255.2		12548.7	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	4220.5		4796		6101.3	
Volumen muestra (cm3)	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.001		2.282		2.895	
Densidad seca (gr/cm3)	1.694		1.913		2.411	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.713		1.893		2.268	
Determinación del Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Numero de recipiente	F-12	H-2	W2	D-1	X-1	D-78
Peso del recipiente (gr)	46.26	43.28	53.10	39.31	55.68	60.78
Peso suelo húm. + recip (gr)	196.66	203.45	251.12	192.11	187.54	177.81
Peso suelo seco + recip (gr)	182.56	178.90	230.30	167.44	173.65	158.24
Peso del agua (gr)	14.10	24.55	20.82	24.67	13.89	19.57
Peso suelo seco (gr)	136.30	135.62	177.20	128.13	117.97	97.46
Contenido de humedad w%	10.34	18.10	11.75	19.25	11.77	20.08
Peso unitario Seco (gr/cm3)	7.757		7.504		8.306	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	12		11		10	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.82	425.07	2.14	1109.33	2.26	1171.54
50	1.25	647.97	3.98	2063.15	5.98	3099.91
75	1.65	855.33	6.87	3561.26	8.56	4437.33
100	2.03	1052.31	10.80	5598.49	12.22	6334.59
150	3.98	2063.15	12.59	6526.39	17.74	9196.05
200	4.68	2426.01	15.56	8065.98	18.00	9330.82
250	5.25	2721.49	16.87	8745.06	22.54	11684.27
300	7.41	3841.19	22.50	11663.53	27.71	14364.29
400	9.54	4945.34	25.45	13192.75	30.67	15898.69
500	11.98	6210.18	36.50	18920.84	48.70	25245.06

Esfuerzo vs Penetración

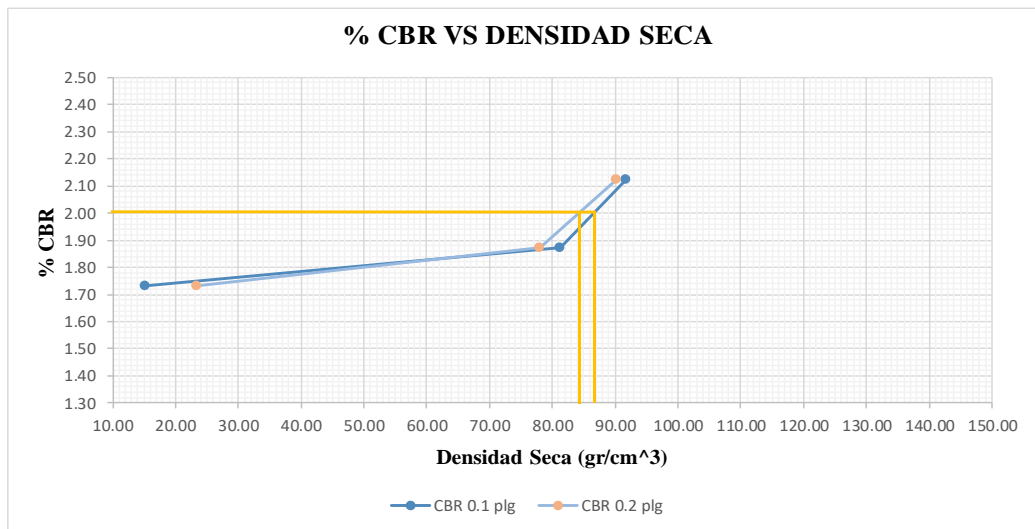


Penetración en la máquina CBR

CORRECCIÓN DE CBR



MOLDE	Presión (KPa)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (KPa)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
7	6334.59	91.88	2.13	9330.82	90.22	2.13
8	5598.49	81.20	1.87	8065.98	77.99	1.87
9	1052.31	15.26	1.73	2426.01	23.46	1.73

% de CBR vs DENSIDAD SECA

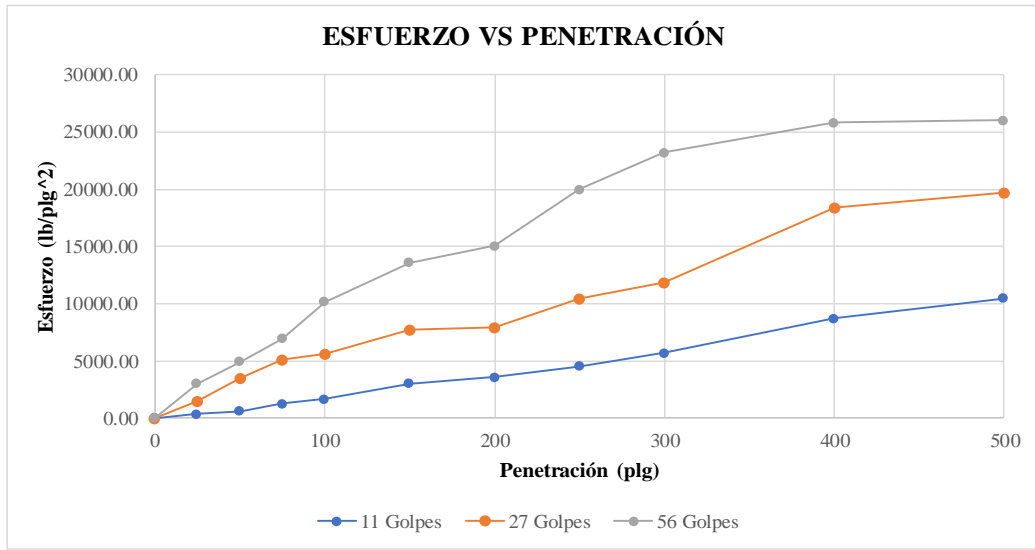


Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.040	Densidad seca máxima (95%)	2.040
% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	<b>CBR PUNTUAL (%)</b>
86.70	84.00	86.70	<b>86.70</b>

### ANEXO M-3: CBR en el material granular de la Calicata 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”						
<b>ABS:</b> 2+963		<b>CALICATA N°:</b> 3				
<b>NORMA:</b> ASTM D 1883		<b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5				
<b>REALIZADO POR:</b> JONATHAN TOAQUIZA			<b>PESO INICIAL:</b> 5000 gr			
CBR DE LABORATORIO						
Molde	12		11		10	
Dimensiones	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
	15.19	17.78	15.17	17.77	15.19	17.77
Volumen retorta	1112.69		1109.76		1112.69	
Proceso de Compactación						
Numero de golpes por capa	11		27		56	
Antes de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10457.3		10785		12549	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	3971.7		4325.8		6101.6	
Volumen muestra (cm3)	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.883		2.058		2.895	
Densidad seca (gr/cm3)	1.727		1.857		2.603	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10826.3		11145.2		12548.7	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	4340.7		4686		6101.3	
Volumen muestra (cm3)	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.058		2.229		2.895	
Densidad seca (gr/cm3)	1.731		1.870		2.412	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.729		1.863		2.508	
Determinación del Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Numero de recipiente	R-5	W-5	Y-7	X-1	D-78	F-3
Peso del recipiente (gr)	42.00	53.13	60.38	55.68	60.78	55.60
Peso suelo húm. + recip (gr)	221.10	174.52	229.87	205.31	189.52	219.58
Peso suelo seco + recip (gr)	206.30	155.23	213.33	181.18	176.55	192.23
Peso del agua (gr)	14.80	19.29	16.54	24.13	12.97	27.35
Peso suelo seco (gr)	164.30	102.10	152.95	125.50	115.77	136.63
Contenido de humedad w%	9.01	18.89	10.81	19.23	11.20	20.02
Peso unitario Seco (gr/cm3)	9.885		8.413		8.814	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	9		8		7	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.72	373.23	2.99	1549.95	5.87	3042.89
50	1.24	642.79	6.78	3514.61	9.54	4945.34
75	2.51	1301.13	9.87	5116.40	13.46	6977.38
100	3.26	1689.92	10.93	5665.88	19.68	10201.70
150	5.87	3042.89	14.97	7760.14	26.20	13581.53
200	6.98	3618.29	15.23	7894.91	29.01	15038.18
250	8.75	4535.82	20.20	10471.26	38.51	19962.78
300	10.97	5686.62	22.97	11907.17	44.78	23213.02
400	16.78	8698.40	35.41	18355.81	49.75	25789.36
500	20.23	10486.81	38.10	19750.25	50.20	26022.63

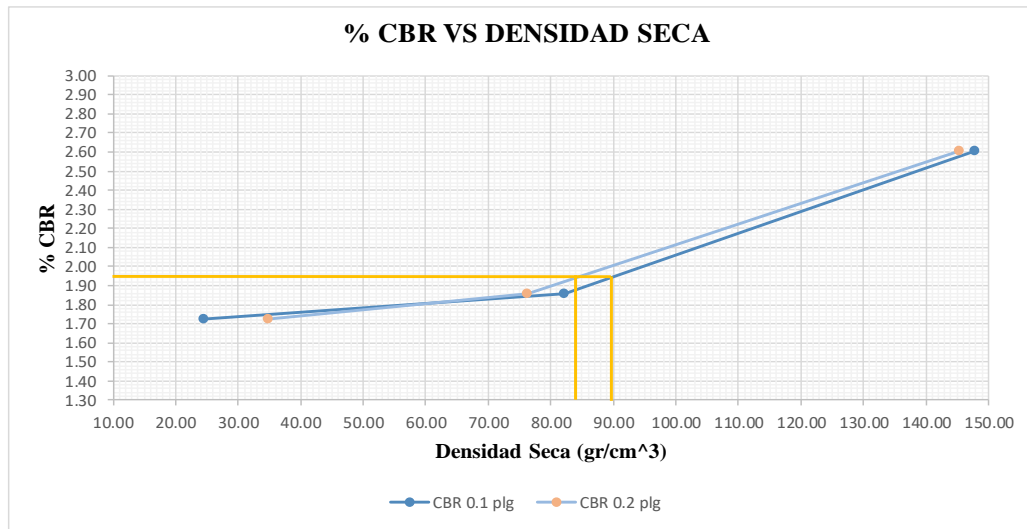
**Esfuerzo vs Penetración**



**CORRECCIÓN DE CBR**

MOLDE	Presión (KPa)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (KPa)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
7	10201.70	147.96	2.60	15038.18	145.41	2.60
8	5665.88	82.18	1.86	7894.91	76.34	1.86
9	1689.92	24.51	1.73	3618.29	34.99	1.73



**% de CBR vs DENSIDAD SECA**



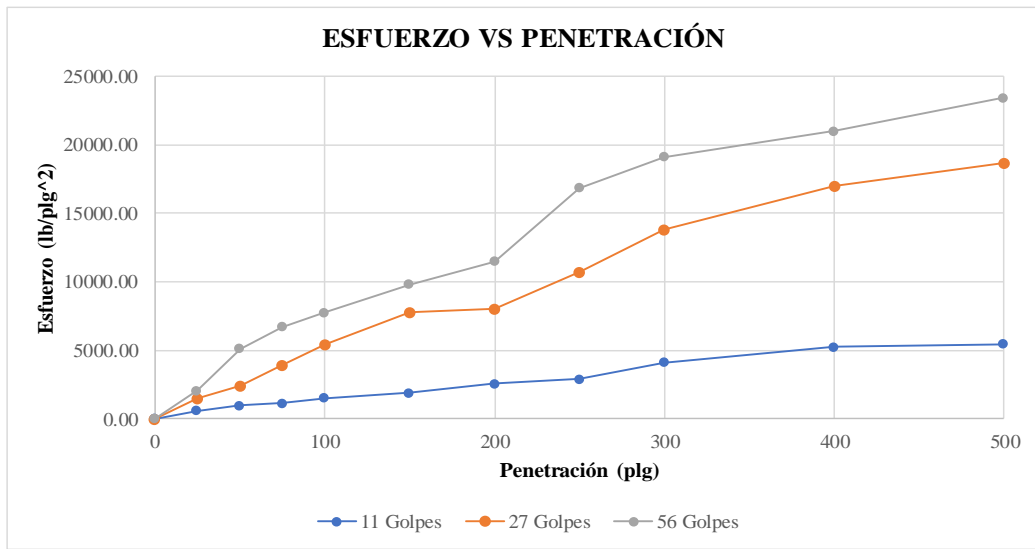
<b>Densidad seca máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.956	<b>Densidad seca máxima (100%)</b>	1.956
<b>% CBR 0.1 plg</b>	<b>% CBR 0.2 plg</b>	<b>% CBR mayor</b>	<b>CBR PUNTUAL (%)</b>
89.80	83.90	89.80	<b>89.80</b>



## ANEXO M-4: CBR en el material granular de la Calicata 4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CBR DE LABORATORIO</b> 						
<b>PROYECTO:</b> “EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO – GUAYAQUIL ABCISA 0+000 – 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”						
<b>ABS:</b>	3+934		<b>CALICATA N°:</b> 4			
<b>NORMA:</b>	ASTM D 1883		<b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5			
<b>REALIZADO POR:</b>	JONATHAN TOAQUIZA		<b>PESO INICIAL:</b> 5000 gr			
CBR DE LABORATORIO						
Molde	12		11		10	
Dimensiones	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
	15.19	17.78	15.17	17.77	15.19	17.77
Volumen retorta	1112.69		1109.76		1112.69	
Proceso de Compactación						
Numero de golpes por capa	11		27		56	
Antes de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10501.2		10801.6		11819.5	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	4015.6		4342.4		5372.1	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.904		2.066		2.549	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.748		1.892		2.331	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10859.3		11326.9		12548.7	
Peso del molde (gr)	6485.6		6459.2		6447.4	
Peso muestra húmeda (gr)	4373.7		4867.7		6101.3	
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2109.39		2102.04		2107.59	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.073		2.316		2.895	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.750		1.948		2.433	
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.749		1.920		2.382	
Determinación del Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Numero de recipiente	GT-7	C-8	D-78	F-4	W-67	E-22
Peso del recipiente (gr)	53.29	42.30	60.78	49.47	93.58	80.83
Peso suelo húm. + recip (gr)	212.45	189.20	200.47	178.61	222.48	197.42
Peso suelo seco + recip (gr)	199.44	166.28	188.72	158.12	211.47	178.82
Peso del agua (gr)	13.01	22.92	11.75	20.49	11.01	18.60
Peso suelo seco (gr)	146.15	123.98	127.94	108.65	117.89	97.99
Contenido de humedad w%	8.90	18.49	9.18	18.86	9.34	18.98
Peso unitario Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	9.585		9.675		9.642	
Pentración en la máquina CBR						
Molde	12		11		10	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)	Dial (kN)	Presión (kPa)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	1.19	616.87	2.89	1498.12	4.03	2089.07
50	1.87	969.37	4.65	2410.46	9.87	5116.40
75	2.21	1145.62	7.58	3929.31	12.98	6728.56
100	2.93	1518.85	10.58	5484.45	14.99	7770.50
150	3.68	1907.64	14.95	7749.77	18.95	9823.28
200	4.95	2565.98	15.52	8045.24	22.21	11513.20
250	5.58	2892.56	20.63	10694.16	32.50	16847.32
300	7.94	4115.93	26.74	13861.46	36.90	19128.19
400	10.16	5266.73	32.76	16982.10	40.50	20994.36
500	10.58	5484.45	36.10	18713.49	45.20	23430.74

**Esfuerzo vs Penetración**

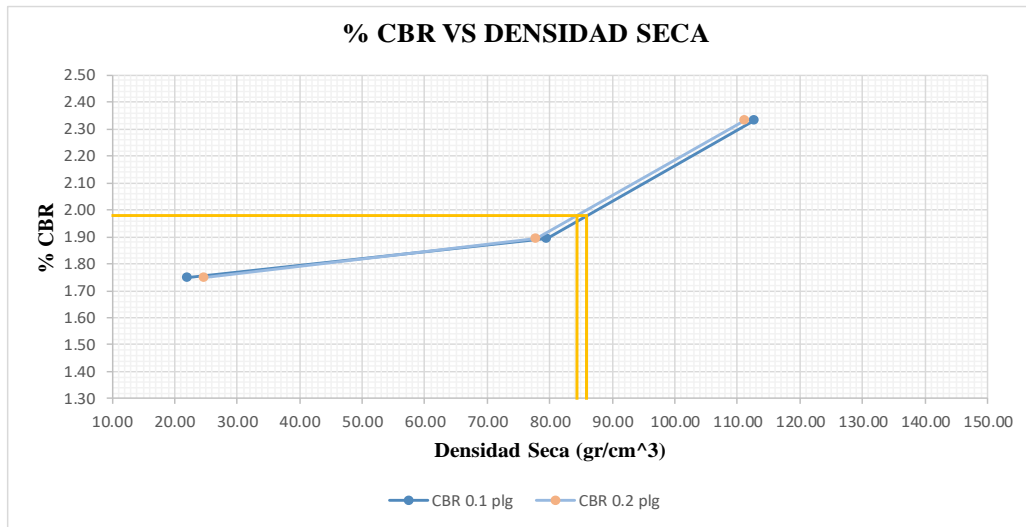


Pentración en la máquina CBR

**CORRECCIÓN DE CBR**

MOLDE	Presión (KPa)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (KPa)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
7	7770.50	112.70	2.33	11513.20	111.32	2.33
8	5484.45	79.55	1.89	8045.24	77.79	1.89
9	1518.85	22.03	1.75	2565.98	24.81	1.75

**% de CBR vs DENSIDAD SECA**



<b>Densidad seca máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.985	<b>Densidad seca máxima (100%)</b>	1.985
<b>% CBR 0.1 plg</b>	85.90	<b>% CBR 0.2 plg</b>	84.00
<b>% CBR mayor</b>	85.90	<b>CBR PUNTUAL (%)</b>	<b>85.90</b>



**ANEXO N**

**DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA VÍA**


**PELILEO – GUAYAQUIL ABSCISA**

**0+000 – 4+580**

**ANEXO N-1: Diseño del pavimento de la Vía Pelileo Guayaquil abs. 0+000 – 4+580 con el CBR de diseño de la subrasante obtenido en laboratorio**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTAJE DE TRÁFICO	
	
<b>Proyecto:</b> Vía Pelileo - Guayaquil <b>Abscisa:</b> 0+000 - 4+580	<b>Realizado por:</b> Jonathan Toquiza <b>Revisado por:</b> Ing. Friscon Moreira
<b>1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES</b>	
	<b>DATOS</b>
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)	450.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28.00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)	15.00
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1,027,345
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-0.841
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	14.29
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.2
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.450
Base granular (a2)	0.135
Subbase (a3)	0.110
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.100
Subbase (m3)	1.100

TANTEAR INTRODUCIENDO VALORES DE "SN" HASTA LOGRAR LA IGUALDAD



  


**CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL :**


N18 NOMINAL	N18 CALCULO	SN	SN <sub>TOTAL</sub>
6.01	6.01	2.50	
6.01	6.01	1.93	
6.01	6.01	2.45	
FIJO	VARIABLE	AJUSTAR	

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )		<b>2.50</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )		<b>1.93</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )		<b>0.52</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )		<b>0.04</b>	
		<b>PROPUESTA</b>	
	<b>TEORICO</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>SN*</b>
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10.9 cm	<b>5.0 cm</b>	0.89
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.9 cm	<b>15.0 cm</b>	0.88
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0.9 cm	<b>20.0 cm</b>	0.95
ESPESOR TOTAL (cm)	<b>TOTAL</b>	<b>40.0 cm</b>	<b>2.72</b>

**ANEXO N-2: Diseño del pavimento de la Vía Pelileo Guayaquil abs. 0+000 – 4+580 con el CBR de diseño de la subrasante obtenido por DCP**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTAJE DE TRÁFICO	
	
<b>Proyecto:</b> Vía Pelileo - Guayaquil <b>Abscisa:</b> 0+000 - 4+580	<b>Realizado por:</b> Jonathan Toquiza <b>Revisado por:</b> Ing. Friscon Moreira
<b>1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES</b>	
	<b>DATOS</b>
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)	450.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28.00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)	15.00
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1,027,345
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-0.841
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	13.37
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.2
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.450
Base granular (a2)	0.135
Subbase (a3)	0.110
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.100
Subbase (m3)	1.100

TANTEAR INTRODUCIENDO VALORES DE "SN" HASTA LOGRAR LA IGUALDAD

**CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL :**

N18 NOMINAL	N18 CALCULO	SN	SN <sub>TOTAL</sub>
6.01	6.01	2.56	
6.01	6.01	1.93	
6.01	6.01	2.45	
FIJO	VARIABLE	AJUSTAR	

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )	2.56
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )	1.93
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )	0.52
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )	0.11

	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10.9 cm	5.0 cm	0.89
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.9 cm	15.0 cm	0.88
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	2.2 cm	20.0 cm	0.95
ESPESOR TOTAL (cm)	TOTAL	40.0 cm	2.72

Ecuación AASHTO 93

### CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible     Pavimento rígido

Confiability (R) y Desviación estándar (So)  
 80 % Zr=-0.841    So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2    PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 13370 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E<sub>c</sub> (psi)    Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - S<sub>c</sub> (psi)    Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN    **W18 =** 1027345

Calcular W18

Número Estructural  
**SN =** 2.56

Observaciones

Calcular    Salir

**ANEXO O**  
**TABLAS REQUERIDAS**



**ANEXO O -1: Clasificación de suelos de acuerdo con la norma AASHTO**

Clasificación General	Materiales Granulares (35 o menos pasan la malla No. 200)						Materiales Limo - Arcilla (Más del 35% pasan la Malla No. 200)				
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
Clasificación por Grupos y Sub - Grupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5
Análisis de Mallas, (%) que pasan por la: No. 10 ..... No. 40 ..... No. 200 .....	<b>50 Máx</b> <b>30 Máx</b> <b>15 Máx.</b>	<b>50 Máx.</b> <b>25 Máx.</b>	<b>51 Mín.</b> <b>10 Máx.</b>	<b>35 Máx.</b>	<b>35 Máx.</b>	<b>35 Máx.</b>	<b>35 Máx.</b>	<b>36 Mín.</b>	<b>36 Mín.</b>	<b>36 Mín.</b>	<b>36 Mín.</b>
Características de la fracción que pasan la malla No. 40  Límite líquido (%) Índice de plasticidad (%)	<b>6 Máx.</b>		<b>N.P</b>	<b>40 Máx.</b> <b>10 Máx.</b>	<b>41 Mín.</b> <b>10 Máx.</b>	<b>40 Máx</b> <b>11 Mín.</b>	<b>41 Mín</b> <b>11 Mín.</b>	<b>40 Máx.</b> <b>10 Máx.</b>	<b>41 Mín.</b> <b>10 Máx.</b>	<b>40 Máx</b> <b>11 Mín.</b>	<b>41 Mín</b> <b>11 Mín.</b>
Tipos usuales de materiales constituyentes significativos	Fragmentos de Piedra, grava y arena		Arena Fina	Grava y Arena Limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Clasificación General como Sub - rasante	Excelente a Bueno						Regular a Pobre				
<b>IG = (F - 35) [0.2 + 0.005 (WL - 40) ] + 0.01 (F - 15) (IP - 10)</b>											

**Autor: AASHTO M – 145 [37]**

**ANEXO O -2: Clasificación de suelos de acuerdo con la norma NEVI 12**

		<b>BASE CLASE 4</b>	
<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>
2"	50 mm		100
1"	25 mm	60	90
N° 4	4.75 mm	20	50
N° 200	0.075 mm	0	15

**Autor:** Nevi 12 – 3 [38]

**ANEXO P**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## **ANEXO P -1: RUBRO 1.- EXCAVACION DE LA CALZADA SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO**

**Descripción.-** Estos trabajos consistirán en la excavación, la carga y transporte del material excavado hasta la zona de desalojo.

**Procedimiento.-** Esta excavación permitirá llegar a la subrasante y construir las estructuras de drenaje, y todo otro trabajo de movimiento de tierras que sea requerido en la construcción de la vía, de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Ingeniero Fiscalizador.

Previa a la colocación de la capa de subbase, se deberá conformar y compactar el material a nivel de subrasante de acuerdo a lo previsto en el Ítem 3, Terminación de la Subrasante.

**Medición y pago.-** Las cantidades a pagarse por la excavación y desalojo de la plataforma de la vía serán los volúmenes medidos en su posición original y calculada de acuerdo a lo estipulado en las secciones típicas pertinentes de la excavación efectivamente ejecutada de acuerdo con los planos y las instrucciones del Ingeniero Fiscalizador, y aceptada. Las áreas transversales que se utilizan en el cálculo de volúmenes serán computadas en base a las secciones transversales originales del terreno natural, y las secciones transversales finales tomadas del trabajo terminado y aceptado.

Las cantidades establecidas se pagarán a los precios contractuales para cada uno del rubro abajo designado y que conste en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación, y transporte del material sin clasificar al lugar establecido por la fiscalización, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

**Unidad.-** m<sup>3</sup>

**Equipo mínimo.-** Motoniveladora, cargadora, volqueta 8m<sup>3</sup>

**Mano de obra mínima calificada.-** [39]

## **ANEXO P -2: RUBRO 2.- TERMINACION DE LA SUBRASANTE**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el acabado de la subrasante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señaladas en los planos o fijadas por el Ingeniero Fiscalizador. Este trabajo será realizado posteriormente a la excavación de calzada.

**Procedimiento.-** Para la realización de este trabajo deberán tomarse en cuenta los trabajos de topografía, perfiles y referencias estipuladas en el rubro 1 (Replanteo y Nivelación). Inmediatamente después que la excavación de la calzada haya sido terminada se procederá a la conformación y compactación de la subrasante y de ser necesario se realizarán previamente trabajos de escarificación, emparejamiento, humedecimiento u oreación, para lograr una subrasante perfectamente compactada y conformada según las cotas y secciones transversales estipuladas. La subrasante acabada deberá ser mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque sobre ella la capa de subbase correspondiente.

**Medición y pago.-** La terminación de la subrasante será el número de metros cuadrados medidos a lo largo y ancho de la vía de la subrasante aceptablemente terminada de acuerdo a los requerimientos de los documentos contractuales y la verificación y aceptación del Ingeniero Fiscalizador.

**Unidad.-** m<sup>2</sup>

**Equipo mínimo.-** Motoniveladora, rodillo liso vibratorio, tanquero de agua, plancha compactadora

**Mano de obra mínima calificada.-** Operador de motoniveladora, operador de rodillo, chofer de volqueta/tanquero, peón [39].

### **ANEXO P -3: RUBRO 3.- CONSTRUCCION DE SUB-BASE CLASE 3 – (INCLUYE TRANSPORTE).**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de subbase compuestas de agregados gruesos triturados o sólo cribados, mezclados con agregado fino proveniente de trituración o un suelo fino seleccionado, o ambos. Las capas de sub-base se colocarán sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de conformidad con los espesores, alineamientos, pendientes, y sección típica señalados en los planos. La subbase a utilizarse en la obra será de clase 3, la cual consta indicada en los planos. Las sub-base clase 3 será aquella obtenida de la fuente de material de los sitios señalados en los documentos contractuales. El Contratista deberá desmenuzar, triturar, cribar, mezclar o quitar material conforme sea necesario para producir una sub-base que cumpla con los requisitos pertinentes que constan en la Tabla 403-1.1 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MTOP-001-F-2002.

**Procedimiento.-** Preparación de la Subrasante.- La subrasante en todo su ancho deberá terminarse en la forma establecida en el Ítem (4) Terminación de la Subrasante, antes de comenzar la colocación la de sub-base. La superficie de la subrasante terminada deberá ser libre de cualquier material suelto o extraño. Cualquier instalación de drenaje subterráneo que hubiere sido indicado en los planos deberá ser terminada completamente antes de iniciar la colocación de sub-base. Mezclado.- Los agregados gruesos y finos producidos de acuerdo a lo establecido deberán ser combinados y mezclados siguiendo el método descrito a continuación: Mezcla en planta: Las fracciones individuales de agregados gruesos y agregados finos serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada. Toda la operación será conducida de manera de obtener en forma consistente los resultados especificados. La cantidad de agua que se añada será la suficiente para dar a la mezcla esparcida en la obra la humedad adecuada para poder obtener la densidad especificada.

Distribución y conformación: La sub-base que haya sido mezclada en planta central deberá ser cargada directamente en volquetes y transportada hasta la obra, la mezcla será

esparcida por medio de motoniveladoras comenzando en el punto aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

El material deberá ser distribuido en franjas de espesor uniforme sin que se produzca segregación de tamaños, de manera que luego de la conformación y compactación se obtenga el espesor, pendiente y sección transversal indicados en los planos. Todos los trabajos de esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento, emparejamiento y compactación, deberá ser ejecutados como una operación conjunta y el equipo necesario para la realización de estos trabajos deberá ser proporcionado y utilizado por el Contratista para asegurar que la compactación final no se retrase más de la distancia estipulada por el Ingeniero Fiscalizador, y según los tramos que se construyan.

No se permitirá la colocación en montones al menos que el Ingeniero Fiscalizador lo autorice, igualmente no se permitirá al tráfico atravesar la sub-base sin completar. Donde se hace acarreo sobre material previamente colocado y compactado, el equipo de transporte deberá ser dirigido tan uniformemente como sea posible sobre toda la extensión de capas previamente construidas.

La sub-base será construida en capas compactadas de espesor igual al estipulado en la sección tipo correspondiente y que consta en los planos. En el caso de que la sub-base deba ser colocada en capas, éstas serán construidas de un espesor aproximadamente igual y se usarán para cada capa los procedimientos de construcción aquí descritos.

En lugares inaccesibles al equipo de distribución, se podrá colocar el material por cualquier medio que produzca los resultados especificados.

Compactación: Inmediatamente luego de terminada la distribución y conformación del material mezclado, cada capa deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos de cilindro liso y rodillos neumáticos u otro equipo aprobado por la Fiscalización. La compactación deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro de la capa, en sentido paralelo al eje del camino siguiendo los lineamientos que constan en el numeral 403-1.05.4 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MTOP-001-F-2002.

**Ensayos y Tolerancias.-** Se comprobará la granulometría de sub-base mediante los ensayos INEN 696 (AASHO T-11 y T-27), los mismos que se llevarán a cabo inmediatamente después del mezclado en la planta. La aceptación de la mezcla en la planta no exonerará al Contratista de la obligación de mantener la granulometría especificada hasta que el material esté ubicado en la obra.

Todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados se determinarán según lo prescrito en el numeral 403-1.04 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MTOP-001-F-2002.

Los siguientes ensayos se realizarán para controlar la calidad de construcción de las capas de sub-base:

Densidad máxima y óptima humedad: Ensayo AASHTO T-180, método D.

Densidad de campo: Ensayo AASHO T-147, o usando equipo nuclear debidamente calibrado.

El promedio del espesor de la subbase terminada deberá ser igual que el espesor indicado en los planos y en ningún punto el espesor deberá variar de lo especificado en la sección típica.

**Medición y pago.-** La cantidad a pagarse por la construcción de la sub-base, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Ingeniero Fiscalizador, medidos en su lugar después de la compactación. Se usarán las dimensiones de ancho indicadas en los planos o las dimensiones medidas en obra.

La longitud utilizada será la distancia horizontal real, medida a lo largo el eje de la vía, del tramo que se está midiendo.

El espesor utilizado en el cómputo será el indicado en los planos, mismo que deberá corresponder al medido en la obra.

Las cantidades determinadas en la medición se pagarán a los precios contractuales para el rubro más abajo designado y que consta en el contrato.



Estos precios y pagados constituirán la compensación total por la producción y suministros de agregados, mezcla en planta, distribución, mezclado, hidratación, conformación y compactación del material de sub-base, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para la ejecución de los trabajos descritos, incluido el transporte.

**Unidad.-** m<sup>3</sup>

**Materiales mínimos.-** Sub base clase 3 (incluye transporte), agua.

**Equipo mínimo.-** Motoniveladora, rodillo liso vibratorio, tanquero de agua.

**Mano de obra mínima calificada.-** Operador de motoniveladora, operador de rodillo, chofer de volqueta/tanquero, peón, inspector de obra [39].

## ANEXO P -4: 4.- BASE CLASE 4 INCLUYE COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN

### DESCRIPCIÓN:

En lo que al material de base se refiere, su granulometría de clasificación será de clase 4, esta base clase 4, al momento de su explotación tendrá que ser constituida por fragmentos de roca o grava, cuyo tamaño deberá pasar en un 100% del tamiz de 2 pulgadas y cumplir con los requerimientos de las normas indicadas en el manual de diseño MTOP-001-F-2002, en las que se define que el material de base clase 4, debe cumplir con los siguientes requisitos: El desgaste a la Abrasión en la máquina de los Ángeles tiene que ser menor al 40%, El límite líquido no debe ser mayor al 25%, su índice de plasticidad debe ser menor al 6%, tiene que tener una resistencia o un CBR no menor al 80%; para este proceso se podrá realizar la explotación y cribado la cantera sea esta la autorizada para obtener el material de base clase 4, según como lo crea conveniente el contratista y aceptado por el fiscalizador; esta mezcla cumple con los requerimientos para producir Base Clase 4, cabe destacar que se deberá triturar el material y colocar una criba con malla no superior a 2 pulgada para de esta forma pueda cumplir con el requerimiento granulométrico de Base clase 4. La franja de diseño y los resultados del laboratorio se define en los cuadros siguientes:

GRANULOMETRIA DE BASE CLASE 4	
TAMIZ	% QUE PASA FAJA DE ESPECIFICACIONES
2"	100
1"	60 - 90
N°4	20 - 50
N°200	0 - 15

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
DESGASTE A LA ABRASIÓN	< 40%	18,70%
DESGASTE A LOS SULFATOS	< 12%	6,86%
LÍMITE LÍQUIDO	< 25 %	0,00%
INDICE DE PLASTICIDAD	< 6%	N.P.
PASANTE DEL TAMIZ N° 200	< 15%	4,60%
COMPACTACIÓN PROCTOR	N.E.	2210 Kg/cm <sup>3</sup>
CBR	> 80%	81,9%

Con estos resultados, y como factor de seguridad se diseñará con los CBR y módulos elásticos mínimos que deberán cumplir cada capa de la estructura del pavimento.

### **MATERIALES MÍNIMOS**

Base Clase 4

### **MANO DE OBRA MINIMA**

Peón, Op. de Motoniveladora, Op. Rodillo autopropulsado, CHOFER: Tanqueros  
<Estr. Oc. C1>, Engrasador o abastecedor responsable en construcción<Estr.Oc. D2>

### **EQUIPO MÍNIMO**

Herramientas manuales (5% M.O.), Motoniveladora, Rodillo Vibratorio liso,  
Camión Cisterna [40]

## **ANEXO P -5: RUBRO 5.- SUM. Y RIEGO DE IMPRIMACIÓN ASFALTICA RC 250**

### **Descripción**

Son asfaltos diluidos aquellos de consistencias suaves o fluidas, que excede el límite de medida permitido por el ensayo normal de penetración INEN 917, que es de 300.

Los asfaltos diluidos se clasifican, de acuerdo al grado de volatilidad del diluyente, en alto diluidos de curado rápido.

Se los designan por las siglas RC, MC, SC respectivamente, seguidas de un número que se refiere a la viscosidad del producto.

### **Requisitos**

Los asfaltos diluidos deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas AASHTO M 81 y M 82, y ASTM D 2026, para productos de curado rápido. Respectivamente, cuyos principales requerimientos se presentan en la Tabla 810-3.1 (Datos referenciales tomados del MTOP). Los asfaltos diluidos deben presentar un aspecto homogéneo y estar exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se los caliente a la temperatura de empleo.

La temperatura de aplicación para cada tipo será la establecida en la Tabla 810-3.1 (Datos referenciales tomados del MTOP), salvo que en los documentos contractuales se hayan dispuestos otra cosa. No se permitirá la mezcla en planta de asfalto de curado rápido con agregados que hayan sido calentados previamente, por la alta volatilidad del diluyente. En ningún caso se permitirá que la temperatura del asfalto diluido dura

El asfalto diluido será calentado de tal manera que no haya contacto con el vapor o agente empleado para el proceso. El contratista suministrara permanentemente termómetros de precisión adecuada, en grados centígrados, para el control de la temperatura de aplicación del asfalto diluido.

### **Ensayos y tolerancias**

Los ensayos para comprobar los requerimientos de los asfaltos diluidos serán realizados en el Laboratorio Central del Ministerio de Obras Públicas, o en otro laboratorio particular autorizado por el supervisor.

El muestreo y los ensayos correspondientes deben seguir los procedimientos indicados por las normas INEN 917, y de no haberlos se deberá optar por las correspondientes normas AASHTO.

**Unidad:** litros (lt)

**Materiales mínimos:** Asfalto rc250 imprimación, Diesel.

**Equipo mínimo:** distribuidor de asfalto 130 hp, escoba autopropulsada 76 HP, herramienta menor.

**Mano de obra mínima:** estructura ocupacional e2, operador equipo pesado c2, estructura ocupacional d2, peón.

**Medición y forma de Pago:**

Litros (lt) imprimado debidamente ejecutado y aceptado por la Fiscalización [41].

**ANEXO P -6: RUBRO 6.- SUM. Y COLOC. DE CARPETA ASFALTICA E=2"  
INCLUYE TRANSPORTE MOP 405-5**

**Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico de espesor 2", colocado sobre la capa de imprimación existente de acuerdo con los requerimientos del proyecto y las órdenes de Fiscalización.

El hormigón asfáltico será constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, en base a las indicaciones establecidas en los planos y/o las órdenes del Fiscalizador.

El material asfáltico a emplearse será tipo AP-3 y con un grado de penetración 85 – 100; sin embargo, en caso necesario el Fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción hasta los grados inmediatamente más próximos sin que haya modificación en el precio unitario del contrato.

Este material consistirá en asfalto refinado, o una combinación de asfalto refinado y aceite fluidificante, de consistencia adecuada para trabajos de pavimentación; será homogéneo y libre de agua, no contendrá ningún residuo obtenido por la destilación artificial del carbón, ni alquitrán de carbón ni aceite parafinado, y no producirán espuma al calentarse a 175°C y deberán satisfacer los requerimientos de la ASSHTO M 20.

Los agregados para hormigón asfáltico mezclado en planta estarán formados de piedra triturada, ripio, grava de arena, arena u otro material granular aprobado y un relleno de piedra finamente triturada u otros materiales minerales finamente divididos de ser necesarios, en todos los casos deberán estar ser fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas. Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en la Tabla 405-5.1:

**Tabla 405-5.1.**

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

**Materiales mínimos:** Asfalto, Diesel, mezcla asfáltica.

**Equipo mínimo:** herramienta menor, planta asfáltica 120 ton, cargadora frontal 170 hp, finisher, rodillo tandem liso 112hp/8ton, rodillo neumático 80hp/7.2ton.

**Mano de obra mínima:** estructura ocupacional e2, operador equipo pesado c2, operador equipo pesado c1, estructura ocupacional c1, peón.

**Medición y forma de Pago:**

Metro cuadrado (m2) asfaltado debidamente ejecutado y aceptado por la Fiscalización [41].

## **ANEXO P -7: RUBRO 7.-MICROPAVIMENTOS (SLURRY SEAL MODIFI, CON POLIMEROS 3% Y EMULSION CQS)**

**Descripción.** - El mortero asfáltico conocido mundialmente como Slurry Seal por su nombre original en Inglés, fue definido alrededor de los años 1960 por el Sr. Raymond Young inventor de la máquina de aplicación continua de esta tecnología como “an asphaltic mortar like mix”, cuya traducción se refiere a una mezcla asfáltica tipo mortero, resultado de la combinación de emulsión asfáltica y agregados con granulometría específica más la adición de componentes que se detallan a continuación.

El mortero asfáltico aprobado con normas; ASTM D3910, ISSA A105 (International Slurry Surfacing Association o Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros) y bajo especificaciones nacionales MTOP-001-F 2000, sección 405-7, se define como la mezcla compuesta por emulsión asfáltica, agregados pétreos triturados con granulometría definida, relleno mineral, agua y en ciertos casos aditivos, todo esto proporcionalmente mezclado de acuerdo al Diseño de Mezcla, el cual define la Fórmula Maestra de Obra. Esta mezcla aplicada como superficie de desgaste sobre pavimentos, es producida, esparcida y uniformemente distribuida por una máquina especialmente diseñada para este propósito, la misma que deberá adherirse firmemente sobre una capa de rodadura previamente preparada, logrando propiedades de impermeabilidad y anti-deslizantes durante todo el tiempo de vida.

El mortero asfáltico se aplica en capas delgadas (1½ veces el tamaño máximo del agregado) de acuerdo a requerimientos de los documentos contractuales.

Morteros asfálticos de mayor rendimiento pueden ser diseñados para aumentar ciertas características del mortero para una particular finalidad ya sea con la adición de polímeros o algún otro material para la recuperación de ahuellamientos, resistencia al agrietamiento, incremento de rugosidad, etc.

El término genérico Mortero Asfáltico define a varios tratamientos utilizados en la conservación de pavimentos como: Mortero Asfáltico, Mortero Asfáltico Modificado con Polímeros y Micro- Pavimentos.



**Mortero Asfáltico:** Es la mezcla de agregados, emulsión asfáltica, agua, relleno mineral y aditivos debidamente proporcionados, mezclados y esparcidos sobre una superficie apropiadamente preparada.

**Mortero Asfáltico Modificado con Polímeros:** Es un mortero asfáltico diseñado con una emulsión que ha sido modificada con polímeros cuyo objetivo es mejorar una o más propiedades del mortero, bajo requerimientos de un proyecto particular. Modificando las emulsiones se mejora la liga entre el asfalto y los agregados, consiguientemente se obtiene más durabilidad y mejor textura en el mortero asfáltico.

**Micro-Pavimento:** Es la mezcla de una emulsión catiónica modificada con polímeros, agregados triturados, agua, relleno mineral y otros aditivos, apropiadamente proporcionados y esparcidos sobre una superficie preparada. El objetivo de la utilización de polímeros en mezclas de Micro- Pavimentos es reducir la susceptibilidad del ligante a los cambios térmicos en la vía, permitiendo rendimientos más elevados que en Morteros Asfálticos. Los micro-pavimentos se pueden aplicar en espesores de una sola capa o multi-capas, en proyectos de recuperación de ahuellamientos y repavimentación.

### Tráfico

Los criterios normativos para la aplicación de los diferentes tratamientos con mortero asfáltico se basarán de acuerdo al volumen y tipo de tráfico según se indica en el siguiente cuadro:

TRATAMIENTO	GRANULO- METRÍA	VOLUMEN DEL TRÁFICO			VELOCIDAD DEL TRÁFICO	
		LIVIANO - MEDIO	MEDIO - PESADO	PESADO - MUY PESADO	BAJA	ALTA
Mortero Asfáltico	Tipo II*	X			X	
	Tipo III	X				X
Mortero Asfáltico modificado Con polímeros	Tipo II*		X		X	
	Tipo III		X			X
Micro-pavimento	Tipo II*			X	X	
	Tipo III			X		X

\* Recomendado también para su aplicación en aeropuertos.

### Materiales

**Agregados** – Los agregados deben cumplir un óptimo control de calidad. Para obtener una aplicación de alto rendimiento con morteros asfálticos, el proceso de trituración y manejo de agregados incluirá un control en la granulometría, fracturación de caras, limpieza del material y el equivalente de arena. Los agregados deben ser 100 % triturados, sin fluctuaciones drásticas en su granulometría que afecten el diseño de mezcla previamente aprobado. Básicamente la Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros (ISSA) describe tres granulometrías estándar, sin embargo por su uso convencional en todo el mundo únicamente se utilizan dos: Tipo II y Tipo III; cada una diseñada y seleccionada de acuerdo a la estructura existente, tráfico y condiciones climatológicas en el área de aplicación.

**Granulometría ISSA de los Agregados**

<b>Tipo</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>Tamaño del Tamiz</b>	<b>Porcentaje que Pasa</b>	
9.5 mm (3/8")	100	100
4.75 mm (No. 4)	90-100	70-90
2.36 mm (No. 8)	65-90	45-70
1.18 mm (No. 16)	45-70	28-50
600 micrones (No. 30)	30-50	19-34
300 micrones (No. 50)	18-30	12-25
150 micrones (No. 100)	10-21	7-18
75 micrones (No. 200)	5-15	5-15
Contenido de asfalto en el mortero asfáltico %	7.5-13.5	6.5-12
Típica tasa de aplicación kg/m <sup>2</sup>	5.4-9.1	8.2-13.6

El peso suelto promedio del agregado es de 1730 kg/m<sup>3</sup> y puede variar de 1250 kg/m<sup>3</sup> a 1850 kg/m<sup>3</sup>. Todos los diseños de mezcla de Mortero Asfáltico se basan en el peso seco del agregado. Por lo tanto, se deberá tomar en cuenta la variación del peso volumétrico suelto del agregado, recomendándose que el equipo de aplicación sea calibrado para cada fuente de agregado.

### Granulometría típica de Agregados para Morteros Asfálticos

Tipo II	Tipo III
¼’’	⅜’’
5-6 mm	9-10 mm
Para aplicaciones en: Aeropuertos, carreteras y vías urbanas	Para aplicaciones en: Carreteras, autopistas y vías urbanas

### Requerimientos para los agregados

MORTERO ASFÁLTICO	NORMA
Equivalente de Arena > 45	ASTM D 2419
Pérdida por Abrasión (Los Ángeles) 35% máx	ASTM C 131 – AASHTO T 96 - INEN 860
Granulometría	ASTM C 136 - AASHTO T 27

**Relleno Mineral** – De acuerdo a la norma ASTM D 546 – AASHTO T37, se pueden utilizar indistintamente como relleno mineral: cemento Pórtland Tipo I, cal hidratada, polvo de piedra caliza o ceniza volcánica, con un porcentaje máximo del 2 %. La adición de este relleno mineral tiene como finalidad incrementar las propiedades de manejabilidad en la mezcla, así como, mejorar la parte fina de la curva granulométrica de los agregados, influyendo en el comportamiento a la ruptura y curado del mortero asfáltico.

Las máquinas pavimentadoras permiten realizar ajuste de aditivos de relleno mineral en campo para optimizar características adecuadas de flujo, rompimiento y curado.

**Emulsión Asfáltica** – La emulsión asfáltica se define como la dispersión de micro-partículas de asfalto dentro de una matriz acuosa estabilizada químicamente, la cual es utilizada básicamente para la producción de mezclas asfálticas en frío (mezclas abiertas, microaglomerados [mezclas densas], reciclados, estabilizaciones, etc.) y como ligante emulsionado en riegos.

La emulsión asfáltica a utilizar debe obedecer a un diseño previo, de acuerdo a las características de los agregados, mezcla, tipo de aplicación, condiciones ambientales y climatológicas.

Las emulsiones asfálticas recomendadas para morteros asfálticos son normalmente del tipo CSS- 1, CSS-1h (emulsión catiónica de ruptura lenta) y CQS-1h (emulsión catiónica de ruptura rápida para mezclas); las cuales deberán ser especialmente ensayadas para verificar la compatibilidad y reactividad con los agregados y deberán ser suministradas con el correspondiente certificado de análisis y producción de acuerdo al diseño solicitado.

#### **Requerimiento Obligatorio:**

“Es importante remarcar y hacer del conocimiento de Organismos Gubernamentales, Contratistas Públicos y Privados y Usuarios en General, que nunca se deberá aceptar una emulsión asfáltica solo por el hecho de ser del tipo de emulsión especificada para una determinada aplicación y se encuentre almacenada o no, obligatoriamente se deberá someter a un diseño de acuerdo a las características del material pétreo, de la mezcla, tipo de aplicación, condiciones ambientales y climatológicas”.

**Ensayos para Emulsiones.-** Los principales ensayos para emulsiones son descritos por la Normas ASTM D 977 y MTOP-001-F 2000 subsección 810-4. Tabla 810-4.2.

#### **Pruebas de control de calidad en la producción:**

Contenido de asfalto residual en la emulsión asfáltica: determina el contenido de asfalto de acuerdo a norma ASTM D 244 – AASHTO T 59.

Penetración del residuo de la emulsión: define la dureza del asfalto como se especifica en normas ASTM D 2397 – AASHTO T 49.

#### **Pruebas generales de emulsiones asfálticas:**

**Viscosidad ASTM D 244.-** Determina la manejabilidad de la emulsión en el campo.

**Asentamiento ASTM D 244.-** Determina la estabilidad al almacenamiento.

**Tamizado ASTM D 244.-** Determina la estabilidad al manejo y al almacenamiento prolongado.

**Polímeros (para morteros asfálticos modificados)** – La adición de polímeros mejora las propiedades de cohesión y adhesión, incrementa la rigidez y reduce la susceptibilidad al cambio de temperatura. El incremento de la rigidez evita la formación de ahuellamientos en climas cálidos y permite el uso de cementos asfálticos más blandos, mismos que se comportan de mejor manera en climas fríos.

Los polímeros pueden ser agregados durante la preparación de la solución jabonosa o pueden ser mezclados con el cemento asfáltico en la planta de emulsión, antes del proceso de emulsificación. La cantidad mínima y el tipo del polímero modificador deberá ser determinada por el laboratorio responsable del diseño de mezcla. La cantidad de polímeros sólidos deberá basarse en el contenido del residuo asfáltico en peso; para mezclas de micro-pavimentos se especifica esta cantidad en un porcentaje del 3 al 4%. Los polímeros utilizados en morteros asfálticos son los mismos que se aplican en otras mezclas asfálticas. El látex natural generalmente es el más común, pudiéndose utilizar también otros como: SBR (styrene-butadiene-rubber), SBS (styrene-butadiene-styrene) y EVA (ethylene-vinyl-acetate).

**Agua** – El agua es el principal factor en la determinación de la consistencia del mortero asfáltico durante su producción y aplicación, formando parte importante en la estabilidad de la mezcla.

Dependiendo del porcentaje de humedad que contienen los agregados se determinará la adición de agua como recubrimiento en la mezcla. Generalmente la cantidad de agua a añadirse es de aproximadamente 10% respecto al peso del agregado seco.

**Ensayos para el agua.**- El agua debe cumplir con la norma del MTOP-001-F 2000.

**Aditivos de Control de Ruptura en Campo** – La alta temperatura y reactividad de los agregados condicionan al rompimiento y curado del mortero asfáltico. Para ajustar este proceso en el campo es necesario adicionar aditivos químicamente similares a los emulsificantes, se añaden en porcentajes del 0,1 - 0,5 % de la mezcla.

### **Equipo**

El equipo mínimo indicado y señalado por las especificaciones MTOP-001-F 2000 sección 405-

7.03. y la ISSA A105, que deberá disponer el Contratista para la preparación, distribución y aplicación de la capa de mortero asfáltico es:

Una pavimentadora de mortero asfáltico.

Una barredora mecánica para la limpieza de la vía.

Un sistema de mallas para el tamizado de los agregados en el banco de materiales. Una máquina cargadora frontal para alimentar el agregado tamizado.

### **Máquina pavimentadora de Mortero Asfáltico**

La máquina pavimentadora de mortero asfáltico debe estar montada sobre un camión o sobre una unidad auto-propulsada y estará equipada con:

**Sistema de Agregados** – Compuesto por tolva almacenadora de agregados, banda transportadora de neopreno tipo continuo sobre rodillos para alimentación al mezclador, vibrador de frecuencia variable, compuerta de apertura variable con contador digital para su calibración.

**Sistema de Emulsión** – Compuesto por tanque de almacenamiento con indicador de nivel, bomba de desplazamiento positivo encamisada térmicamente para alimentación y recirculación.

**Sistema de Agua** – Compuesto por tanque para almacenamiento con indicador de nivel, bomba centrífuga, barra rociadora de agua, tuberías de conexión, medidor de flujo y válvula solenoide electro-neumática de apertura y cierre.

**Sistema Alimentador del Relleno Mineral** – Compuesto por tolva almacenadora, alimentador tipo gusano sin fin de acción reversible y velocidad variable.

**Sistema de Aditivo** – Compuesto por tanque de almacenamiento anti-corrosivo, bomba alimentadora de desplazamiento positivo con velocidad variable y medidor de flujo.

**Sistema de Mezclado** – Equipado con mezclador de ejes gemelos con paletas de giro reversible (tipo “pugmill”). El espacio comprendido entre las paletas y la cámara de mezclado está de acuerdo a la granulometría máxima del mortero asfáltico (Tipo III).

**Caja Terminadora/Esparcidora** – De expansión hidráulica inclusive en movimiento, equipada con gusanos sin fin de control hidráulico reversible y velocidad variable para esparcir la mezcla, controles de espesor de mezcla, barra secundaria con dispositivos de neopreno o uretano para el terminado final de la aplicación. El objetivo de esta barra es ajustar el terminado de la superficie de rodadura con las características de rugosidad requeridas.

**Dispositivos de Dosificación** – La máquina estará equipada con controles individuales de alimentación en volumen o peso, para la dosificación exacta de todos los materiales que se suministren al mezclador. Las cantidades de emulsión, agregados y relleno mineral son fijadas antes de la aplicación, solamente el agua y el aditivo especificados en el diseño, deberán de ser controlados durante el tendido en obra en función de las condiciones climáticas.

**Calibración de la máquina aplicadora de morteros asfálticos.**- La calibración de una máquina aplicadora y sus dispositivos de dosificación es obligatoria, para obtener las proporciones adecuadas de todos los componentes de la mezcla diseñada. Cada máquina a ser usada en la ejecución de un contrato deberá ser calibrada previamente en presencia de Fiscalización.

Previo a la calibración, los documentos que amparan el suministro exacto de materiales a ser usados deben ser aceptados y aprobados igualmente por Fiscalización.

La documentación de calibración deberá incluir calibraciones individuales para cada material, a varios porcentajes de acuerdo a los dispositivos de dosificación de la máquina.

Fiscalización no aceptará la utilización de una máquina sin que ésta no haya sido calibrada previamente. El proceso de calibración se realiza mediante la obtención de datos en peso de los materiales, los mismos que se grafican considerando la variación de los dispositivos de control de suministro de materiales en la máquina. En el eje de las abscisas se anota el peso y en las ordenadas la apertura de compuertas o válvulas de control de los sistemas a calibrar

**Procedimiento.** - La superficie a pavimentarse con Mortero Asfáltico deberá ser preparada

cuidadosamente, recuperando el perfil longitudinal y transversal con sistemas de bacheo y sellado de grietas utilizando el equipo, métodos y procedimientos adecuados. Se deberá utilizar el barrido como método de limpieza, para eliminar la mayor cantidad de polvos y materiales nocivos al mortero. El riego de agua previo a la aplicación del mortero se recomienda como control de ruptura prematura de la mezcla y mejorador de adherencia a la superficie existente. Dependiendo de las condiciones climáticas, se aplicará el riego de pulverización con agua incluido en la máquina aplicadora.

Una vez que los componentes del Mortero Asfáltico son mezclados se inicia el proceso de ruptura de la mezcla. El tiempo de este proceso depende de la química de los agregados y finos, formulación de la emulsión, tipo y concentración de aditivos así como la temperatura ambiental. Para permitir el tendido del mortero asfáltico sobre la vía, se requiere un tiempo mínimo de mezclado de 120 a 300 segundos, durante el cual el mortero asfáltico permanece fluido y puede ser distribuido sobre la superficie. Una vez colocado sobre la vía el mortero asfáltico continúa con el proceso de ruptura y agua clara es liberada. La terminación del proceso químico de ruptura del mortero asfáltico se logra cuando la coloración de la mezcla cambia de café a negro en pocos minutos.

El tiempo de apertura al tráfico se establece cuando la mayor parte de agua es expulsada de la mezcla, lo que ocurre en función del sistema de mortero asfáltico utilizado. Para morteros asfálticos tipo CSS, la apertura se establece en un tiempo aproximado de 2 a 4 horas. Para morteros asfálticos tipo CQS la apertura se establece en 60 minutos o menos. El proceso de curado de una mezcla de morteros asfálticos se logra cuando la totalidad del agua en la mezcla es liberada, este proceso ocurre dentro de las primeras 48 horas después de su aplicación.

### **Diseño de Mezcla en Laboratorio**

Además de las guías y métodos de ensayos para el diseño de morteros asfálticos establecidos por la ISSA y ASTM, y mencionados en el numeral 405-7.2, se han desarrollado otras metodologías de control específicas para determinar el diseño de mezcla del mortero asfáltico:



**Prueba de cohesión en húmedo (ASTM D3910):** determina los tiempos de ruptura de la mezcla y su apertura al tráfico.

**Prueba de mezclado manual (ISSA TB 113):** determina la compatibilidad de los materiales y el tiempo mínimo de mezclado.

**Prueba de abrasión bajo agua (ISSA TB 100):** determina el contenido mínimo de emulsión asfáltica en la mezcla de Mortero Asfáltico.

**Prueba de rueda cargada (ISSA TB 109):** determina el contenido máximo de emulsión asfáltica en la mezcla de Mortero Asfáltico.

Determinación del contenido óptimo de emulsión asfáltica en el diseño de la mezcla.- Las pruebas de los numerales 4) y 5) deben ser realizadas para varios contenidos de emulsión asfáltica, los resultados se grafican en ejes cartesianos y se anotan como se indica a continuación:

**Grafico No. 1:** Resultado de la prueba de abrasión bajo agua  
Abcisas (x): Contenido de emulsión asfáltica

Ordenadas (y): Pérdida de peso

**Grafico No. 2:** Resultado de la prueba de rueda cargada

Abcisas (x): Contenido de emulsión asfáltica  
Ordenadas (y): Incremento de peso

Para determinar el contenido óptimo de emulsión asfáltica se utiliza la superposición de las dos gráficas anteriores. El mismo se obtiene en el punto medio de un rango de tolerancia del 3% medido en forma decreciente a partir del punto máximo de contenido asfáltico en la curva del Gráfico No. 2.

**Tolerancia:** El contenido óptimo de emulsión asfáltica en el diseño de mezcla está determinado por la función del efecto “bulk” (saturación en campo) de los agregados. El rango de tolerancia del contenido óptimo de emulsión asfáltica es de  $\pm 1,5\%$ .  
Requerimientos Técnicos de Laboratorio para el Diseño de Mezcla

El organismo gubernamental a cargo de la ejecución de obras con la utilización de la tecnología de emulsiones asfálticas, deberá solicitar anticipadamente al Contratista los siguientes documentos que amparen el proyecto en particular a ejecutarse:

Reporte Técnico de Laboratorio para Diseño de Mezcla

**Tabla No. 1:** Análisis y Evaluación de los Agregados Triturados Propuestos

**Tabla No. 2:** Análisis y Evaluación de la Emulsión Propuesta

**Tabla No. 3:** Resultado del Diseño de Mezcla

**Medición y pago.** - Las cantidades a pagarse por la construcción de la capa de sello de mortero asfáltico, serán los metros cuadrados de superficie terminada, y aceptada

**Unidad.** – metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**Materiales mínimos.** – agregado triturado tipo II, agua potable, emulsión asfáltica con polímeros.

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, zaranda mecánica, cargadora frontal, maquina parasellos asfálticos, barredora autopropulsada

**Mano de obra mínima calificada.** – peón, ayudante maquinaria, choferes tanqueros, operador cargador frontal, operador barredora autopropulsada, operador d maquinaria sellos asfálticos [42].

## **ANEXO P -8: RUBRO 8.-SELLO DE FISURAS CON ARENA SLURRY POLIMERICO Y EMULSION ASFALTICA**

**Descripción.** - Se define como slurry polimérico en frío, la mezcla homogénea de emulsión asfáltica, polímeros, rellenos minerales y aditivos, convenientemente extendida y nivelada, sobre las capas de un pavimento deteriorado, que presenta microfisuras, fisuras extendidas (piel de cocodrilo), con el fin de sellar la superficie, impermeabilizar la misma para evitar el ingreso de agua a las capas subyacentes.

**Procedimiento.** –

### **MATERIALES CONSTITUYENTES**

Emulsión asfáltica que debe contener promotor de adherencia en base aminas, antioxidantes, cargas minerales y espesantes.

Polímeros de alto peso molecular, que generen mayor adhesividad al pavimento.

Agregados minerales triturados y seleccionados por granulometría.

Agua Cemento.

### **Emulsiones asfálticas**

El tipo de emulsión asfáltica a emplear, salvo justificación en las especificaciones técnicas o contrato, deberá ser: CSS-1H, y cumplirán lo establecido en las especificaciones técnicas del MOP.

### **Polímeros**

Combinación de polímeros de alto peso molecular, compatibles con las emulsiones asfálticas y que se incorporan en la obra.

### **Agua**

El agua utilizada para la mezcla reciclada podrá ser agua potable, proveniente de pozos o de ríos.

### **Cemento**

Se utilizará cemento gris.

### **CAMPOS DE APLICACIÓN**

Principalmente los slurrys poliméricos se aplican en rehabilitación de pavimentos parcialmente agotados y que presentan fisuras en su superficie; como mejora de las

vías, sellado de las fisuras, impermeabilización de la superficie, previa a la realización de un refuerzo, o colocación de superficie de rodadura.

### **EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

La ejecución de las obras de slurry polimérico incluye las operaciones siguientes: Estudio previo de las áreas deterioradas que son susceptibles de aceptar este resanesuperficial.

Mezcla de los componentes del slurry polimérico, en concretera.

Incorporación de emulsión asfáltica (con promotor de adherencia en base aminos y antioxidantes), agua, agregados minerales y cemento.

Mezcla y extensión del producto obtenido en la concretera.

La extensión se puede realizar con extendedores de caucho, llanas metálicas. Curado y apertura al tráfico.

Ejecución de un sello asfáltico, colocación de carpetas en caliente.

### **ESTUDIO DE LOS MATERIALES**

Estudio de la emulsión

Se comprobará la compatibilidad de la emulsión asfáltica con el material pétreo a utilizar, mediante ensayos de mezcla.

Se verificará la viscosidad de aplicación, para garantizar el total sello de las fisuras.

### **ESTUDIO DE LA MEZCLA - FÓRMULA DE TRABAJO**

La fórmula de trabajo fijará como mínimo las siguientes características: El espesor del sello de fisuras.

La granulometría del material pétreo por los tamices establecidos.

El tipo de emulsión asfáltica (con promotor de adherencia en base aminos y antioxidantes) y la proporción en masa de asfalto residual a incorporar, respecto a la masa total del material a instalar en seco.

La proporción en masa, respecto a la masa total del material a colocar en seco, de agua que se vaya a aportar.

Cemento y su proporción en masa, respecto a la masa total del producto en seco.

Tiempo de secado y apertura al tráfico, hasta la colocación de la nueva superficie de rodadura.

### **EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **Concretera**

Para la ejecución del slurry polimérico se deberán emplear equipos mecánicos muy sencillos. Pueden utilizarse concretas de rendimiento aproximado de 2.5 m<sup>3</sup>/hora, con llantas neumáticas tipo automotriz, fijación del tambor en cualquier posición por medio de trinquete, sistema de transmisión por una, o dos bandas o correas tipo V, cabina amplia y ventilada para el motor, barra de remolque extensible para facilitar el transporte.

El motor puede ser a gasolina, diésel o eléctrico. Equipo menor y de extensión.

Se deberá disponer de la cantidad de equipos que permitan el traslado del slurry polimérico hasta las áreas de trabajo, y su posterior extensión en forma homogénea, bienmezclados, y con el perfil deseado, que garantice el sello de las fisuras y la libre circulación del tráfico, hasta la colocación de la superficie de rodadura final.

Equipo de compactación. No es necesario

### **ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA**

Terminación, rasante, espesor y anchura.

La superficie de la capa de slurry polimérico terminada deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones y acabado geométrico adecuado. La rasante de la superficie terminada no deberá superar en 5mm la superficie de la calzada intervenida.

El espesor de la capa no deberá ser inferior al previsto para sellar las fisuras, y definido en los Planos y las especificaciones del Proyecto.

**Medición y pago.** - La unidad de medida del sello de fisuras será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de fisura sellada para cualquier ancho y profundidad de ella, en acuerdo con los documentos del proyecto y a plena satisfacción del Fiscalizador.

**Unidad.** – metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**Materiales mínimos.** – polímetro, agua potable, emulsión asfáltica, cemento portland, arena cuarzo.

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, concretera 1 saco

**Mano de obra mínima calificada.** – peón, albañil, op. Equipo liviano [42]

**ANEXO P -9: RUBRO 9.- PINTURA DE TRAFICO LINEA SIMPLE CONTINUA LATERAL a=12 cm (l=variable) blanca**

**ANEXO P -10: RUBRO 10.- PINTURA DE TRAFICO LINEA DOBLE CONTINUA ACRILICA a=12 cm (l=variable) AMARILLA**

**Descripción.** - Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

**Procedimiento.** - Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F2002.

Además, Las microesferas de vidrio cumplirán las siguientes especificaciones: AASHTO M 247, Tipo 1

Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 3 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos. Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser

sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de micro esferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas micro esferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 20 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m<sup>2</sup> de marcas.

Las micro esferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. por cada lt. de pintura.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura de tráfico con micro esferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

**Medición y pago.** - Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas en metros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje, laterales de la vía y bordillos. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

**Unidad.** – metro (m)

**Materiales mínimos.** – pintura de alto tráfico para transito reflectiva, microesferas de cristal

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, camión franjador

**Mano de obra mínima calificada.** – operador franjadora, pintor, peón

**Unidad.** – metro (m)

**Materiales mínimos.** – pintura de alto tráfico para tránsito reflectiva, microesferas de cristal, diluyente para pintura de tránsito #1649 s

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, camión franjador

**Mano de obra mínima calificada.** – operador franjadora, pintor, peón [43]



## **ANEXO P -11: RUBRO 11.- PINTURA DE TRÁFICO PASOS CEBRAS**

**Descripción.** - Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

**Procedimiento.** - Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F2002.

Además, Las micro esferas de vidrio cumplirán las siguientes especificaciones: AASHTO M 247, Tipo 1

Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Las franjas serán de un ancho mínimo de 12 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 3 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador

mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 20 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m<sup>2</sup> de marcas.

Las micro esferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg por cada litro de pintura.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o micro esferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

**Medición y pago.** - Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas por superficie en metros cuadrados de marcas en el pavimento, y se medirán las áreas del paso cebra. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

**Unidad.** – metro cuadrado(m<sup>2</sup>)

**Materiales mínimos.** – pintura de alto tráfico, para transito reflectivo, microesferas de cristal, diluyente para pintura de transito #1649 S

**Equipo mínimo.** – herramienta menor, camión franjador

**Mano de obra mínima calificada.** – operador franjadora, pintor, peón [43]

**ANEXO Q**  
**VOLÚMENES DE OBRA**

**ANEXO Q -1: Volumen de obra de la Vía Pelileo – Guayaquil**

ITEM	Descripcion	Unidad	Largo	Ancho	Profundidad	Cantidad
1	EXCAVACION DE LA CALZADA SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	m3	1238	8.5	0.40	4209.2
2	TERMINACIÓN DE LA SUBRASANTE	m2	644	8.5	-	5474
3	CONSTRUCCION DE SUBBASE CLASE 3 ( INCLUYE TRANSPORTE)	m3	1238	8.5	0.20	2104.6
4	BASE CLASE 4 INCLUYE COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN	m3	1238	8.5	0.02	210.46
5	SUM. Y RIEGO DE IMPRIMACIÓN ASFALTICA RC 250	m2	1238	8.5	-	10523
6	SUM. Y COLOC. DE CARPETA ASFALTICA E=2" INCLUYE TRANSPORTE MOP 405-5	m2	1238	8.5	-	10523
7	Micropavimentos (Slurry Seal modifi, con polimeros 3% y emulsion CQS)	m2	1188	8.5	-	10098
8	Sello de fisuras con arena slurry polimérico y emulsión asfáltica	m2	1043	8.5	-	8865.5
9	Pintura de trafico línea doble continua acrílica a=12 cm (l=variable) amarilla	m	4580	0.12	-	549.6
10	Pintura de trafico línea simple continua lateral a=12 cm (l=variable) blanca	m	9160.00	0.12	-	1099.2
11	Pintura de tráfico pasos cebras	m2	312.00	0.45	-	140.4

**ANEXO R**  
**ANEXOS FOTOGRAFÍCOS**

**ANEXO Q-1: Ubicación de la estación para el conteo vehicular**



**ANEXO Q-2: Estación de conteo del tráfico vehicular**



**ANEXO Q-3: índice de Condición del Pavimento**



Medición de fallas

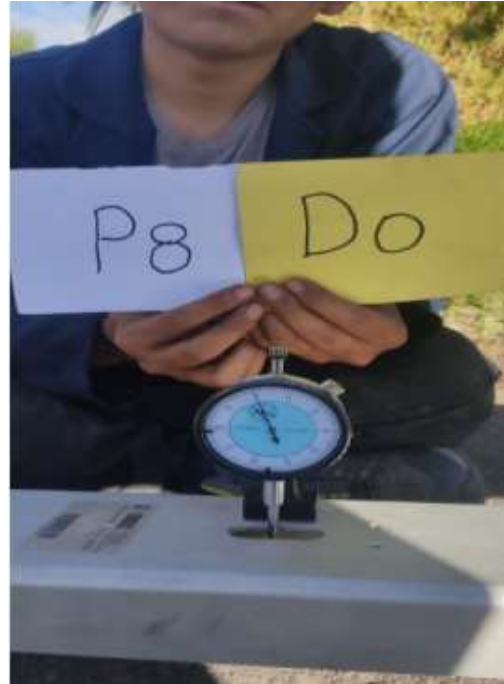


Falla tipo hueco

**ANEXO Q-4: Deflexiones en el pavimento**



Calibración de la viga Venkelman



Lecturas en el dial

**ANEXO Q-5: Extracción de calicatas**



Excavación de la calicata



Medición de los componentes de la estructura

**ANEXO Q-6: DCP**



Punto 1 DCP



Punto 3 DCP



**ANEXO Q-7: Granulometría**



Granulometría de la subrasante



Granulometría de la muestra granular

**ANEXO Q-8: Límite Líquido**



Mezcla de la muestra

**ANEXO Q-9: Límite Plástico**



Moldeo de la muestra

**ANEXO Q-10: Abrasión**



Ajuste de la máquina de los Ángeles



Colocación de esferas

**ANEXO Q-11: Proctor Modificado**



Peso de la muestra



Realización del ensayo

**ANEXO Q-12: CBR**



Compactación de la muestra



Esponjamiento

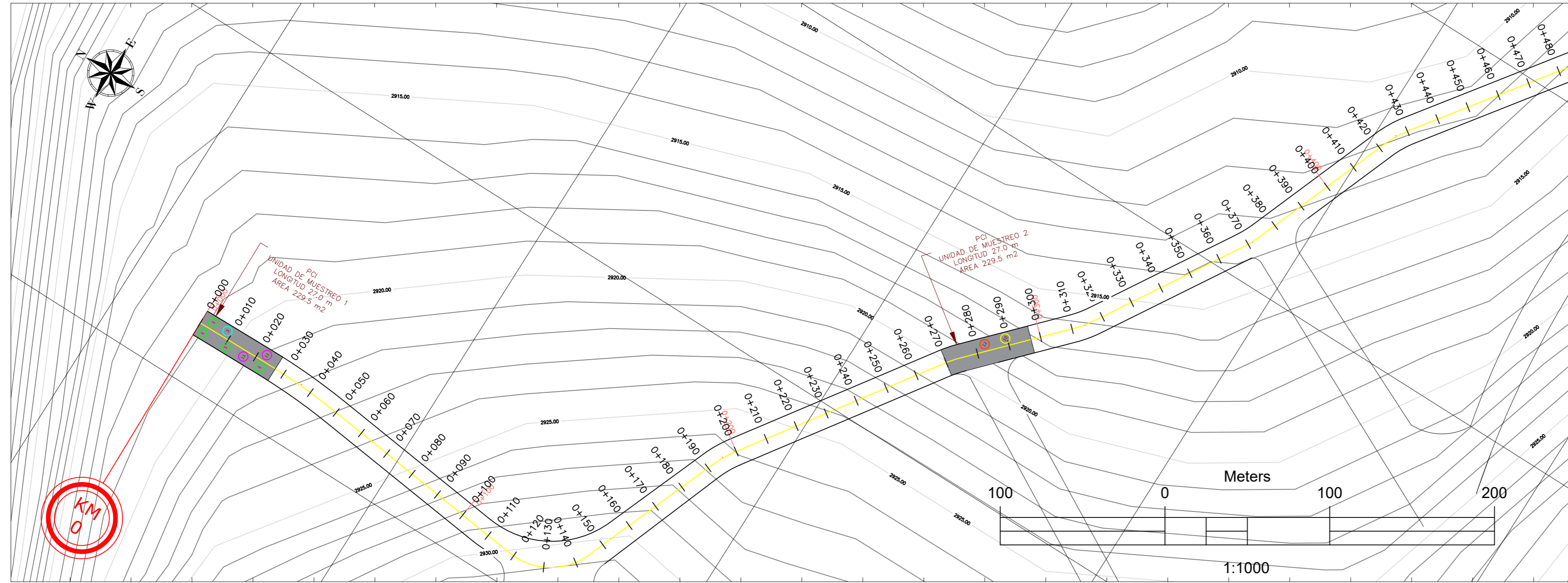
**ANEXO S**

**PLANOS DE LA VÍA PELILEO –**  
**GUAYAQUIL ABSCISA 0+000 – 4+580**

766300

766400

766500



766200

766300

9847600

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



**UBICACIÓN**  
COORDENADAS: UTM WGS84 ZONA 17 SUR  
Abs Inical: 0+000  
NORTE: 9847986; ESTE: 766208  
  
Abs Final: 4+580  
NORTE: 9849482; ESTE: 768133



**TEMA:**  
EVALUACIÓN SUPERICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL ABCISCA 0+000 - 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

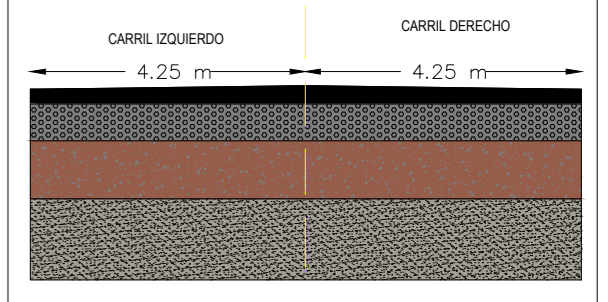
**TIPOS DE FALLAS PRESENTE EN EL PAVIMENTO ASFÁLTICO**

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| ① Piel de Cocodrilo                      | ⑬ Parqueo                 |
| ② Exudación                              | ⑭ Pulimiento de Agregados |
| ③ Agrietamiento en Bloque                | ⑮ Baches / Huecos         |
| ④ Abultamientos y Hundimientos           | ⑯ Cruce de Vía Férrea     |
| ⑤ Corrugación                            | ⑰ Ahuellamiento           |
| ⑥ Depresión                              | ⑱ Desplazamiento          |
| ⑦ Grietas de Borde                       | ⑲ Grieta Parabólica       |
| ⑧ Grietas de Reflexión de Juntas         | ⑳ Hinchamiento            |
| ⑨ Desnivel de Carril / Berma             | ㉑ Intemperismo            |
| ⑩ Grietas Longitudinales y Transversales |                           |

**DISTANCIAS DEL PUNTO DE ENSAYO VIGA VENKELMAN**



**SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL**

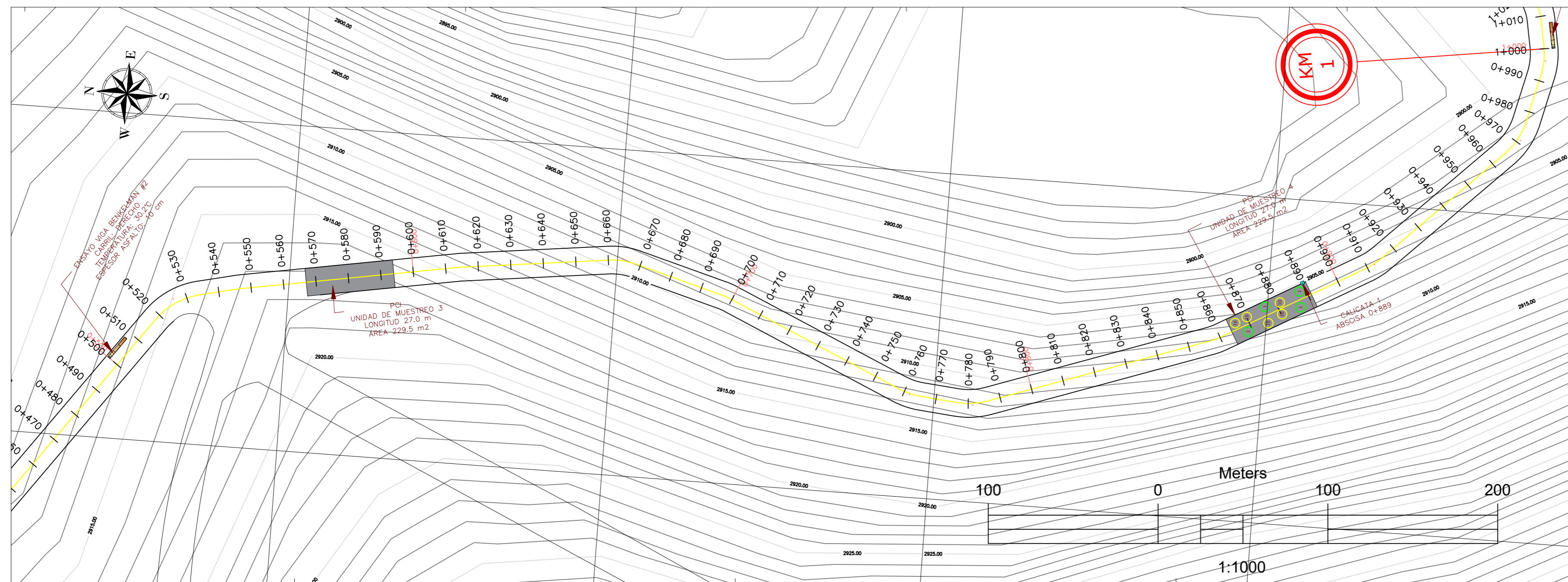


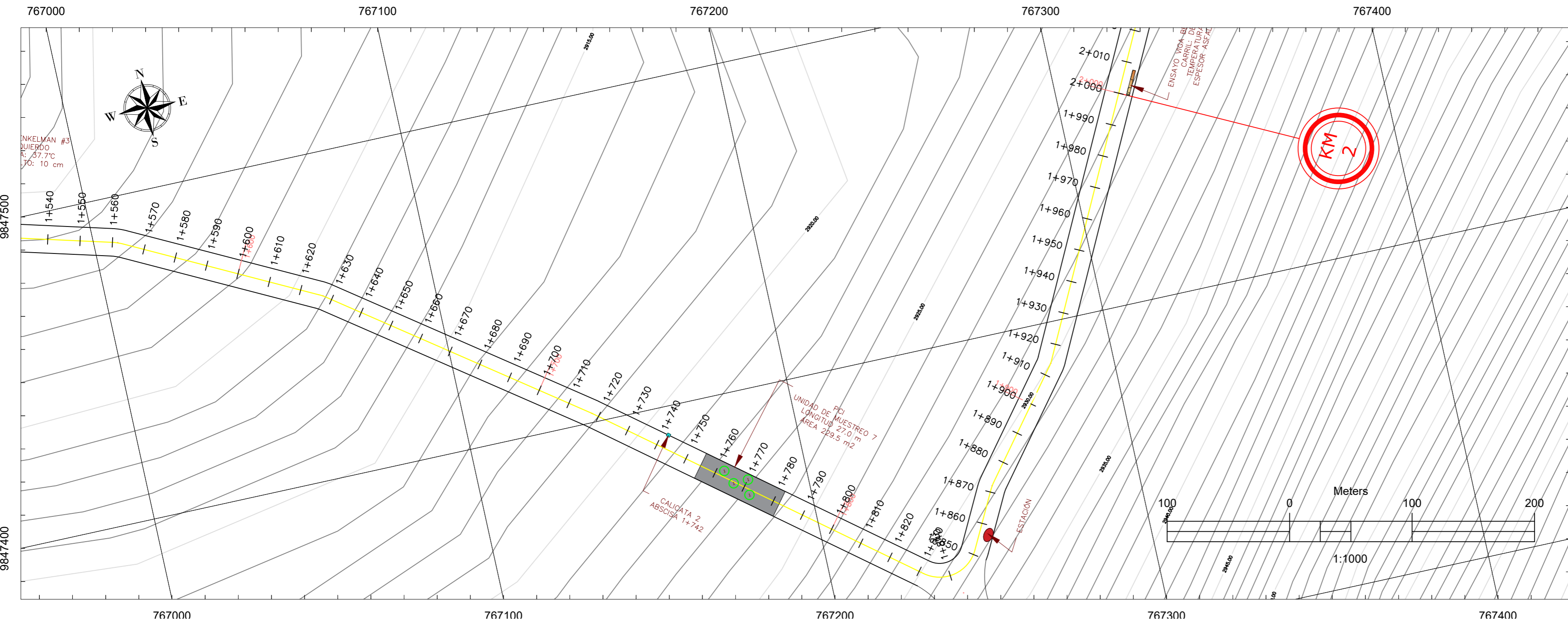
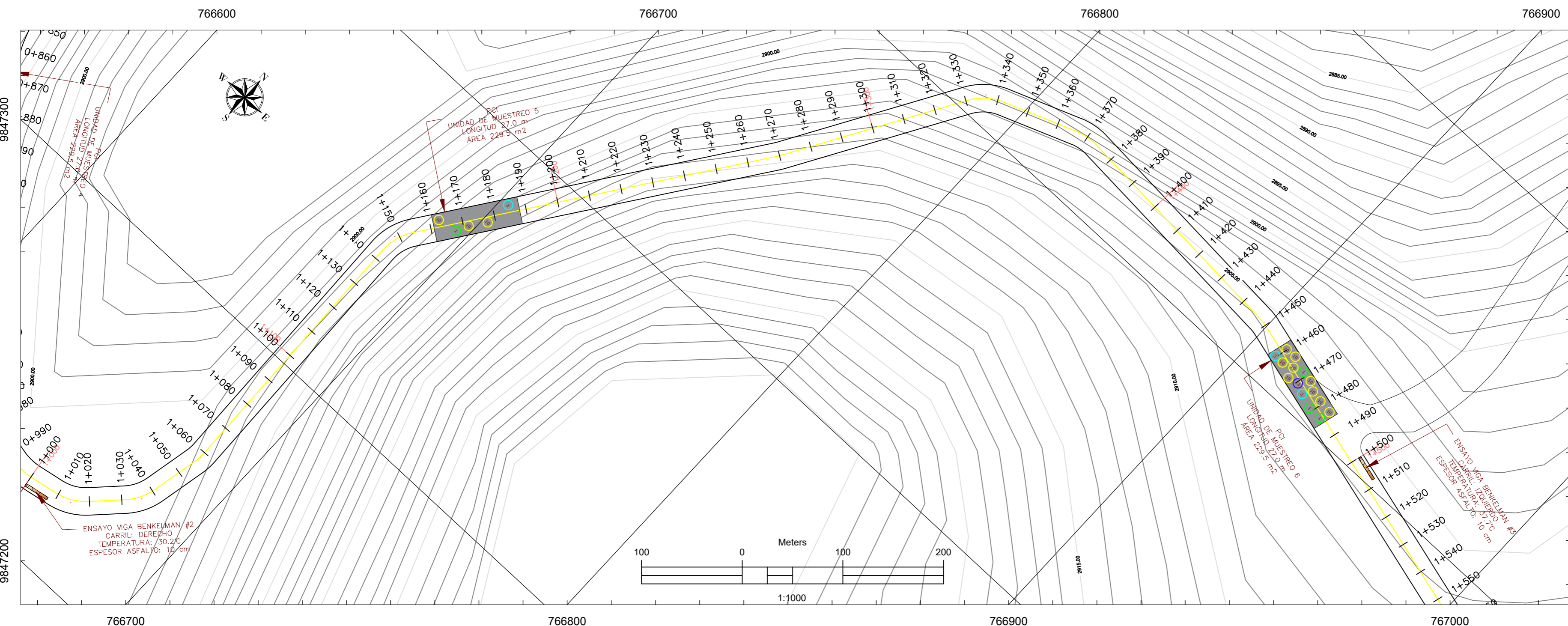
**CONTENIDO**

- ABCISADO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL
- UNIDADES DE PRUEBA / PCI
- UBICACIÓN VIGA VENKELMAN
- UBICACIÓN CALICATAS

PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: ENERO 2024

ELABORADO POR: JONATHAN TOAQUIZA    DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.



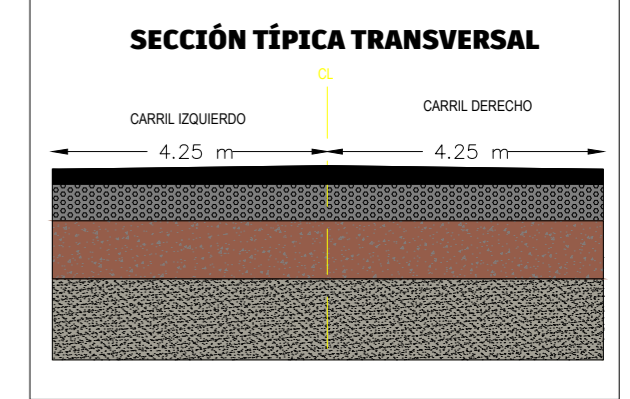
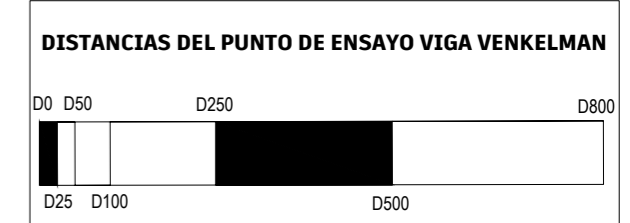


**UBICACIÓN**  
**COORDENADAS: UTM WGS84 ZONA 17 SUR**  
 Abs Inicial: 0+000  
 NORTE: 9847986; ESTE: 766208  
 Abs Final: 4+580  
 NORTE: 9849482; ESTE: 768133



**TEMA:**  
 EVALUACIÓN SUPERICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL ABSICISA 0+000 - 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

- TIPOS DE FALLAS PRESENTE EN EL PAVIMENTO ASFÁLTICO**
- |  |                           |
|--|---------------------------|
| ① Piel de Cocodrilo                      | ⑬ Parcho                  |
| ② Exudación                              | ⑭ Pulimiento de Agregados |
| ③ Agrietamiento en Bloque                | ⑮ Baches / Huecos         |
| ④ Abultamientos y Hundimientos           | ⑯ Cruce de Vía Férrea     |
| ⑤ Corrugación                            | ⑰ Ahuellamiento           |
| ⑥ Depresión                              | ⑱ Desplazamiento          |
| ⑦ Grietas de Borde                       | ⑲ Grieta Parabólica       |
| ⑧ Grietas de Reflexión de Juntas         | ⑳ Hinchamiento            |
| ⑨ Desnivel de Carril / Berma             | ⓫ Intemperismo            |
| ⑩ Grietas Longitudinales y Transversales |                           |



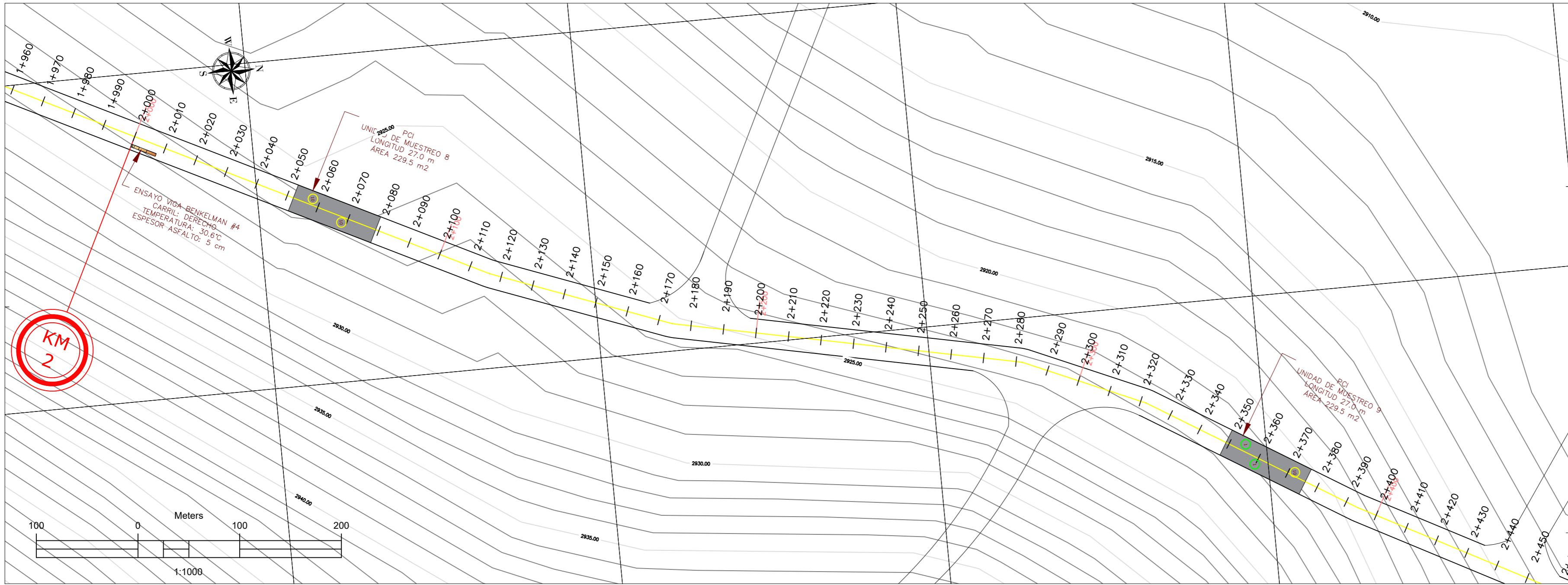
**CONTENIDO**

- ABSICISADO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL
- UNIDADES DE PRUEBA / PCI
- UBICACIÓN VIGA VENKELMAN
- UBICACIÓN CALICATAS

PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: ENERO 2024

ELABORADO POR: JONATHAN TOAQUIZA    DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.

767300



9847900.000

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



**UBICACIÓN**  
**COORDENADAS: UTM WGS84 ZONA 17 SUR**  
 Abs Inicial: 0+000  
 NORTE: 9847986; ESTE: 766208  
 Abs Final: 4+580  
 NORTE: 9849482; ESTE: 768133



**TEMA:**  
 EVALUACIÓN SUPERICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL ABCISCA 0+000 - 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

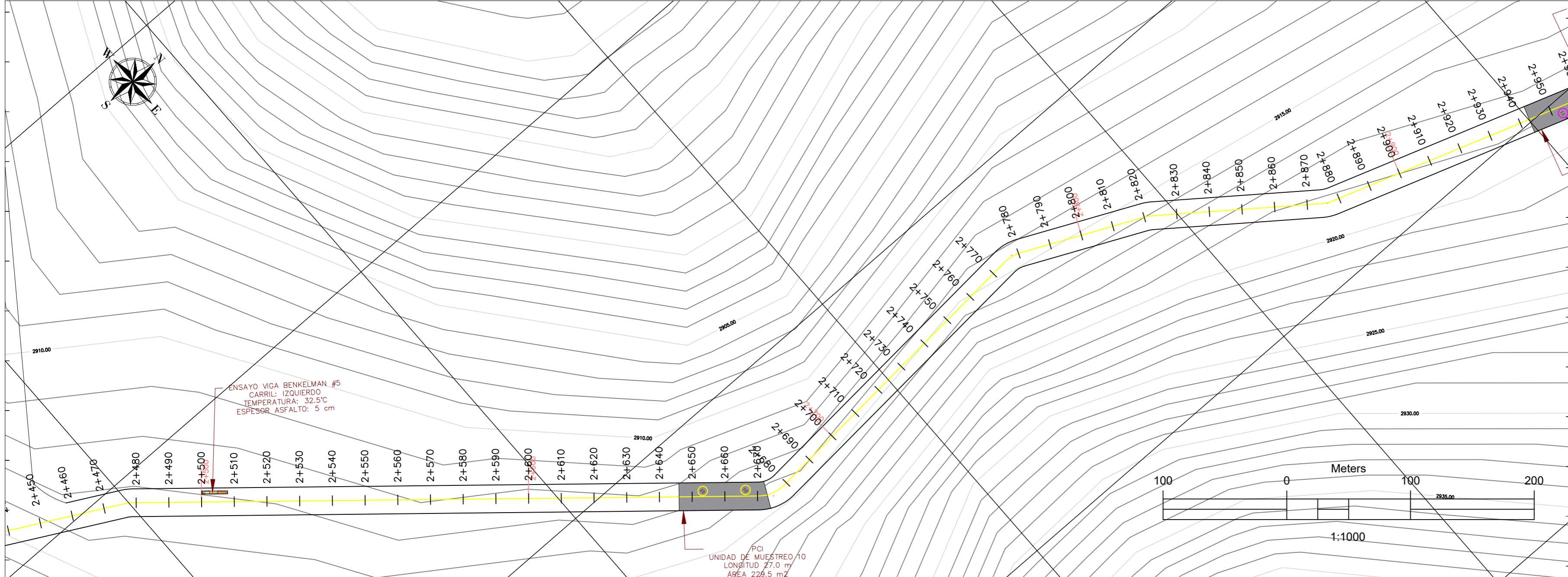
**TIPOS DE FALLAS PRESENTE EN EL PAVIMENTO ASFÁLTICO**

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| ① Piel de Cocodrilo                      | ⑪ Parqueo                 |
| ② Exudación                              | ⑫ Pulimiento de Agregados |
| ③ Agrietamiento en Bloque                | ⑬ Baches / Huecos         |
| ④ Abultamientos y Hundimientos           | ⑭ Cruce de Vía Férrea     |
| ⑤ Corrugación                            | ⑮ Ahuellamiento           |
| ⑥ Depresión                              | ⑯ Desplazamiento          |
| ⑦ Grietas de Borde                       | ⑰ Grieta Parabólica       |
| ⑧ Grietas de Reflexión de Juntas         | ⑱ Hinchamiento            |
| ⑨ Desnivel de Carril / Berma             | ⑲ Intemperismo            |
| ⑩ Grietas Longitudinales y Transversales |                           |

767400

767500

767600

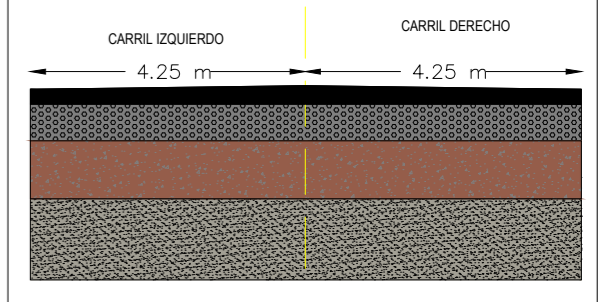


9848300

**DISTANCIAS DEL PUNTO DE ENSAYO VIGA VENKELMAN**



**SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL**



**CONTENIDO**  
 - ABCISADO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL  
 - UNIDADES DE PRUEBA / PCI  
 - UBICACIÓN VIGA VENKELMAN  
 - UBICACIÓN CALICATAS

PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: ENERO 2024

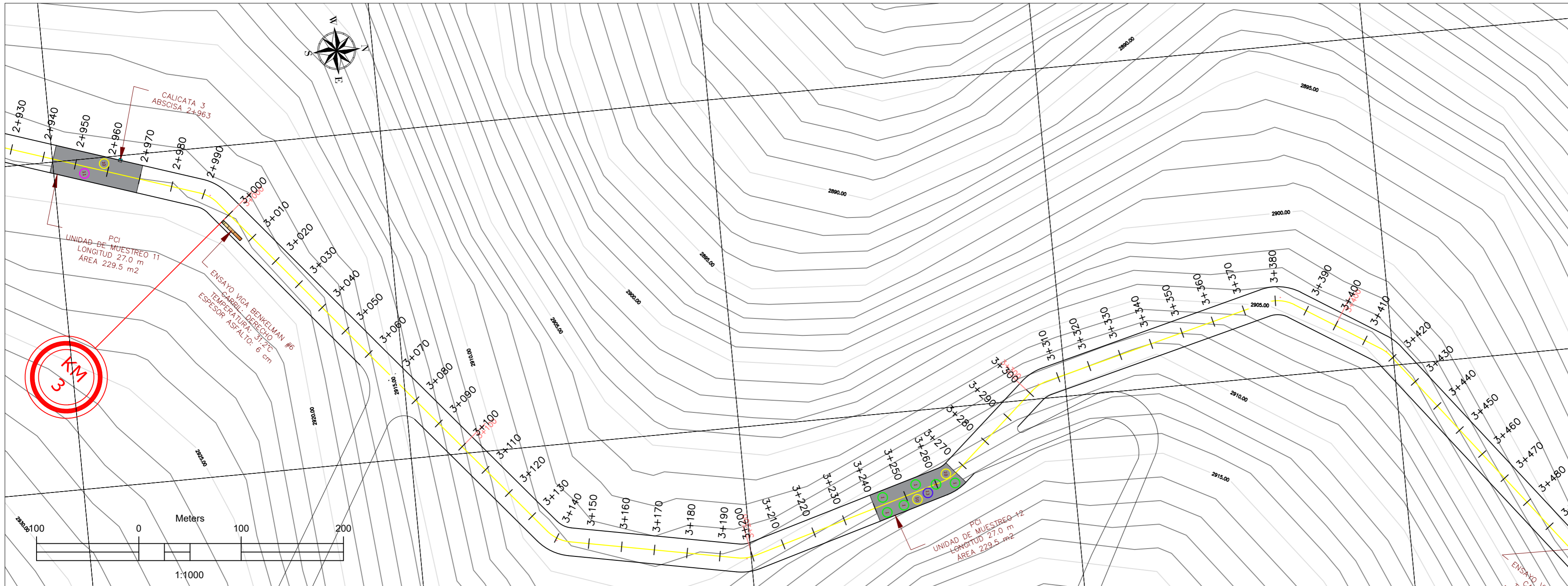
ELABORADO POR: JONATHAN TOAQUIZA    DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.

767500

767600

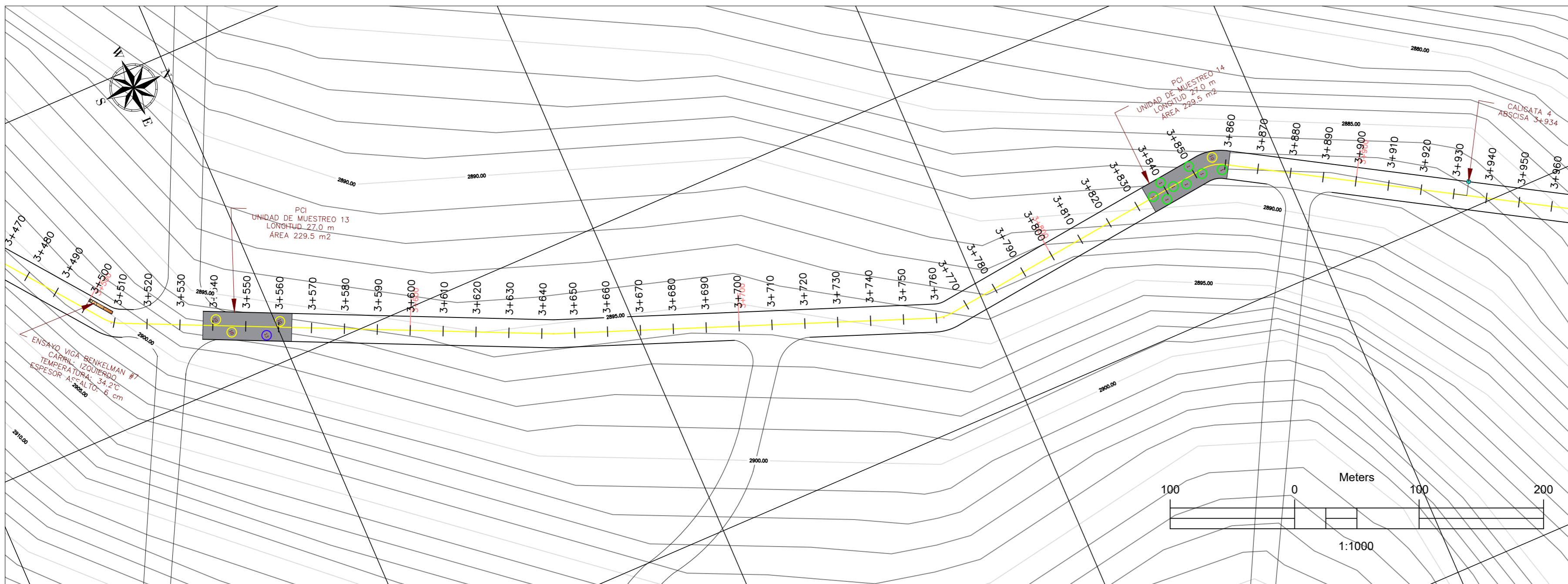
767700

767800



767800

767900

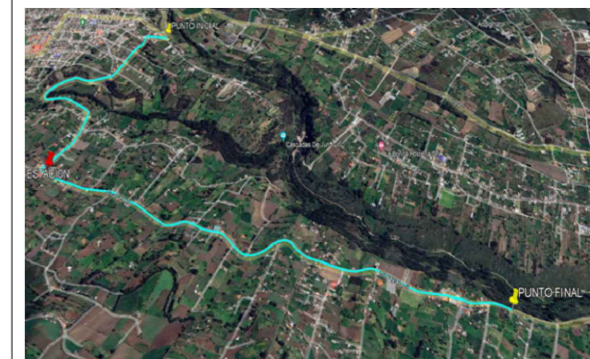


768000

768100



**UBICACIÓN**  
**COORDENADAS: UTM WGS84 ZONA 17 SUR**  
 Abs Inicial: 0+000  
 NORTE: 9847986; ESTE: 766208  
 Abs Final: 4+580  
 NORTE: 9849482; ESTE: 768133



**TEMA:**  
 EVALUACIÓN SUPERICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL ABCISIA 0+000 - 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

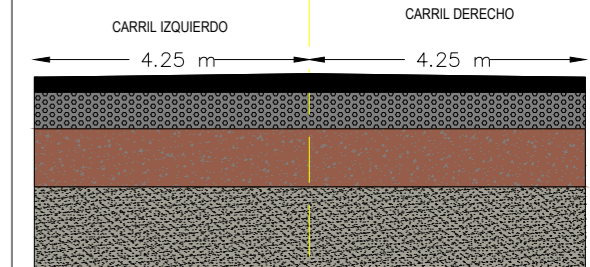
**TIPOS DE FALLAS PRESENTE EN EL PAVIMENTO ASFÁLTICO**

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| ① Piel de Cocodrilo                      | ⑬ Parcho                  |
| ② Exudación                              | ⑭ Pulimiento de Agregados |
| ③ Agrietamiento en Bloque                | ⑮ Baches / Huecos         |
| ④ Abultamientos y Hundimientos           | ⑯ Cruce de Vía Férea      |
| ⑤ Corrugación                            | ⑰ Ahuellamiento           |
| ⑥ Depresión                              | ⑱ Desplazamiento          |
| ⑦ Grietas de Borde                       | ⑲ Grieta Parabólica       |
| ⑧ Grietas de Reflexión de Juntas         | ⑳ Hinchamiento            |
| ⑨ Desnivel de Carril / Berma             | ㉑ Intemperismo            |
| ⑩ Grietas Longitudinales y Transversales |                           |

**DISTANCIAS DEL PUNTO DE ENSAYO VIGA VENKELMAN**



**SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL**



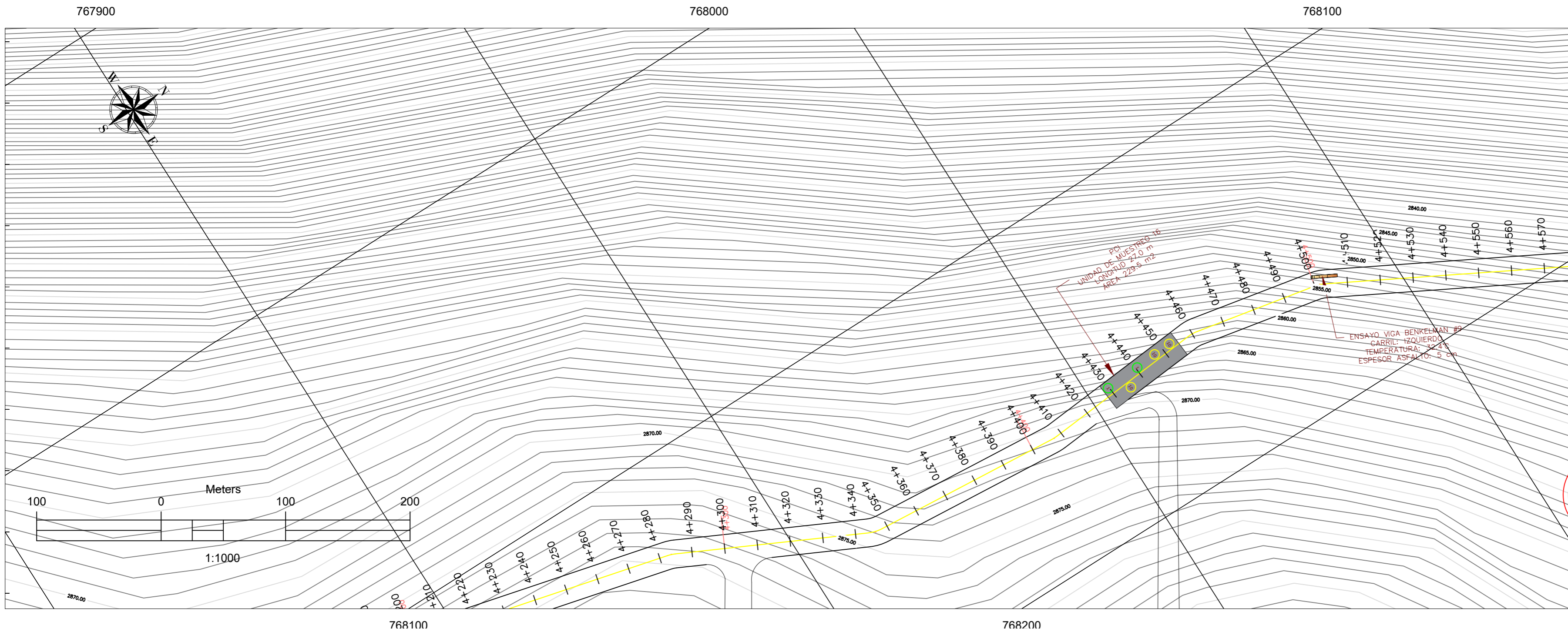
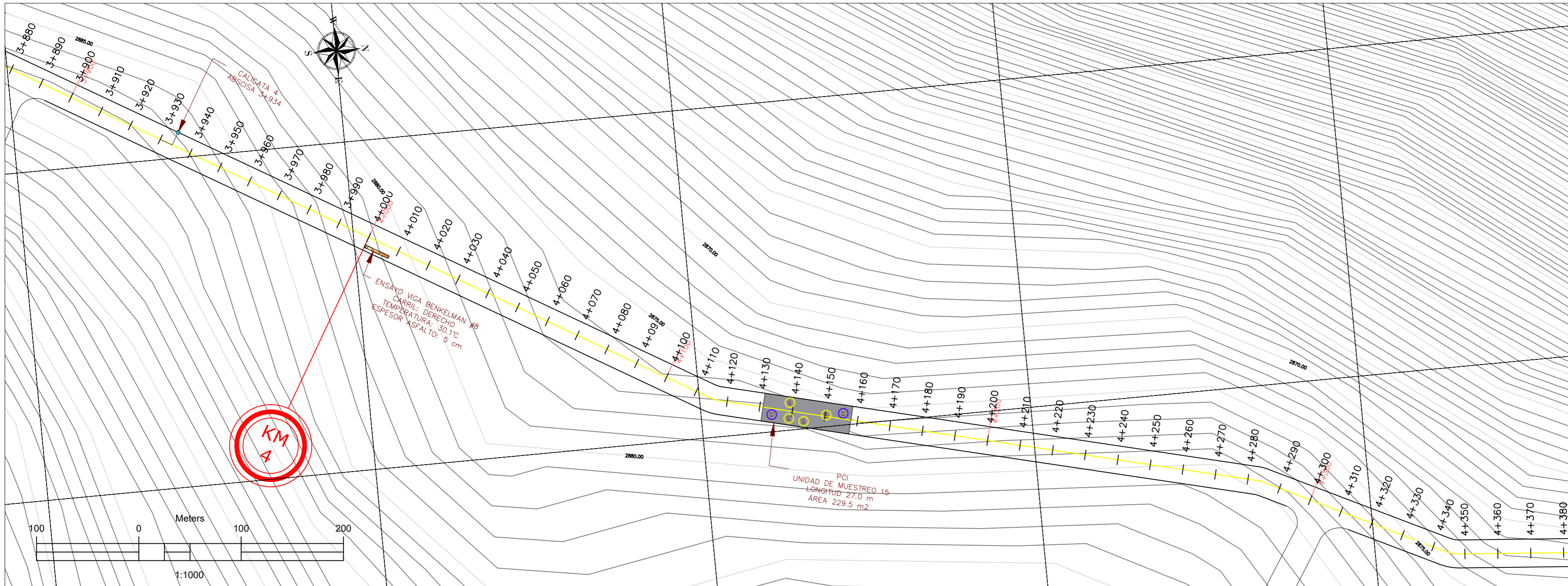
**CONTENIDO**

- ABCISADO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL
- UNIDADES DE PRUEBA / PCI
- UBICACIÓN VIGA VENKELMAN
- UBICACIÓN CALICATAS

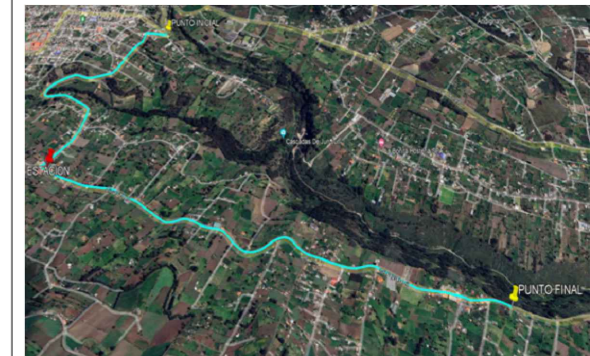
PROVINCIA: TUNGURAHUA    ESCALA: 1:1000    FECHA: ENERO 2024

ELABORADO POR: JONATHAN TOAQUIZA    DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.





**UBICACIÓN**  
**COORDENADAS: UTM WGS84 ZONA 17 SUR**  
 Abs Inicial: 0+000  
 NORTE: 9847986; ESTE: 766208  
 Abs Final: 4+580  
 NORTE: 9849482; ESTE: 768133



**TEMA:**  
 EVALUACIÓN SUPERICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL ABCISATA 0+000 - 4+580, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y PELILEO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

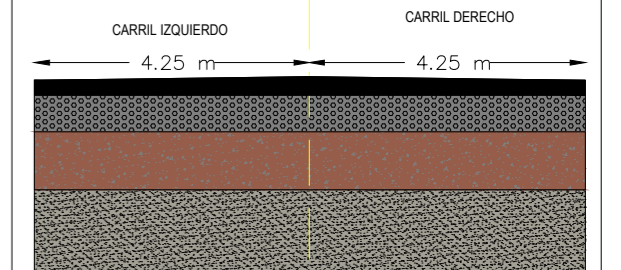
**TIPOS DE FALLAS PRESENTE EN EL PAVIMENTO ASFÁLTICO**

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| ① Piel de Cocodrilo                      | ⑬ Parcho                  |
| ② Exudación                              | ⑭ Pulimiento de Agregados |
| ③ Agrietamiento en Bloque                | ⑮ Baches / Huecos         |
| ④ Abultamientos y Hundimientos           | ⑯ Cruce de Vía Férrea     |
| ⑤ Corrugación                            | ⑰ Ahuellamiento           |
| ⑥ Depresión                              | ⑱ Desplazamiento          |
| ⑦ Grietas de Borde                       | ⑲ Grieta Parabólica       |
| ⑧ Grietas de Reflexión de Juntas         | ⑳ Hinchamiento            |
| ⑨ Desnivel de Carril / Berma             | ⓫ Intemperismo            |
| ⑩ Grietas Longitudinales y Transversales |                           |

**DISTANCIAS DEL PUNTO DE ENSAYO VIGA VENKELMAN**



**SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL**



**CONTENIDO**

- ABCISADO DE LA VÍA PELILEO - GUAYAQUIL
- UNIDADES DE PRUEBA / PCI
- UBICACIÓN VIGA VENKELMAN
- UBICACIÓN CALICATAS

PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: 1:1000 | FECHA: ENERO 2024

ELABORADO POR: JONATHAN TOAQUIZA | DOCENTE TUTOR: ING. FRICSON MOREIRA MG.