

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

Trabajo de titulación modalidad proyecto técnico, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

ESTUDIANTE:

FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA

TUTOR:

ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO, MG.

Ambato – Ecuador

Febrero / 2025

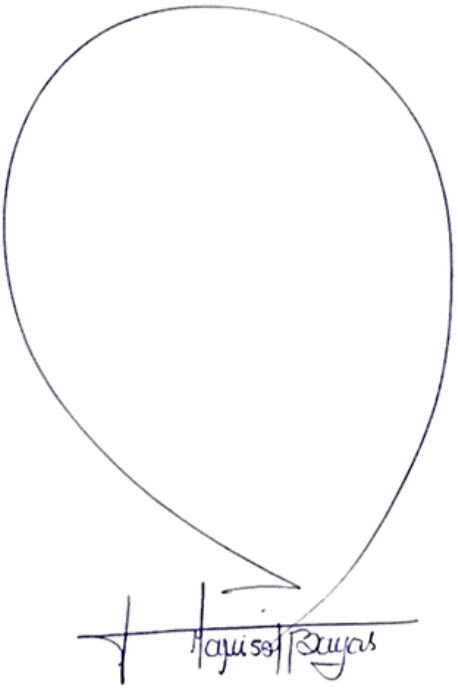
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**, elaborado por el estudiante Felipe Israel Crespo Vega, portador de la cédula de ciudadanía número 1803957784, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, febrero 2025



.....

Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Felipe Israel Crespo Vega**, con C.I. 1803957784 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente proyecto técnico con el tema: **"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2025



.....

Felipe Israel Crespo Vega

C.I. 1803957784

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este proyecto técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi 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 2025



.....

Crespo Vega Felipe Israel

C.I. 1803957784

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto técnico, realizado por el estudiante **Felipe Israel Crespo Vega**, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA".**

Ambato, febrero 2025

Para constancia firma:

.....	.....
Ing. Milton Rodrigo Aldas Sánchez Ph.D.	Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldás, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR	**MIEMBRO CALIFICADOR**

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mi madre María José, quien ha sido el apoyo más incondicional y el amor más puro, sincero y especial que he tenido y quien me ha inculcado todos los valores, el amor y la fuerza necesaria para poder llegar donde estoy, dejando siempre en alto todas sus enseñanzas, cariño y paciencia.

A mis hermanos Nicolás y Gabriel, quienes han sabido darme consuelo en los momentos difíciles e inspiración en los momentos de desmotivación, mostrándome siempre lo mucho que alguien puede lograr si se esfuerza lo suficiente.

A mi padre Walter, quien, aunque ya no se encuentre en este mundo, siempre me demostró un apoyo diferente al de todos, demostrándome que me apoyaría en cualquier situación sin importar lo que fuese.

A quien considero mi segundo padre Lenin, por brindarme a mí, a mis hermanos y sobre todo a mi madre un apoyo constante, desinteresado y lleno de abundante amor para poder sacarnos adelante en los momentos más difíciles.

A toda mi familia: a mis abuelos Ramiro y Jenny, a mi abuela Carlina; a mis tíos Eduardo, Jorge, Carlos, Moisés, Josué e Iván; a mis tías María Belén, María Fernanda, Jenny y María Del Carmen; a mis primos Samuel, Isaac, Andrés, Santiago, Jadasá, Daniel, Abel, Sebastián, Valeria, Jonathan y Andrés por haberme brindado un amor tan esperanzador y por haber confiado siempre en mí.

A mi segunda familia: a Juan Gavilanes, a Jennifer Acurio, a Anthony Zabala, a Rubén Pérez, a Kerly Quilligana, a Mateo Hidalgo, a Juan Guerrero, a Marlon Farinango, a Marco Mesías, a Darwin Lozada, a Santiago Sanguil, a Andye Pepe, a Isaac Cobo, a Martín Muñoz y a Alejandra Guevara por ser un refugio, consuelo e infinito apoyo para mí.

Y, ante todo, quiero dedicar este proyecto a Dios, quien ha sido esa roca que me ha sostenido por tanto tiempo, quien ha sido esa esperanza en mis momentos de angustia, quien ha sido mi consuelo en momentos de luto, quien ha sido mi confidente, mi guía, mi protector y mi más grande aliento en toda mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco mucho a Dios, por haberme regalado una familia tan especial, tan solidaria y que me ha brindado siempre un amor tan único. Agradezco mucho a mi padre celestial todas las oportunidades que me ha dado y todas las enseñanzas que me ha dejado. Agradezco mucho que me haya podido dar la oportunidad de llegar tan lejos y agradezco mucho que me haya bendecido en cada paso que doy.

Estoy muy agradecido con mi madre, con mis hermanos y con toda mi familia por haberme sostenido siempre y haberme hecho ver las cosas de una manera más clara. Agradezco mucho la fuerza de voluntad que me han brindado a través de su infinito amor. Espero poder hacerlos sentir tan orgullosos, así como me siento yo de orgulloso al saber que ustedes son mis confidentes de vida y las personas a las que más amo en este mundo.

Quiero dar las gracias a mi compañía más dulce y mi cómplice de aventuras Jennifer, por haberme dado tantos momentos de gozo, ternura, comprensión y alegría que me hicieron tanta falta sobre todo en esta etapa tan dura de la universidad. Agradezco siempre tu confianza, tu amor y tu preocupación por mí, así como por los seres que amo, espero poder seguir siendo el Jake de tu Finn, el Víctor de tu Emily y el Jack de tu Sally por mucho tiempo más.

De manera sincera agradezco a mi gran amigo Anthony, por todas esas ocasiones en las que me demostró lo que un buen amigo puede llegar a ser. Por ser tan sincero y amable conmigo. Por haberme brindado una amistad tan pura sin esperar nada a cambio. Agradezco tanto tener una amistad así en mi vida, y espero que sea tan longeva como la edad de la Tierra.

Agradezco mucho a mi tutora Myriam Marisol, por su paciencia y guía no solo en la tesis, sino en todo el trayecto de mi vida universitaria. Agradezco mucho el hecho de haberme enseñado que si hay personas de buen corazón que en verdad se preocupan por sus estudiantes y por el futuro de ellos.

Y de manera muy especial quiero agradecer a mi hermano Juan Gavilanes. Agradezco mucho todo lo que has hecho por mí, todas las aventuras que me has permitido vivir en este mundo, todo el cariño que has plasmado en cada ocasión y toda la paz que me has brindado con tu mera presencia. Agradezco muchísimo a Dios y a la vida por haber tenido el privilegio de tenerte en mi camino y poder llamarte mi amigo. Espero que puedas sentir lo inmensamente agradecido que estoy contigo y lo mucho que ha significado tu presencia en mi vida. Espero que nuestra amistad sea tan eterna como la existencia misma.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

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 GENERAL DE CONTENIDO viii
ÍNDICE DE FIGURAS xi
ÍNDICE DE TABLAS xiii
ÍNDICE DE ANEXOS xv
SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS xviii
RESUMEN EJECUTIVO xix
ABSTRACT xx
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO 1
I. JUSTIFICACIÓN 1
II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 2
III. OBJETIVOS 6
A. OBJETIVO GENERAL 6
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA 7
I. EQUIPOS Y MATERIALES 7
A. PRIMERA FASE 7
1) Estudios Topográficos 7
2) Estudios de Tráfico 7
B. SEGUNDA FASE 8
1) Análisis PCI 8
2) Estudios de Suelos 8
C. TERCERA FASE 9
3) Diseño del Pavimento, Diseño Vial y Análisis Económico 9
II. MÉTODOS 9
A. PRIMERA FASE 9
1) Levantamiento Topográfico 10
2) Estudios de Tráfico 12

B. SEGUNDA FASE 12
3) Análisis PCI 13
4) Extracción de muestras de suelo 13
5) Ensayos y estudio de suelos 14
C. TERCERA FASE 17
6) Diseño del Pavimento 17
7) Diseño de la vía 17
8) Análisis Económico 17
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 18
I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 18
A. PRIMERA FASE 18
1) Levantamiento Topográfico 18
a) Reconocimiento preliminar de la zona 18
b) Toma de puntos topográficos 18
2) Estudios de Tráfico 20
a) Establecimiento de la zona de conteo vehicular 20
b) Conteo vehicular in situ 20
c) Cálculos correspondientes del TPDA 21
B. SEGUNDA FASE 32
3) Análisis PCI 32
a) Determinación del ancho de calzada 32
b) Cálculo de la longitud de la unidad de muestreo y el área de muestreo 32
c) Unidad total de muestreo 34
d) Número mínimo de unidades de muestreo 34
e) Determinación del intervalo de muestreo 35
f) Determinación del PCI 36
4) Extracción de muestras de suelo 44
5) Ensayos y estudio de suelos 45
a) Contenido de Humedad 45
b) Granulometría 48
c) Límite Líquido 54
d) Límite Plástico 56
e) Índice de Plasticidad 57
f) Determinación del Tipo de Suelo 58
g) Proctor Modificado 61

h) CBR 66
C. TERCERA FASE 71
6) Diseño del Pavimento 71
7) Diseño de la vía 87
8) Análisis Económico 88
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 89
I. CONCLUSIONES 89
II. RECOMENDACIONES 90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 91
ANEXOS 94

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Delimitación de la vía evaluada 10
Fig. 2. Levantamiento topográfico de la vía 10
Fig. 3. Falla presente en la vía 1 11
Fig. 4. Falla presente en la vía 2 11
Fig. 5. Conteo vehicular 12
Fig. 6. Extracción de muestras de suelo 13
Fig. 7. Muestras depositadas en la parte posterior del laboratorio de suelos 13
Fig. 8. Contenido de Humedad muestra natural 14
Fig. 9. Contenido de Humedad muestra seca 14
Fig. 10. Tamizado de la muestra 15
Fig. 11. Elaboración del ensayo de Límite Líquido 15
Fig. 12. Elaboración del ensayo de Límite Plástico 16
Fig. 13. Receptor GNSS en el método de posicionamiento 18
Fig. 14. Punto de control método de posicionamiento 19
Fig. 15. Levantamiento topográfico trazado en Civil 3D 19
Fig. 16. Zona de conteo vehicular 20
Fig. 17. Formato utilizado para el conteo vehicular 21
Fig. 18. Gráfica 1 Composición vehicular - Hora pico - Día Sábado 22
Fig. 19. Gráfica 2 Composición vehicular - Hora pico - Día Sábado 22
Fig. 20. Inspección y Toma de medidas de las fallas según las unidades de muestreo 37
Fig. 21. Formato utilizado para la determinación del PCI 37
Fig. 22. Determinación del PCI Primera Unidad 1 38
Fig. 23. Determinación del Valor Deducible de la Grieta Longitudinal 39
Fig. 24. Determinación del Valor Deducible de la Piel de Cocodrilo 40
Fig. 25. Determinación del PCI Primera Unidad 2 41
Fig. 26. Determinación de los Valores Deducibles Corregidos 41
Fig. 27. Tabla Resumen de la Clasificación de las Unidades por el valor de PCI 43
Fig. 28. Unidad de muestreo seleccionada 44
Fig. 29. Estratigrafía para Calicatas 44
Fig. 30. Muestras de suelo para el ensayo de contenido de humedad natural 45
Fig. 31. Secado de las muestras para el contenido de humedad natural 45
Fig. 32. Tamices ordenados para el ensayo de Granulometría 49
Fig. 33. Curva de Distribución Granulométrica 52
Fig. 34. Ilustración para el ensayo de Límite Líquido 54
Fig. 35. Gráfica del Contenido de Humedad Límite Líquido 55
Fig. 36. Determinación del tipo de suelo según la AASHTO 58
Fig. 37. Determinación del tipo de suelo según la SUCS 1 59
Fig. 38. Determinación del tipo de suelo según la SUCS 2 59
Fig. 39. Significado del tipo de suelo según la SUCS 60
Fig. 40. Pesaje de las muestras para el ensayo de Proctor Modificado 61
Fig. 41. Adición de los porcentajes de agua para el ensayo de Proctor Modificado 61
Fig. 42. División de la muestra en el ensayo de Proctor Modificado 62
Fig. 43. Curva relación Humedad Densidad ensayo de Proctor Modificado 65

Fig. 44. Anotación de datos del ensayo de CBR 68
Fig. 45. Gráfica Esfuerzo vs Penetración ensayo CBR 69
Fig. 46. Gráfica %CBR vs Densidad Seca 70
Fig. 47. Composición vehicular Día 1 - Diseño del Pavimento 73
Fig. 48. Gráfico para determinar el coeficiente estructural de capas asfálticas en función del módulo resiliente 75
Fig. 49. Demostración de Eje Simple, Eje Tandem y Eje Tridem 76
Fig. 50. Factores Equivalentes de Carga Diseño del Pavimento 76
Fig. 51. Coeficiente de Capa y Módulo de Resiliencia para Sub-Base 81
Fig. 52. Coeficiente de Capa y Módulo de Resiliencia para Base 82
Fig. 53. Coeficiente de Capa para C° Asfáltico, según Módulo Elástico 82
Fig. 54. Nomograma para el Cálculo de los Números Estructurales (SNs) 83
Fig. 55. Espesores determinados para el Diseño del Pavimento 86
Fig. 56. Espesores corregidos para el Diseño del Pavimento 87

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I UBICACIÓN DE LA VÍA (UTM WGS84) 10
TABLA II UBICACIÓN DE LA ZONA DE CONTEO VEHICULAR (UTM WGS84) 20
TABLA III RESUMEN SEMANAL DEL CONTEO VEHICULAR 21
TABLA IV COMPORTAMIENTO VEHICULAR HORA PICO 22
TABLA V VALOR DE LA CONSTANTE DEL TPDA SEGÚN LA ZONA 23
TABLA VI RESUMEN DE LOS VALORES DEL TPDA ACTUAL 25
TABLA VII RESUMEN DE TRÁFICOS CALCULADOS 28
TABLA VIII TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO 29
TABLA IX CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE CARRETERA EN BASE AL TRÁFICO FUTURO 31
TABLA X FUNCIÓN DE CARRETERA EN FUNCIÓN AL TIPO Y TPDAF 31
TABLA XI VALORES DEL ANCHO DE CALZADA DE LA VÍA 32
TABLA XII LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS 32
TABLA XIII TABLA RESUMEN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO NECESARIAS PARA EL PCI 36
TABLA XIV RANGOS DE CLASIFICACIÓN Y REPRESENTACIÓN DEL PCI Y DEL URCI 42
TABLA XV COLOR Y TIPO DE INTERVENCIÓN SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DEL PCI 43
TABLA XVI PESOS RETENIDOS EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO 49
TABLA XVII VALORES DEL PESO RETENIDO ACUMULADO EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO 50
TABLA XVIII VALORES DE PORCENTAJE RETENIDO EN ENSAYO GRANULOMÉTRICO 51
TABLA XIX VALORES DEL PORCENTAJE QUE PASA ENSAYO GRANULOMÉTRICO 52
TABLA XX VALORES DE D10, D30 Y D60 ENSAYO GRANULOMÉTRICO 53
TABLA XXI VALORES REGISTRADOS LÍMITE LÍQUIDO 54
TABLA XXII VALORES CALCULADOS DEL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO 56
TABLA XXIII VALORES REGISTRADOS DEL LÍMITE PLÁSTICO 56
TABLA XXIV VALORES CALCULADOS DEL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO 57
TABLA XXV DATOS REGISTRADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO. 62
TABLA XXVI RESULTADOS PESO DEL SUELO HÚMEDO ENSAYO PROCTOR MODIFICADO 63
TABLA XXVII RESULTADOS DEL PROCESO DE COMPACTACIÓN 63
TABLA XXVIII DATOS REGISTRADOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD ENSAYO PROCTOR MODIFICADO 64
TABLA XXIX DATOS CALCULADOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD ENSAYO PROCTOR MODIFICADO 64
TABLA XXX DATOS DEL MOLDE ENSAYO CBR 66
TABLA XXXI DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ENSAYO CBR 67
TABLA XXXII DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN ENSAYO CBR 67

TABLA XXXIII DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUÉS DEL REMOJO ENSAYO CBR 68
TABLA XXXIV DATOS DEL ENSAYO DE CBR 68
TABLA XXXV DATOS DE PRESIÓN Y CBR REFERENTE A LOS VALORES 0.100 Y 0.200 69
TABLA XXXVI VALORES REGISTRADOS DEL CONTEO DE VEHÍCULOS DISEÑO DEL PAVIMENTO 71
TABLA XXXVII DATOS PRELIMINARES NECESARIOS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO 71
TABLA XXXVIII COMPOSICIÓN POR DÍA DEL TRÁFICO VEHICULAR 72
TABLA XXXIX VALORES DE TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO 73
TABLA XL VALORES DE LA TASA DE CRECIMIENTO 74
TABLA XLI PERÍODOS DE ANÁLISIS PARA EL PERÍODO DE DISEÑO 74
TABLA XLII FACTOR DE DISTRIBUCIÓN 77
TABLA XLIII FACTOR DE DIRECCIÓN 77
TABLA XLIV VALORES DETERMINADOS PARA EL NÚMERO DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES 77
TABLA XLV DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONFIABILIDAD 79
TABLA XLVI RELACIÓN DE CONFIABILIDAD Y EL VALOR DE ZR 80
TABLA XLVII TIEMPOS DE DRENAJE RECOMENDADOS POR AASHTO 83
TABLA XLVIII COEFICIENTES DE DRENAJE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES 83
TABLA XLIX VALORES NECESARIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPESORES 84
TABLA L ESPESORES MÍNIMOS DE CONCRETO ASFÁLTICO Y BASE GRANULAR 87
TABLA LI ANÁLISIS PRESUPUESTARIO DEL PROYECTO 88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Reconocimiento inicial para la topografía. 95
Anexo 2: Señalización en el reconocimiento inicial topográfico. 95
Anexo 3: Levantamiento topográfico 1. 95
Anexo 4: Levantamiento topográfico 2. 96
Anexo 5: Levantamiento topográfico 3. 96
Anexo 6: Levantamiento topográfico 4. 96
Anexo 7: Primer día de conteo vehicular. 97
Anexo 8: Segundo día de conteo vehicular. 97
Anexo 9: Tercer día de conteo vehicular. 97
Anexo 10: Cuarto día de conteo vehicular. 98
Anexo 11: Quinto día de conteo vehicular. 98
Anexo 12: Sexto día de conteo vehicular. 98
Anexo 13: Séptimo día de conteo vehicular. 99
Anexo 14: Falla presente en la vía 1. 99
Anexo 15: Falla presente en la vía 2. 99
Anexo 16: Falla presente en la vía 3. 100
Anexo 17: Falla presente en la vía 4. 100
Anexo 18: Falla presente en la vía 5. 100
Anexo 19: Falla presente en la vía 6. 101
Anexo 20: Falla presente en la vía 7. 101
Anexo 21: Falla presente en la vía 8. 101
Anexo 22: Falla presente en la vía 9. 102
Anexo 23: Falla presente en la vía 10. 102
Anexo 24: Excavación para muestras de suelo. 102
Anexo 25: Depósito de muestras en el horno para Contenido de Humedad. 103
Anexo 26: Recolección de muestra para Granulometría. 103
Anexo 27: Tamizado de muestra ensayo Granulométrico. 103
Anexo 28: Tamizado en máquina ensayo Granulométrico. 104
Anexo 29: Mezclado de muestra para Límites de Atterberg. 104
Anexo 30: Depósito de muestras en el horno Límites de Atterberg. 104
Anexo 31: Extracción de muestras del horno Límites de Atterberg. 105
Anexo 32: Pesaje de muestras Límites de Atterberg. 105
Anexo 33: Mezcla de muestra para Proctor Modificado. 105
Anexo 34: División y añadidura de muestra para Proctor Modificado. 106
Anexo 35: Compactación de muestra Proctor Modificado. 106
Anexo 36: Retiro de muestra sobrante del cilindro Proctor Modificado. 106
Anexo 37: Depósito de muestras en el horno Proctor Modificado. 107
Anexo 38: Pesaje de muestras Proctor Modificado. 107
Anexo 39: División y compactación de muestra CBR. 107
Anexo 40: Depósito de cilindros en remojo CBR. 108
Anexo 41: Depósito de muestras en el horno antes del remojo CBR. 108
Anexo 42: Pesaje de muestras antes del remojo CBR. 108
Anexo 43: Extracción de cilindros del remojo CBR. 109

Anexo 44: Ensayo de CBR 11 golpes. 109
Anexo 45: Ensayo de CBR 27 golpes. 109
Anexo 46: Ensayo de CBR 56 golpes. 110
Anexo 47: Depósito de muestras en el horno después del remojo CBR. 110
Anexo 48: Pesaje de muestras después del remojo CBR. 110
Anexo 49: Puntos levantados con GNSS aRTK. 111
Anexo 50: Datos conteo vehicular Día 1. 120
Anexo 51: Datos conteo vehicular Día 2. 121
Anexo 52: Datos conteo vehicular Día 3. 122
Anexo 53: Datos conteo vehicular Día 4. 123
Anexo 54: Datos conteo vehicular Día 5. 124
Anexo 55: Datos conteo vehicular Día 6. 125
Anexo 56: Datos conteo vehicular Día 7. 126
Anexo 57: Resumen semanal tráfico vehicular. 127
Anexo 58: Variación del tráfico vehicular. 127
Anexo 59: Composición por día tráfico vehicular. 127
Anexo 60: Composición día 1 tráfico vehicular. 128
Anexo 61: Composición día 2 tráfico vehicular. 128
Anexo 62: Composición día 3 tráfico vehicular. 128
Anexo 63: Composición día 4 tráfico vehicular. 129
Anexo 64: Composición día 5 tráfico vehicular. 129
Anexo 65: Composición día 6 tráfico vehicular. 129
Anexo 66: Composición día 7 tráfico vehicular. 130
Anexo 67: Composición promedio tráfico vehicular. 130
Anexo 68: Factor hora pico tráfico vehicular. 131
Anexo 69: Tasa de crecimiento de tráfico. 131
Anexo 70: Tasa de crecimiento promedial de la vía. 131
Anexo 71: PCI unidad de muestreo U1. 132
Anexo 72: Gráficas PCI unidad de muestreo U1. 133
Anexo 73: PCI unidad de muestreo U10. 134
Anexo 74: Gráficas PCI unidad de muestreo U10. 135
Anexo 75: PCI unidad de muestreo U19. 136
Anexo 76: Gráficas PCI unidad de muestreo U19. 137
Anexo 77: PCI unidad de muestreo U28. 138
Anexo 78: Gráficas PCI unidad de muestreo U28. 139
Anexo 79: PCI unidad de muestreo U37. 140
Anexo 80: Gráficas PCI unidad de muestreo U37. 141
Anexo 81: PCI unidad de muestreo U46. 142
Anexo 82: Gráficas PCI unidad de muestreo U46. 143
Anexo 83: PCI unidad de muestreo U55. 144
Anexo 84: Gráficas PCI unidad de muestreo U55. 145
Anexo 85: PCI unidad de muestreo U64. 146
Anexo 86: Gráficas PCI unidad de muestreo U64. 147
Anexo 87: PCI unidad de muestreo U73. 148
Anexo 88: Gráficas PCI unidad de muestreo U73. 149
Anexo 89: PCI unidad de muestreo U82. 150
Anexo 90: Gráficas PCI unidad de muestreo U82. 151

Anexo 91: PCI unidad de muestreo U91. 152
Anexo 92: Gráficas PCI unidad de muestreo U91. 153
Anexo 93: PCI unidad de muestreo U100. 154
Anexo 94: Gráficas PCI unidad de muestreo U100. 155
Anexo 95: PCI unidad de muestreo U109. 156
Anexo 96: Gráficas PCI unidad de muestreo U109. 157
Anexo 97: PCI unidad de muestreo U118. 158
Anexo 98: Gráficas PCI unidad de muestreo U118. 159
Anexo 99: Datos ensayo de Contenido de Humedad. 160
Anexo 100: Datos ensayo de Granulometría. 161
Anexo 101: Datos ensayo de Límites de Atterberg. 162
Anexo 102: Datos ensayo de Proctor Modificado. 163
Anexo 103: Datos ensayo de CBR Primera Parte. 164
Anexo 104: Datos ensayo de CBR Segunda Parte. 165
Anexo 105: Precio total del mejoramiento de la vía. 166
Anexo 106: Detalle del Rubro 1. 167
Anexo 107: Detalle del Rubro 2. 168
Anexo 108: Detalle del Rubro 3. 169
Anexo 109: Detalle del Rubro 4. 170
Anexo 110: Detalle del Rubro 5. 171
Anexo 111: Detalle del Rubro 6. 172
Anexo 112: Detalle del Rubro 7. 173
Anexo 113: Detalle del Rubro 8. 174
Anexo 114: Detalle del Rubro 9. 175
Anexo 115: Detalle del Rubro 10. 176
Anexo 116: Detalle del Rubro 11. 177
Anexo 117: Detalle del Rubro 12. 178
Anexo 118: Detalle del Rubro 13. 179
Anexo 119: Detalle del Rubro 14. 180
Anexo 120: Detalle del Rubro 15. 181
Anexo 121: Detalle del Rubro 16. 182
Anexo 122: Detalle del Rubro 17. 183
Anexo 123: Especificaciones técnicas. 184
Anexo 124: Planos del proyecto técnico. 217

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
UTA	Universidad Técnica de Ambato
OMS	Organización Mundial de la Salud
ANT	Agencia Nacional de Tránsito
GEMA	Estudio de Fortalecimiento de la Gestión del Mantenimiento Rutinario
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
PNB	Producto Nacional Bruto
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte)
NEVI	Norma Ecuatoriana Vial
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
LCV	Lima Cómo Vamos
INVIAS	Instituto Nacional de Vías
PCI	Índice de Condición del Pavimento
GNSS	Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite)
RTK	Real-Time Kinematic (Cinemática en Tiempo Real)
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
TPDA	Tráfico Promedio Diario Anual
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
CBR	California Bearing Ratio (Índice de Capacidad de Carga de California)
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
aRTK	Técnica de Corrección de Real-Time Kinematic (Cinemática en Tiempo Real)
NEC	Normativa Ecuatoriana de Construcción

RESUMEN EJECUTIVO

El actual estado de la vía que conecta el puente del Río Cutuchi con la Feria de Ganado de Píllaro es bastante deplorable. Esta situación se debe a la presencia de notables fallas en el pavimento de la vía, debido al poco cuidado y/o mantenimiento de ésta. En Ecuador, este problema es muy recurrente en varias zonas, lo que origina la necesidad de propuestas que den solución a estas fallas.

En este proyecto se elaboró un plan de mejora y mantenimiento para el tramo de vía mencionado, con el fin de lograr una seguridad vial más eficiente, así como un mejor transporte y una conectividad segura. Se realizaron estudios técnicos en campo como estudios de tráfico y topografía, además de ensayos de suelos en laboratorio como CBR, Proctor Modificado, Contenido de Humedad Natural, Límite Líquido, Límite Plástico y Granulometría, para concluir con un estudio del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Todo esto se hizo con el fin de tener los datos más precisos posibles de la zona de estudio en base a métodos aplicados.

Los resultados demostraron que siete de las catorce unidades de muestreo estudiadas se encuentran en mal estado, referente al Índice de Condición de Pavimento, siendo la falla conocida como “Piel de Cocodrilo” la más presente en el tramo estudiado, estando presente en doce unidades de muestreo en total. De igual manera, siete unidades se encontraron en un mal estado, requiriendo rehabilitación y/o reemplazo de la capa asfáltico, mientras que cinco unidades se encontraron en buen estado y dos en estado regular necesitando mantenimiento correctivo o periódico, además de refuerzo de la capa de rodadura o recapeo. Así mismo, el presupuesto final necesario para llevar a cabo el mejoramiento de esta vía fue igual a un millón trescientos ochenta y cinco mil seiscientos setenta y cinco dólares con noventa y nueve centavos.

Palabras Clave: PCI, Mantenimiento vial, Tráfico vehicular, Ensayos de suelos, Presidente Urbina.

ABSTRACT

The road connecting the Río Cutuchi Bridge to the Píllaro Livestock Fair is in poor condition, primarily due to significant pavement deterioration caused by inadequate maintenance. This issue reflects a broader challenge in Ecuador, where similar infrastructure problems affect road safety, transportation efficiency, and regional connectivity.

This study proposed an improvement and maintenance plan to address these challenges. Field activities included traffic analysis, topographic surveys, and laboratory soil testing. Tests such as CBR, Modified Proctor, Natural Moisture Content, Liquid and Plastic Limits, and Granulometry were conducted to assess the pavement's structural condition. A Pavement Condition Index (PCI) analysis provided a detailed evaluation of road performance. The results showed that seven of the fourteen sections surveyed were in poor condition, with "Alligator Cracking" as the most common defect, observed in twelve sections. Rehabilitation or replacement of the asphalt layer was recommended for these segments. Five sections were classified as good, requiring routine maintenance, while two were in fair condition, needing periodic corrective actions and surface reinforcement.

The study highlighted the need for immediate intervention to restore the road's structural and functional integrity. The proposed solutions aim to enhance safety, improve traffic flow, and extend the road's service life. The total estimated cost for the proposed interventions was $1,478,085.62, including rehabilitation, resurfacing, and maintenance activities. This project underscores the importance of timely maintenance and effective engineering solutions to address recurring infrastructure challenges. By implementing the proposed plan, the road will support safer, more efficient transportation and contribute to economic development in the region.

Keywords: Road condition, Pavement failure, Maintenance plan, Topographic analysis, Pavement Condition Index (PCI), Infrastructure improvement, Presidente Urbina.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

I. JUSTIFICACIÓN

Anualmente, alrededor de 1,25 millones de individuos pierden la vida debido a sucesos viales en todo el globo, emergiendo como una cuestión de alta prioridad en el ámbito de la salud pública según la OMS. Este fenómeno se ha agravado por el incremento en los índices de mortalidad, junto con los costos financieros y los efectos sociales que han venido desencadenando en los últimos años. Proyectando hacia el 2030, los decesos por incidentes de tránsito estarán entre las siete principales causas de mortalidad a nivel mundial. A pesar de las reformas legales y las campañas llevadas a cabo por la ANT, los fallecimientos debido a accidentes de tráfico continúan siendo motivo de noticias en los medios digitales, atribuyendo principalmente estas tragedias a la imprudencia tanto de conductores como de peatones. En Ecuador, desde que se comenzaron a recopilar estadísticas, se han reportado 373,265 accidentes de tránsito, resultando en 244,183 personas lesionadas y 29,148 víctimas mortales. El análisis de la evolución de las cifras de muertes por accidentes de tránsito muestra una tendencia al alza a partir del año 1998 (1,160 fallecidos), alcanzando un punto máximo en 2014 con un total de 2,322 fallecidos. Para el período de enero a mayo de 2016, se han registrado 803 fallecimientos, lo que representa un aumento de 79 muertes en comparación con el año anterior. [1]

Así mismo, apartándose un poco del tema de los accidentes de tránsito y el tráfico que se genera en las vías del Ecuador, las carreteras en mal estado son también un tema muy recurrente en nuestro país. En el caso de este proyecto, la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro y el Río Cutuchi del cantón Píllaro la provincia de Tungurahua se ha encontrado últimamente en un estado no tan factible para la circulación de todo tipo de vehículos pese a los continuos intentos de mantenimiento que se han dado, no solo en el tramo de la vía seleccionada, sino en la carretera que une estos dos puntos estratégicos en general debido a su importancia en la conexión de Píllaro con sectores como Cunchibamba y Yambo.

Sabiendo esto, el presente proyecto se enfoca en presentar una propuesta de mejora de del tramo de vía ya mencionado para evitar cualquier tipo de accidente e imprevisto vial que pueda ser causado por el mal estado en el que se encuentre dicha vía resultando necesario este estudio. Exponiendo, a su vez, soluciones efectivas que aborden los problemas específicos de diseño y mantenimiento, aportando a todo tipo de beneficiario con una propuesta que puede ser útil no solo para la vía señalada sino para cualquier vía que pueda encontrarse en deterioro dentro y fuera del área delimitada.

II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El estudio de la mejora, mantenimiento, rehabilitación y diseño de carreteras resulta importante para garantizar la seguridad vial y la eficiencia del transporte. Se han llevado a cabo una serie de investigaciones que proporcionan una base sólida para abordar estos temas.

Primeramente, una investigación llevada a cabo en el Instituto Vial Provincial de San Martín (Perú) en 2021 analizó la relación entre el mantenimiento vial y la satisfacción del usuario. Se utilizó un diseño no experimental correlacional a base de encuestas que indicaron que el 66.6% de los usuarios califican el mantenimiento vial como regular, mientras que el 54.4% reportan una satisfacción media. De igual manera, en este artículo se hace mención que en un estudio realizado por el BID (2019) sobre "El estado de los procesos administrativos y técnicos de los activos estratégicos de la infraestructura vial en América Latina", se concluye que solo cuatro de los trece países evaluados alcanzaron un nivel competente o avanzado en la gestión de activos viales. Esto se debe a que dichos países han implementado los procesos necesarios para una gestión efectiva y eficiente. Sin embargo, el 69.23 % de los países estudiados aún requiere desarrollar e implementar programas de capacitación para mejorar su sistema de gestión de activos viales, lo cual beneficiaría significativamente a sus poblaciones. [2]

Así mismo, en el año 2019, una investigación tuvo como objetivo determinar la diferencia entre el rendimiento de mano de obra real y los establecidos en el manual técnico del Estudio de Fortalecimiento de la GEMA en los caminos vecinales de la provincia de Pachitea (Perú), donde se recolectaron datos durante cinco meses mediante observación in situ. Los resultados determinaron que los rendimientos reales disminuyeron en un 95.77% y 84.18%, respectivamente, en comparación con los rendimientos dados por el GEMA teniendo un impacto directo en el presupuesto vial. También, se hace mención dentro de esta investigación que un camino recién construido o rehabilitado se encuentra inicialmente en condiciones óptimas para su uso, pero con el tiempo, empieza a sufrir un proceso de deterioro debido a la acción de diversos factores. Entre estos se incluyen el agua, el tráfico vehicular y la gravedad en las pendientes, entre otros. Estos elementos, al interactuar con el camino, impactan su estado de conservación de manera variable. Si la exposición a estos factores es continua, el deterioro puede ser tan severo que el camino puede llegar a ser intransitable. [3]

Además, en una tesis realizada en el año 2017 en Salaverry (Perú), se menciona que la disponibilidad de vías adecuadas es crucial para la competitividad y el desarrollo local de los países, así como para mejorar la calidad de vida de cualquier habitante. Sin embargo, el uso constante de las carreteras por parte del transporte de carga provoca deterioro requiriendo

reconstrucciones costosas si no se realiza un mantenimiento oportuno y adecuado. Añadiendo también que el aumento constante en los requerimientos de conservación de las infraestructuras viales no ha sido correspondido con un incremento en el gasto por parte de las administraciones públicas. Esto se debe, en gran medida, a las crecientes dificultades financieras que enfrentan dichas administraciones, derivadas de los compromisos significativos relacionados con las prestaciones sociales. Como resultado, el déficit en la conservación ha provocado que las redes viales de muchos países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo, presenten un estado de mantenimiento por debajo de los niveles deseables. [4]

Por otro lado, en Lima (Perú), se llevó a cabo una investigación que buscaba determinar la relación entre el mantenimiento vial y la satisfacción del usuario en el año 2023 en donde se encuestó a una muestra de 100 usuarios. Los resultados mostraron un coeficiente de correlación Rho de Spearman de 0.919, lo que indica una relación altamente significativa entre el mantenimiento vial y la satisfacción del usuario, concluyendo que la gestión del mantenimiento es inadecuada en las vías estudiadas. Además, en esta investigación se señala que, en todos los países, mantener la infraestructura vial en buenas condiciones es esencial para evitar sobrecostos operativos. Permitir el deterioro de estas vías puede generar incrementos en los costos de operación vehicular, que pueden representar entre el 1% y el 3% del PNB. Además, la función principal de una red vial es garantizar seguridad y comodidad para sus usuarios. Por ello, la gestión del mantenimiento vial ha cobrado gran relevancia en la última década, con el objetivo de proveer y gestionar adecuadamente las carreteras. El propósito central de esta gestión es utilizar información confiable y coherente para tomar decisiones correctas, permitir opciones de inversión realistas y mejorar la efectividad de las decisiones adoptadas. [5]

A su vez, un proyecto realizado en la vía Azogues-Cojitambo-Déleg-La Raya en la provincia del Cañar destaca la importancia del mantenimiento de la infraestructura vial para el desarrollo regional, especialmente en un contexto donde la falta de mantenimiento ha llevado a daños prematuros en proyectos viales, identificando un alto nivel de deterioro, atribuido a factores como la composición litológica, la acción del agua y el tráfico, entre otros. Se determinó un índice de condición del pavimento de 41, clasificado como "Malo", recomendando reparaciones basadas en la norma AASHTO-93. Así mismo, este proyecto señala que la infraestructura vial en Ecuador ha enfrentado una historia de problemas recurrentes, principalmente ocasionados por factores climáticos, los cuales han afectado negativamente el desarrollo económico y productivo del país (NEVI-12-MTOP, 2013). Estas dificultades generan costos adicionales para los usuarios del sistema vial, manifestándose de manera directa en tiempos de viaje más prolongados, mayor consumo de energía y desgaste de motores. De forma indirecta, también

ocasionan pérdida de tiempo para otros conductores, aumento de la tensión en choferes y pasajeros, y una mayor contaminación ambiental. Este impacto no solo afecta a las personas cercanas a los principales corredores de transporte, sino que, en algunos casos, repercute en la población en general. [6]

También, una evaluación estructural enfocada en la rehabilitación de una vía en Pomalca (Perú) en el año 2016, resalta que el mal estado de las carreteras a nivel mundial se debe principalmente a una mala construcción inicial, lo que conduce a fallas y deterioros prematuros. Se argumenta que es necesario realizar evaluaciones estructurales exhaustivas de los pavimentos para identificar las verdaderas causas de los problemas y determinar el método de rehabilitación más adecuado desde el punto de vista técnico y económico. Del mismo modo, se hace mención que los pavimentos flexibles, cuando son sometidos al paso repetitivo de vehículos pesados, experimentan deformaciones principalmente en la capa asfáltica, que se traducen en esfuerzos de tracción. Además, es común que los pavimentos sufran daños durante el mismo proceso de construcción, lo que agrava su deterioro a largo plazo. [7]

De igual manera, un informe llevado a cabo en Juliaca (Perú), indica que se han desarrollado dos métodos de diseño de pavimentos flexibles: el Método AASHTO 93 y el Método del Instituto del Asfalto, abordando temas específicos relacionados con el diseño de la estructura del pavimento, como estudios hidrológicos, geotécnicos y topográficos, así como el análisis del tránsito, normativas técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y estudios de impacto ambiental. Se señala, además, que el diseño del pavimento en el tramo de los jirones Lambayeque (entre la Av. Circunvalación y la Av. Tambopata) en el área urbana de la ciudad de Juliaca es crucial, ya que garantizará la accesibilidad y una circulación vehicular segura. Los beneficiarios directos de este proyecto son los habitantes de la zona, cuyas actividades económicas, principalmente el comercio formal e informal, dependen del uso diario de estas vías para acceder a sus lugares de trabajo. Además, este proyecto permitirá integrar y conectar este sector (Av. Circunvalación – Av. Tambopata) con el sistema vial general de la ciudad de Juliaca, mejorando su conectividad [8]. Esto último yendo estrechamente de la mano con el caso de la vía de Píllaro por el ámbito comercial presente en la Feria de Ganado.

En cambio, dentro de un proyecto realizado en Lima (Perú) en el año 2017 se constaron tres etapas para un diseño vial: inspección visual y mediciones para identificar problemas de seguridad y características de los vehículos, estudio de propuestas para el diseño del derecho de vía utilizando el Nivel de Servicio de Segmento para Bicicletas y Peatones como medida estándar, y desarrollo detallado de la solución seleccionada basada en parámetros legales y estándares internacionales. Además, se menciona que la problemática de movilidad en este

contexto se debe a diversos factores, siendo dos los más destacados. En primer lugar, la insatisfacción de los potenciales usuarios de medios de transporte no motorizados con el estado de la infraestructura existente, o la falta de esta. En 2016, el 38.0% de los habitantes de Lima Centro se manifestó insatisfecho con las condiciones de las áreas peatonales, mientras que el 49.0% expresó insatisfacción con el estado de las ciclovías (LCV, 2017). En segundo lugar, sobresale la percepción de inseguridad en los espacios públicos. En ese mismo año, el 57.3% de los residentes de Lima Centro reportaron sentirse inseguros al caminar por las vías públicas (LCV, 2017), lo que los lleva a preferir modos de transporte que les brinden mayor seguridad y rapidez. Un año después, la situación permaneció prácticamente sin cambios. [9]

En adición, el proceso de investigación para una propuesta de diseño geométrico de la Avenida San Luis en Lima (Perú) comenzó con encuestas para determinar el interés de la población en la propuesta y estimar la demanda futura de ciclistas. Luego se propuso el diseño de una ciclovía mediante un rediseño geométrico utilizando programas de diseño como AutoCAD y Sketch-up. Validando de manera final la propuesta mediante análisis del tiempo de viaje y el área de arborización urbana para verificar que no haya efectos negativos debido al rediseño geométrico. De igual manera, se hace mención que, en la actualidad, numerosas ciudades enfrentan diversos conflictos en el ámbito del transporte urbano. Este problema surge del crecimiento poblacional constante, que, a su vez, incrementa la demanda de transporte. Aunque se realizan esfuerzos para gestionar esta demanda de manera adecuada, a menudo se presenta un déficit significativo en términos de movilidad. Este déficit es un aspecto crucial del transporte urbano, ya que debe garantizar la inclusión de todos los usuarios en el entorno urbano, pero a menudo deja de lado a aquellos que utilizan medios no motorizados, como la bicicleta. [10]

Finalmente, el diseño de una vía en Cundinamarca (Colombia) se realizó siguiendo los criterios dados en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS 2008, considerando aspectos como la velocidad de diseño, las curvas horizontales, pendientes y demás. Añadiendo que el proyecto representa una valiosa oportunidad para impulsar el desarrollo de propuestas innovadoras que optimicen las vías terciarias en todo el país, señalando que el impacto positivo del proyecto no se restringió únicamente a la mejora del diseño geométrico de la vía, sino que también benefició la gestión de las aguas pluviales, la economía local, la seguridad vial y el bienestar psicológico de los residentes. [11]

Todas estas investigaciones nos demuestran la importancia en el cuidado y mejoramiento de cualquier vía, pues se ha dejado en evidencia que toda carretera llega a sufrir un deterioro considerable con el paso del tiempo causando así riesgo para los transeúntes.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de mejora y mantenimiento en un estado óptimo para la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro y el puente del Río Cutuchi en un tramo de 4 kilómetros, mejorando la seguridad vial, facilitando el transporte eficiente y promoviendo la conectividad segura.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Realizar estudios técnicos en campo para identificar los problemas de deterioro en la vía, las necesidades de mantenimiento, las condiciones de tráfico y la topografía existente.

2) Desarrollar un diagnóstico del estado actual de la vía mediante ensayos de laboratorio en los que se abarque Contenido de Humedad, Ensayo Granulométrico, Proctor Modificado, CBR y Límites de Atterberg con el fin de conocer el tipo de suelo presente en la vía.

3) Formular un plan de mejoramiento preventivo basado en las necesidades identificadas en el diagnóstico, mediante la elaboración de propuestas a partir de los estudios y diseños respectivos para prolongar la vida útil de la vía y reducir los costos asociados a su conservación a largo plazo junto a las evaluaciones económicas correspondientes.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

El presente proyecto fue dividido en diferentes fases centradas en poder ejecutar los objetivos que han sido planteados. La primera fase abarcó: Levantamientos topográficos y estudios de tráfico. Por otra parte, la segunda fase estableció el análisis de muestras de suelo en laboratorio con los detalles de estudios. Finalmente, en la tercera y última fase se buscó establecer el índice de condición del pavimento, el costo referencial en cuestión de presupuesto, así como las alternativas integrales del proyecto desarrollado y el diseño geométrico respectivo. Sabiendo esto, los materiales, las metodologías y las técnicas que se emplearon serán descritas a continuación.

I. EQUIPOS Y MATERIALES

A. PRIMERA FASE

1) Estudios Topográficos

Para el levantamiento topográfico respectivo, se utilizaron materiales de mano como un cuaderno o libreta para tomar los apuntes correspondientes; estacas que ayuden a precisar la toma de puntos; un martillo que facilite la implementación de las estacas y pintura que sirva como señalética en campo. En cuanto a los equipos requeridos para este estudio, se necesitaron complementos más especializados como un equipo GNSS aRTK, una base niveladora, Rover G7, un trípode y un aparato GPS que facilite la precisión del levantamiento topográfico.

2) Estudios de Tráfico

Para poder determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), fue necesario contar con un lápiz y/o esfero, un borrador, un cuaderno, un reloj que tome el tiempo de 12 horas, una cámara o celular que ayude a la evidencia fotográfica y hojas impresas en donde se encuentren los tipos de vehículos que pueden transitar según cada 15 minutos de las doce horas que serán estudiadas.

B. SEGUNDA FASE

1) Análisis PCI

Para el análisis de PCI fue necesario contar con una computadora de alta gama (En este caso se cuenta con las siguientes especificaciones: Procesador Intel(R) Core(TM) i7-8750H CPU @ 2.20GHz 2.21 GHz, 24 GB de RAM, procesador basado en x64, con Windows 11 versión 22H2 OS build 22621.3447), además del software Microsoft Excel para los cálculos necesarios.

2) Estudios de Suelos

Para el estudio de suelos, los materiales y equipos fueron divididos según los ensayos que se llevaron a cabo. Primeramente, para el ensayo de contenido de humedad estándar resultaron necesarias algunas muestras de suelo natural tomadas en campo, así como el horno, las bandejas y la balanza correspondiente con las que cuenta el laboratorio de la universidad, basándose en la Normativa AASHTO T 191.

Seguidamente, para el ensayo granulométrico fue necesario de igual manera tomar muestras de suelo natural que fueron tamizadas con los tamices número 4, 8, 10, 16, 30, 40, 50, 60, 100 y 200 que se encuentran en el laboratorio de la universidad juntamente con los recipientes, la balanza, el horno y las brochas necesarias. Para granulometría, se basó en las Normativas AASHTO T 88 2013 y ASTM D 422 58.

Así mismo, para los límites de Atterberg fueron necesarias muestras de suelo natural y agua. Para el ensayo de Límite Líquido se requirió el tamiz número 40, un recipiente, una brocha, el equipo Copa de Casagrande, un ranurador, un mortero, una espátula, una balanza y un horno, basándose en las Normativas AASHTO T 90 70, ASTM D 424 71 e INEN 691. En cambio, para el ensayo de Límite Plástico fue necesario contar con el tamiz número 40, un recipiente, un horno, una balanza, una espátula, un mortero, una placa de vidrio y una brocha, basándose en las normativas mencionadas anteriormente.

Finalmente, para el ensayo de Proctor Modificado se tomaron muestras de suelo natural y se contó con cierta cantidad de agua. Los equipos necesarios fueron el tamiz número 4, recipientes, brochas, moldes metálicos, un palustre, una bandeja, una balanza, un horno especializado, una probeta y un martillo de diez libras. Las normativas requeridas para este ensayo fueron la AASHTO T 180 2018 y ASTM D 1557. También, para el ensayo CBR (California Bearing Ratio), además de las muestras de suelo y la cantidad de agua correspondientes, resultó

necesario contar con el tamiz número 4, recipientes, una brocha, una máquina de compresión, moldes metálicos, un martillo de diez libras, un horno, una balanza, bandejas, una probeta y un palustre que se pueden encontrar en el laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato. Este ensayo estuvo basado en las Normativas AASHTO T 193 2013 y ASTM D 1883.

C. TERCERA FASE

3) Diseño del Pavimento, Diseño Vial y Análisis Económico

Para la ejecución del diseño tanto del pavimento como de la vía, se contó con la misma computadora descrita en el punto anterior, las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003 y Aplicaciones como Microsoft Excel, Autodesk Civil 3D y Autodesk AutoCAD.

Por otra parte, para el análisis económico resultó necesario contar con la misma computadora con los requisitos necesarios, junto con aplicaciones fundamentales para el análisis presupuestario como Microsoft Excel y Microsoft Word.

II. MÉTODOS

A. PRIMERA FASE

La primera fase de este proyecto se basó en una metodología aplicada. Resultó necesario partir de un estudio en campo, el cual implicó la inspección técnica del área de estudio, el levantamiento topográfico y la recopilación de datos específicos, como el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). También se establecieron puntos estratégicos para la realización de calicatas con el fin de obtener muestras de suelo para su análisis y estudio posterior en laboratorio. Además, se requirió una investigación literaria, haciendo uso de una variedad de fuentes como libros, artículos científicos, revistas, periódicos y normas técnicas actuales disponibles en bibliotecas virtuales y sitios web. Estas fuentes fueron las encargadas de proporcionar información válida y adaptable al proyecto, sirviendo como base para el proceso de investigación y evaluación, además de poder garantizar un desarrollo efectivo y ejemplar del

proyecto. La ubicación exacta de la vía estudiada puede ser evidenciada en la Figura 1, así como en la TABLA I para tener unos datos más técnicos y/o específicos.



Fig. 1. Delimitación de la vía evaluada

TABLA I
UBICACIÓN DE LA VÍA (UTM WGS84)

Abscisas	**Coordenada Este**	**Coordenada Norte**
Unidad	m	m
Inicio	771590.00	9874602.00
Destino	770885.00	9875738.00

1) Levantamiento Topográfico

La estrategia empleada para este punto empezó con una visita al sitio del proyecto, seguido de una inspección técnica para evaluar la situación actual del área. Para el levantamiento topográfico, se utilizó un receptor GNSS E500 de precisión aRTK configurándolo e instalándolo respectivamente para tomar los puntos de referencia y de interés, incluyendo vías existentes y ejes viales. Para el levantamiento fue necesario considerar una franja que el estudio se limita a 4 kilómetros de la vía.



Fig. 2. Levantamiento topográfico de la vía

Así mismo, el estado de la vía fue evaluado marcando los puntos exactos en donde se encontraban fallas en el pavimento, evidenciando que la mayor parte de la vía se encuentra con la falla conocida como “Piel de Cocodrilo” como se puede evidenciar en las Figuras 3 y 4.



Fig. 3. Falla presente en la vía 1

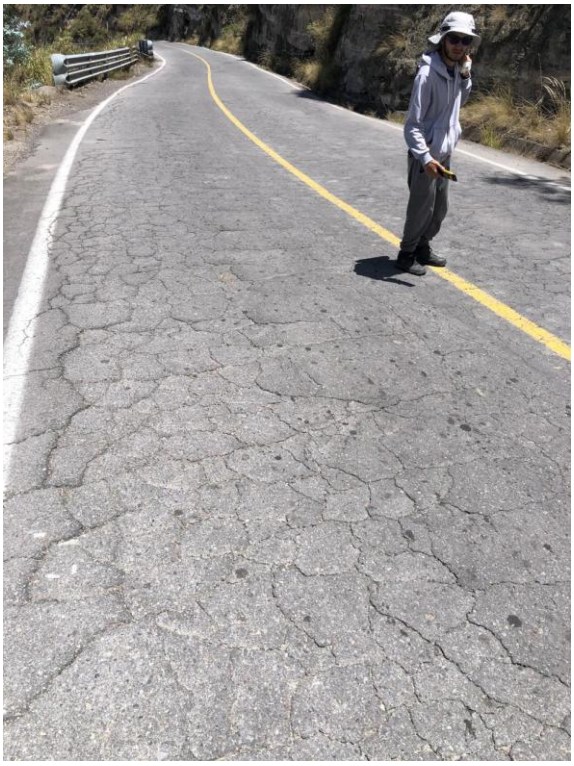


Fig. 4. Falla presente en la vía 2

2) Estudios de Tráfico

El conteo vehicular se llevó a cabo de forma manual a lo largo de los siete días de una semana con el objetivo de calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), durante un periodo de 12 horas, desde las 6:00h de la mañana hasta las 18:00h de la tarde, registrando la cantidad de vehículos que transitan en ambos sentidos de la vía, clasificándolos según su correspondencia. Una vez recopilados los datos vehiculares necesarios, se tabularon utilizando Microsoft Excel para facilitar y agilizar la entrada de información.



Fig. 5. Conteo vehicular

B. SEGUNDA FASE

En la segunda fase se partió de una metodología nuevamente aplicada. Se realizaron una serie de ensayos llevados a cabo en laboratorio, con ayuda y guía de profesionales en el área. Este proceso permitió determinar de la manera más precisa posible el tipo de suelo presente en la zona.

3) Análisis PCI

El análisis PCI resultó crucial en esta etapa para poder medir de manera numérica la condición en la que se encuentra la capa superficial del pavimento de la vía. Fue necesario partir de los distintos resultados obtenidos a partir de la inspección en campo que se hizo, identificando de manera visual los tipos de fallas o deterioro presentes en cada kilómetro. De igual manera, fue necesario contar con el software de Microsoft Excel, el cual ayudó a las determinaciones específicas mediante cálculos y fórmulas respectivas, sabiendo así el tramo exacto en el que más deplorable se encontraba la vía para proceder con la extracción de muestras.

4) Extracción de muestras de suelo

Para este punto, se procedió a tomar muestras de suelo mediante la excavación de calicatas a cielo abierto en intervalos regulares siguiendo un orden cronológico. Las muestras fueron obtenidas a partir del punto más crítico calculado en el análisis PCI. Además, se recolectaron aproximadamente 50 kg de muestras de suelo, las cuales fueron colocadas en lonas y etiquetadas con el nombre y el kilómetro correspondiente a la muestra. Posteriormente, las muestras fueron transportadas al laboratorio para realizar los ensayos respectivos.



Fig. 6. Extracción de muestras de suelo



Fig. 7. Muestras depositadas en la parte posterior del laboratorio de suelos

5) Ensayos y estudio de suelos

Una vez obtenidas las muestras de suelo, se realizó un estudio de suelo exhaustivo que proporcionó información crucial sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo específico en el que se va a desarrollar el proyecto vial. Este conocimiento fue fundamental para diseñar y construir una infraestructura vial sólida y duradera. Así mismo, los ensayos se llevaron a cabo siguiendo las especificaciones de la Normativa Técnica Ecuatoriana correspondiente. Estos ensayos pertinentes incluyeron la determinación del contenido de humedad, en el cual se tomaron consideraciones de la Normativa AASHTO T 191 además de la NEC. Este ensayo constó de varios pasos, empezando por la extracción de una muestra de cada calicata; después se pesó el recipiente vacío para posteriormente colocar la muestra de suelo en el recipiente que se encontró totalmente seco y limpio; se continuó determinando el peso de la muestra con la ayuda de una báscula electrónica registrando todos los valores en una libreta de campo; seguidamente se colocaron las muestras de suelo en un horno en un intervalo de veinticuatro horas para posteriormente pesar las muestras secas más el recipiente en la misma balanza electrónica.



Fig. 8. Contenido de Humedad muestra natural



Fig. 9. Contenido de Humedad muestra seca

También, se contó con el ensayo de determinación de la granulometría del suelo, que estuvo basado en las Normativas ASTM D-422-58 y AASHTO 7-88-70. Este ensayo resultó útil para poder determinar el porcentaje total de partículas, así como la granulometría respectiva. En este ensayo, se pesó la muestra seca con un aproximado de mil gramos; los tamices fueron colocados uno encima de otro según las especificaciones de la Normativa, colocando las muestras desde el tamiz #4 y continuando con el proceso de tamizado; una vez tamizada la muestra se pesaron las cantidades de masa retenidas en cada tamiz.



Fig. 10. Tamizado de la muestra

De igual manera, los ensayos para determinar los límites de Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico) fueron tomados en cuenta, basados en las Normativas ASTM D-424-71, AASHTO T-90-70 e INEN 691. Por una parte, el ensayo de Límite Líquido consistió en pasar una muestra de suelo seco por el tamiz #40 y añadir agua de a poco hasta obtener una mezcla homogénea; la mezcla fue colocada en la Copa de Casagrande extendiéndola con una espátula de manera uniforme en la superficie; se realizó un corte de división en la parte central para poder contar el número de golpes que se necesitan hasta que se unan las dos partes divididas; se tomaron dos porciones de muestra de aproximadamente diez gramos para colocarlas en el horno, finalizando con un promedio del contenido de humedad por cada muestra puesta en el horno.



Fig. 11. Elaboración del ensayo de Límite Líquido

En cambio, el ensayo de Límite Plástico consistió en pasar de igual manera una muestra de suelo seco por el tamiz #40 para después añadir agua y amasar con la palma de la mano hasta tener una masa homogénea; cuando esta masa presentó una fisura demasiado corta se procedió a amasarla en una placa de vidrio con la yema de los dedos hasta lograr obtener una longitud de tres milímetros de diámetro; finalmente, se llevó dicha masa o muestras al horno. De igual manera, se obtuvo también un promedio del contenido de humedad por cada muestra puesta en el horno. Ya teniendo los valores del Límite Líquido (LL) y el Límite Plástico (LP), se podrá calcular el Índice de Plasticidad (IP).



Fig. 12. Elaboración del ensayo de Límite Plástico

Adicionalmente, el ensayo de Compactación (Proctor) que estuvo basado en las Normativas ASTM D 1557 y AASHTO T 180, se realizó compactando el material obtenido dentro de un molde metálico con forma cilíndrica, en capas varias y con la ayuda de un pistón. Este pistón fue de diez libras, con una Altura (h) de dieciocho pulgadas aproximadamente, un Diámetro (D) de quince centímetros aproximadamente y con un número total de cincuenta y seis golpes, compactando en cinco capas en el mismo molde ya mencionado. Ya en el laboratorio, se obtuvo la gráfica de curva de compactación.

Finalmente, el ensayo correspondiente a determinar la resistencia del suelo, ensayo de CBR (California Bearing Ratio), fue fundamental en este proyecto también. Este ensayo, basado en las Normativas AASHTO T-193 y ASTM D 1883, consistió en pasar una muestra de suelo por el tamiz #4 para posteriormente agregar agua y tener una mezcla homogénea; luego se dividió la muestra en cinco partes uniformes; se tomaron las dimensiones del molde sin collarín que se utilizó, con la ayuda del martillo compactador y distintos números de golpes; se dejaron sumergidos los moldes en la cámara correspondiente durante tres días como se indica en la Normativa; después se escurrieron los moldes por quince minutos para pesarlos posteriormente; finalmente, se utilizó la máquina de compresión para tomar muestras de la parte superior e inferior, determinando así el contenido de humedad.

C. TERCERA FASE

La tercera fase constó de una metodología aplicada con enfoque económico. El estudio económico de la propuesta vial fue llevado a cabo mediante métodos que incluyeron el estudio PCI de la vía, así como la revisión bibliográfica y el análisis de datos, partiendo del presupuesto de referencia. Este presupuesto identificó los ítems necesarios para la propuesta, además de calcular las cantidades de cada ítem basándose en los planos que tuvo el proyecto. Se elaboró y analizó también el precio unitario del proyecto según cada rubro, considerando los valores que fueron establecidos por la municipalidad.

6) Diseño del Pavimento

El diseño del pavimento fue una parte integral de la propuesta de mejoramiento, ya que garantizó la funcionalidad, seguridad y sostenibilidad de la vía en el contexto técnico, social y económico del proyecto. Fue necesario contar con la parte digital basada en cálculos de Excel, así como con la parte física para determinar el tipo de falla existente en cada tramo, además de las medidas exactas tanto en longitud, ancho y profundidad cuando fue necesario en base a cada una de las 19 fallas que pueden presentarse.

7) Diseño de la vía

Para el diseño vial, una vez que se obtuvieron los datos del levantamiento topográfico, resultó crucial exportarlos a un software de ingeniería especializado como Autodesk Civil 3D para proceder con el desarrollo del diseño geométrico de la vía y la identificación de fallas presentes. De igual manera, para el diseño vial fue necesario tomar en cuenta todos los puntos más importantes para un diseño, siguiendo con el trazado original de cómo es la vía realmente. Así mismo, se tomó en cuenta los puntos estratégicos en los que existen fallas para poder identificarlas dentro del plano.

8) Análisis Económico

Para el análisis económico, se elaboró un presupuesto total del mantenimiento de la vía, siguiendo parámetros dados por datos en el Portal de Compras Públicas, así como en base a rubros y a análisis presupuestarios de rehabilitaciones que se hayan hecho con anterioridad.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A. PRIMERA FASE

1) Levantamiento Topográfico

a) Reconocimiento preliminar de la zona

En esta etapa, se identificó la zona de estudio tomando en cuenta todos los aspectos necesarios tales como las condiciones de terreno, el clima y los límites que preceden a la vía estudiada. Fue de utilidad utilizar Google Earth para identificar los kilómetros necesarios, así como una visita en campo para detalles más precisos.

b) Toma de puntos topográficos

Primeramente, se empezó con el "Método de Posicionamiento Estático" en diferentes partes de la zona estudiada para poder la mayor precisión posible en la toma de puntos de control, así como en el levantamiento topográfico general.



Fig. 13. Receptor GNSS en el método de posicionamiento



Fig. 14. Punto de control método de posicionamiento

Una vez se concluyó con esta primera parte de la topografía, se llevó a cabo la toma de puntos de control con el método RTK, consistiendo en un método avanzado de posicionamiento GNSS obteniendo coordenadas o puntos de alta precisión de manera instantánea gracias a una corrección diferencial. Los puntos fueron tomados de manera digital, posicionando tres puntos diferenciales a lo largo de los cuatro kilómetros estudiados. Dichos puntos fueron posicionados a los costados y al centro de la vía. De igual manera, el inicio, fin y posicionamiento general de las fallas existentes fueron tomadas con el equipo topográfico.

De este modo, se procedió a trazar la vía con los puntos tomados, que fueron exportados en forma de nube de puntos del equipo topográfico a la aplicación Microsoft Excel. Con la ayuda del software Autodesk Civil 3D, se importó dicha nube de puntos y se procedió con el trazado de la vía para identificar a través de planos los tipos de falla existentes en cada tramo y con el abscisado correspondiente.

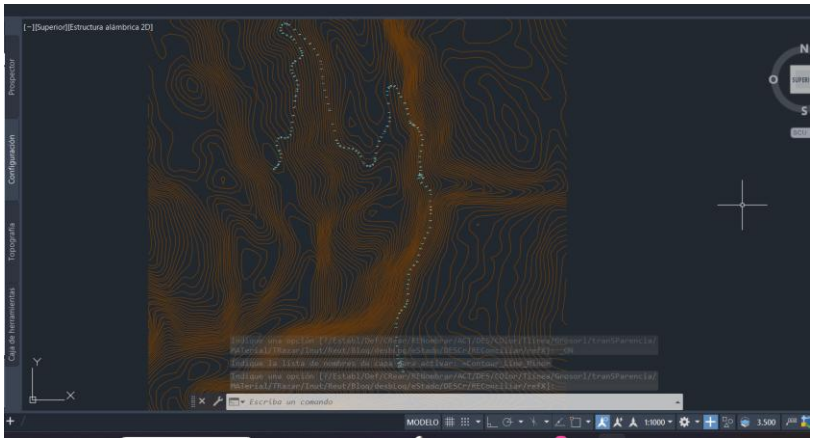


Fig. 15. Levantamiento topográfico trazado en Civil 3D

2) Estudios de Tráfico

a) Establecimiento de la zona de conteo vehicular

En este punto, se buscó un punto estratégico para poder hacer el conteo vehicular de una manera cómoda, pero que no estorbara la circulación tanto vehicular como peatonal. Además, el aspecto más importante que se tomó en cuenta fue que sea un punto en el que se observe de manera clara la mayor cantidad de vehículos posible que transitan por la zona. Siendo así, el punto optado para el conteo vehicular contó con las siguientes características:



Fig. 16. Zona de conteo vehicular

TABLA II
UBICACIÓN DE LA ZONA DE CONTEO VEHICULAR (UTM WGS84)

Abscisas	**Coordenada Este**	**Coordenada Norte**
Unidad	m	m
Zona de Conteo Vehicular	771510.00	9876118.00

b) Conteo vehicular in situ

Una vez se tuvo claro el punto de conteo vehicular, se procedió a realizar el conteo de carros en intervalos de 15 minutos por un tiempo de 12 horas diarias durante 7 días ininterrumpidos.

En la normativa se indica que se debe llevar a cabo un monitoreo continuo durante un mínimo de siete días, abarcando las 24 horas diarias, en donde los datos obtenidos deben ajustarse utilizando factores de variación derivados de estaciones permanentes cercanas al área, como estaciones de servicio, casetas de peaje, entre otras [12] [13]. Sin embargo, para la realización de este proyecto no se pudo contar con una cámara de video que registre el movimiento de tráfico durante las 24 horas indicadas. Por este motivo, el conteo vehicular in

situ fue realizado únicamente con 12 horas desde las 6h de la mañana hasta las 18h de la tarde/noche, clasificando a los vehículos en: Livianos (Automóviles, camionetas y motos), Buses (Livianos, medianos y pesados), Camiones (De dos ejes livianos, de dos ejes medianos, de tres ejes y mayores a tres ejes) y Otros (Vehículos sin ejes).

En el formato de conteo utilizado fue el siguiente:


FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO: ESTACIÓN No: UBICACIÓN: SENTIDO:

FECHA: DIA: ESTADO DEL TIEMPO: RESPONSABLE: HOJA N 1 de 4

HORA	MIN	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES LIVIANOS	DOS EJES MEDIANOS	TRES EJES	>TRES EJES	No EJES
6	0											
	15											
	15											
	30											
	30											
	45											
	45											
	60											

Fig. 17. Formato utilizado para el conteo vehicular

c) Cálculos correspondientes del TPDA

Una vez el conteo finalizó, se procedió a tipear los datos en la aplicación de Microsoft para realizar los respectivos cálculos. Cabe recalcar que en nuestro país (Ecuador), la norma hace sugerencia del método de la trigésima o treintava hora [13].

Sabiendo esto, se recopilaron todos los datos y se los resumieron en una tabla general organizando el número de vehículos total por día y por hora, obteniendo la siguiente tabla:

TABLA III
RESUMEN SEMANAL DEL CONTEO VEHICULAR

HORA		NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DIA-HORA							TOTAL SEMANAL
INICAL	FINAL	DIA LUNES	DIA MARTES	DIA MIÉRCOLES	DIA JUEVES	DIA VIERNES	DIA SÁBADO	DIA DOMINGO	
6:00:00	7:00:00	27	29	28	19	27	29	27	186
7:00:00	8:00:00	31	72	33	30	74	74	35	349
8:00:00	9:00:00	38	85	46	43	76	63	45	396
9:00:00	10:00:00	47	108	43	47	111	79	43	478
10:00:00	11:00:00	55	91	56	56	107	97	51	513
11:00:00	12:00:00	56	96	52	48	103	97	49	501
12:00:00	13:00:00	52	111	51	56	95	117	68	550
13:00:00	14:00:00	52	135	58	55	110	103	55	568
14:00:00	15:00:00	61	102	55	60	105	95	58	536
15:00:00	16:00:00	63	112	63	58	97	101	70	564
16:00:00	17:00:00	69	115	70	64	111	117	74	620
17:00:00	18:00:00	59	97	66	60	100	97	62	541

Ya que se organizó el comportamiento vehicular por días y horas, se procedió a identificar la hora que mayor flujo presentó, en este caso fue la hora de las 16h hasta las 17h de la tarde con un total de 620 vehículos. Así mismo, se identificó cuál fue el día con mayor flujo vehicular dentro de ese rango de hora, siendo el día sábado con un total de 117 vehículos.

Con esta información, se procedió a determinar el factor hora pico, teniendo en cuenta los valores individuales desde las 16h hasta las 17h del día sábado, siendo los siguientes:

TABLA IV
COMPORTAMIENTO VEHICULAR HORA PICO

DETERMINACIÓN HORA PICO (DÍA SÁBADO)														
HORA		**LIVIANOS**			**BUSES**			**CAMIONES**				**OTROS**	**TOTAL**	**TOTAL ACUMULADO**
INICAL	**FINAL**	**AUTOMOVIL**	**CAMIONETA**	**MOTOS**	**LIVIANOS**	**MEDIANOS**	**PESADOS**	**CAMIONES 2 EJES**		**3 EJES**	**> 3 EJES**	**NO EJES**		
								LIVIANOS	**MEDIANOS**					
16:00:00	**16:15:00**	12	15	1	0	0	0	2	0	0	0	0	30	117
16:15:00	**16:30:00**	9	16	0	0	0	0	3	0	0	0	0	28	
16:30:00	**16:45:00**	11	18	2	0	0	0	1	0	0	0	0	32	
16:45:00	**17:00:00**	10	12	0	1	0	0	4	0	0	0	0	27	
SUMA TOTAL		***106***			***1***			***10***				***0***	117	

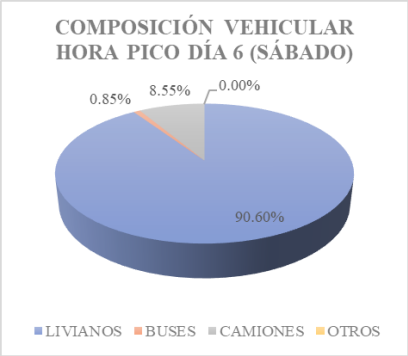


Fig. 18. Gráfica 1 Composición vehicular - Hora pico - Día Sábado

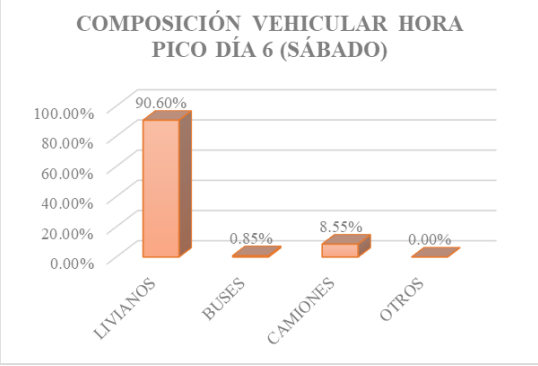


Fig. 19. Gráfica 2 Composición vehicular - Hora pico - Día Sábado

Ya sabidos estos valores, se procedió a determinar el factor horario de máxima demanda con la siguiente ecuación: [13]

$$\mathrm{FHP} = \frac{\mathrm{VHMD}}{\mathrm{N} * \mathrm{V_{máx}}} \quad (1)$$

En donde,

***FHP** = Factor de Hora Pico.*

***VHMD** = Volumen Hora de máxima demanda.*

***Vmáx** = Flujo vehicular máximo en períodos de 15 minutos.*

***N** = Número de intervalos de 15 minutos en una hora.*

Con la Ecuación 1, se determinó el valor del factor de hora pico de la siguiente manera:

$$\mathrm{FHP} = \frac{117}{4 * 32}$$

$$\mathrm{FHP} = 0.914$$

Al haber obtenido como resultado 0.914 que resulta menor al valor de 1, se tomó el valor de Factor de Hora Pico como 1 para los cálculos posteriores.

$$\mathrm{FHP} = 0.914 \approx 1$$

Ya obtenido el valor del factor de hora pico, se procedió a calcular el valor del TPDA Futuro (TPDAF), iniciando con la determinación del Tráfico Actual.

Para ello, se tomó en cuenta el valor “k”, que hace alusión a la constante del TPDA según la zona, guiándose de la siguiente tabla: [14]

TABLA V
VALOR DE LA CONSTANTE DEL TPDA SEGÚN LA ZONA

Zona	**K**
Urbana	8% - 12%
Rural	12% - 18%

Nota: Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones, 2018

En este caso, el proyecto estuvo localizado en una zona rural, por lo que el valor “k” estuvo dentro del rango de 12% a 18%. Siendo así, se tomó el valor promedio entre ambos, teniendo un valor de constante del TPDA según la zona igual a 15%.

$$\mathrm{k} = 15\%$$

Ya teniendo los valores necesarios para calcular el Tráfico Actual, se procedió a realizar los cálculos correspondientes partiendo de la siguiente ecuación: [13]

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = \frac{\mathrm{VHP} * \mathrm{FHP}}{\mathrm{k}} \quad (2)$$

En donde,

VHP **=** *Número de vehículos de la hora pico.*

FHP **=** *Factor de Hora Pico.*

k **=** *Constante del TPDA según la zona.*

El cálculo del Tráfico Actual se realizó por cada tipo de vehículo, de la siguiente manera:

- Tráfico Actual para vehículos Livianos:

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = \frac{\mathrm{VHP} * \mathrm{FHP}}{\mathrm{k}}$$

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = \frac{106 * 1}{15\%}$$

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = 707\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Actual para Buses:

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = \frac{\mathrm{VHP} * \mathrm{FHP}}{\mathrm{k}}$$

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = \frac{1 * 1}{15\%}$$

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = 7\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Actual para Camiones:

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = \frac{\mathrm{VHP} * \mathrm{FHP}}{\mathrm{k}}$$

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = \frac{10 * 1}{15\%}$$

$$\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = 67\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Actual para Otros:

$$\mathrm{TPDA_{actual}} = \frac{\mathrm{VHP} * \mathrm{FHP}}{\mathrm{k}}$$

$$\mathrm{TPDA_{actual}} = \frac{0 * 1}{15\%}$$

$$\mathrm{TPDA_{actual}} = 0\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

Con los resultados obtenidos, se obtuvo una tabla resumen que recopila los datos obtenidos de la siguiente manera:

TABLA VI
RESUMEN DE LOS VALORES DEL TPDA ACTUAL

Tipo de vehículo	**Valor Hora Pico**	**Valor TPDA Actual**
Livianos	106	707
Buses	1	7
Camiones	10	67
Otros	0	0
TOTAL =		781

Ya con el valor del Tráfico Actual, fue posible determinar los valores tanto del Tráfico Atraído (Tat), como del Tráfico Generado (Tg) y del Tráfico por Desarrollo (Td).

Empezando con el Tráfico Atraído (Tat), los cálculos partieron de la siguiente ecuación: [13]

$$\mathrm{Tat} = 10\%(\mathrm{TPDA_{actual}}) \quad (3)$$

De igual manera, el cálculo del Tráfico Atraído (Tat) se realizó por cada tipo de vehículo, de la siguiente forma:

- Tráfico Atraído para vehículos Livianos:

$$\mathrm{Tat} = 10\%(\mathrm{TPDA_{actual}})$$

$$\mathrm{Tat} = 10\%(707)$$

$$\mathrm{Tat} = 71\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Atraído para Buses:

$$\mathrm{Tat} = 10\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Tat} = 10\%(7)$$
$$\mathrm{Tat} = 1\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Atraído para Camiones:

$$\mathrm{Tat} = 10\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Tat} = 10\%(67)$$
$$\mathrm{Tat} = 7\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Atraído para Otros:

$$\mathrm{Tat} = 10\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Tat} = 10\%(0)$$
$$\mathrm{Tat} = 0\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

Después, se determinó el Tráfico Generado (Tg) con la siguiente ecuación: [13]

$$\mathrm{Tg} = 15\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}}) \quad (4)$$

Al igual que con el Tráfico Actual y el Tráfico Atraído, el cálculo del Tráfico Generado (Tg) se realizó por cada tipo de vehículo, de la siguiente manera:

- Tráfico Generado para vehículos Livianos:

$$\mathrm{Tg} = 15\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Tg} = 15\%(707)$$
$$\mathrm{Tg} = 107\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Generado para Buses:

$$\mathrm{Tg} = 15\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Tg} = 15\%(7)$$
$$\mathrm{Tg} = 2\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Generado para Camiones:

$$\mathrm{Tg} = 15\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Tg} = 15\%(67)$$
$$\mathrm{Tg} = 11\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Generado para Otros:

$$\mathrm{Tg} = 15\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Tg} = 15\%(0)$$
$$\mathrm{Tg} = 0\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

Por consiguiente, el Tráfico por Desarrollo (Td) fue determinado con ayuda de la siguiente ecuación: [13]

$$\mathrm{Td} = 5\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}}) \qquad (5)$$

Como puede suponerse, el cálculo del Tráfico Generado (Tg) se realizó por cada tipo de vehículo al igual que los tres anteriores tipos de Tráfico calculados, de la siguiente manera:

- Tráfico por Desarrollo para vehículos Livianos:

$$\mathrm{Td} = 5\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Td} = 5\%(707)$$

$$\mathrm{Td} = 36\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico por Desarrollo para Buses:

$$\mathrm{Td} = 5\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Td} = 5\%(7)$$
$$\mathrm{Td} = 1\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico por Desarrollo para Camiones:

$$\mathrm{Td} = 5\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Td} = 5\%(67)$$
$$\mathrm{Td} = 4\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico por Desarrollo para Otros:

$$\mathrm{Td} = 5\%(\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}})$$
$$\mathrm{Td} = 5\%(0)$$
$$\mathrm{Td} = 0\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

Una vez fueron calculados estos tres tipos de tráfico, se digitalizó la siguiente tabla resumen en la que se encuentran los resultados obtenidos:

TABLA VII
RESUMEN DE TRÁFICOS CALCULADOS

Tipo de vehículo	**TPDA Actual**	**Tráfico Atraído**	**Tráfico Generado**	**Tráfico por desarrollo**	**TPDA Aproximado**
Livianos	707	71	107	36	921
Buses	7	1	2	1	11
Camiones	67	7	11	4	89
Otros	0	0	0	0	0
TOTAL =	***781***	***79***	***120***	***41***	***1021***

Con los datos del Tráfico Actual, también fue posible determinar el valor del Tráfico Futuro (Tf), utilizando la siguiente ecuación: [13]

$$Tf = Ta(1 + i)^n \quad (6)$$

En donde,

***Tf** = Tráfico Futuro.*

***Ta** = Tráfico Actual.*

***i** = Tasa de crecimiento de tránsito.*

***n** = Número de años proyectados.*

El valor de "n" fue tomado como 20 años, pues es el valor establecido por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. [12]

Para identificar el valor de "i", se dispuso de la siguiente tabla: [15]

TABLA VIII
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO

Tasa de crecimiento anual de tráfico (%)			
Periodo	**Livianos**	**Buses**	**Camiones**
2010 - 2015	4.47	2.22	2.18
2015 - 2020	3.97	1.97	1.94
2020 - 2025	3.57	1.78	1.74
2025 - 2030	3.25	1.62	1.58
2030 - 2035	3.25	1.62	1.58
2035 - 2040	3.25	1.62	1.58
2040 - 2045	3.25	1.62	1.58

Nota: Estudio de tráfico vehicular, cálculo del TPDA actual y futuro, 2011

En el caso de este proyecto, se escogieron los valores dentro del rango del año 2020 al año 2025, pues los estudios se realizaron en el año 2024. Siendo así, el valor de la tasa de crecimiento de tránsito será de 3.57 para vehículos livianos, 1.78 para buses y 1.74 para camiones. En este punto, los vehículos conocidos como "otros" fueron obviados debido a que todos sus resultados eran igual a 0 al no haber contado con ningún vehículo del estilo en la hora pico.

Ya sabidos todos los datos necesarios, se procedió con el cálculo correspondiente del Tráfico Futuro, de la siguiente manera:

- Tráfico Futuro para vehículos Livianos:

$$\mathrm{Tf} = \mathrm{Ta}(1+\mathrm{i})^{\mathrm{n}}$$

$$\mathrm{Tf} = 707(1+3.57)^{20}$$

$$\mathrm{Tf} = 1426\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Futuro para Buses:

$$\mathrm{Tf} = \mathrm{Ta}(1+\mathrm{i})^{\mathrm{n}}$$

$$\mathrm{Tf} = 7(1+1.78)^{20}$$

$$\mathrm{Tf} = 10\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

- Tráfico Futuro para Camiones:

$$\mathrm{Tf} = \mathrm{Ta}(1+\mathrm{i})^{\mathrm{n}}$$

$$\mathrm{Tf} = 67(1+1.74)^{20}$$

$$\mathrm{Tf} = 95\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

Con los resultados obtenidos, se procedió a determinar el TPDA proyectado para el año 2044 siendo la suma de los Tráficos Futuros, así:

$$\text{TPDA proyectado para el año } 2044 = 1426 + 10 + 95$$

$$\text{TPDA proyectado para el año } 2044 = 1531\,\frac{\mathrm{veh}}{\mathrm{día}}$$

De esta manera, se obtuvo un TPDAF igual a 1531 vehículos por día. Con esto, se pudo clasificar el tipo de carretera en base a la siguiente tabla establecida por las Normas de Diseño Geométrico: [13]

TABLA IX
CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE CARRETERA EN BASE AL TRÁFICO FUTURO

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN BASE AL TRÁFICO PROYECTADO	
Tipo de Carretera	**Tráfico proyectado TPDA**
R-I o R-II	> 8000
I	3000 - 8000
II	1000 - 3000
III	300 - 1000
IV	100 - 300
V	< 100

Nota: Normas de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas, 2002

En base a la Tabla IX, se pudo determinar que la carretera estudiada en el proyecto se trata de una carretera Tipo II. Para identificar qué significa ser una carretera Tipo II, se hizo uso de otra tabla también establecida por las Normas de Diseño Geométrico: [13]

TABLA X
FUNCIÓN DE CARRETERA EN FUNCIÓN AL TIPO Y TPDAF

FUNCIÓN	**TIPO DE CARRETERA (MOP)**	**TPDA (AÑO FINAL DE DISEÑO)**
CORREDOR	R-I o R-II	> 8000
ARTERIAL	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000
COLECTORA	III	300 - 1000
	IV	100 - 300
VECINAL	V	< 100

Nota: Normas de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas, 2002

La carretera al ser Tipo II, entró en la función de Corredor Arterial y Colectora, pero para saber con mayor exactitud qué tipo de función es, se debe conocer el significado de cada una.

- **Corredor Arterial:** Los corredores arteriales se identifican como aquellas rutas principales que conectan capitales provinciales, puertos marítimos, aeropuertos, pasos fronterizos y otros puntos estratégicos fundamentales para el crecimiento económico y social de la nación. [16]
- **Carretera Colectora:** Las vías colectoras son aquellas cuyo propósito principal es recoger el tráfico de las áreas locales y canalizarlo hacia los corredores arteriales, priorizando la accesibilidad por encima de la movilidad. [16]

Conociendo los conceptos, se dedujo que la carretera del proyecto es una Vía Colectora.

B. SEGUNDA FASE

3) Análisis PCI

a) Determinación del ancho de calzada

Para poder realizar la determinación del Índice de Condición del Pavimento, se empezó con el valor del ancho de calzada. En este caso, se tomaron las medidas transversales en tres diferentes puntos de la vía: inicio, centro y final. Los valores del ancho de vía fueron los siguientes:

TABLA XI
VALORES DEL ANCHO DE CALZADA DE LA VÍA

A1=	6.4	m
A2=	6.9	m
A3=	5.6	m

Una vez se obtuvieron las medidas, se obtuvo un ancho promedio de las tres medidas para continuar con los siguientes cálculos, de esta forma:

$$\text{Ancho Promedio} = \frac{6.4 + 6.9 + 5.6}{3}$$

$$\text{Ancho Promedio} = 6.3 \text{ m}$$

Con el ancho promedio obtenido, se procedió a determinar el número de muestras, teniendo en cuenta que la longitudinal total de la vía es de 4300 metros.

b) Cálculo de la longitud de la unidad de muestreo y el área de muestreo

Cabe recalcar que el valor de la unidad de muestreo puede no ser calculado si el valor del ancho promedio de calzada se encuentra dentro de los valores de la siguiente tabla: [17]

TABLA XII
LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS

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

Nota: Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002

En el caso de este proyecto, el ancho de calzada determinado fue de 6.3 metros, por lo que se tuvo que determinar la longitud de la unidad de muestreo de manera matemática con las siguientes ecuaciones: [17] [18]

$$\mathrm{H} = 230 \pm 93\ \mathrm{m}^2 \quad (7)$$

$$\mathrm{H} = \frac{230 \pm 93}{\mathrm{Lp}}\ \mathrm{m}^2 \quad (8)$$

En donde,

H **=** *Longitud de la unidad de muestreo.*

Lp **=** *Ancho Promedio.*

Sabiendo los datos necesarios, se procedió a calcular el resultado con las dos variables existentes, así:

$$\mathrm{H} = \frac{230 + 93}{\mathrm{Lp}}$$

$$\mathrm{H} = \frac{230 + 93}{6.3}$$

$$\mathrm{H} = 51.27\mathrm{m}$$

$$\mathrm{H} = \frac{230 - 3}{\mathrm{Lp}}$$

$$\mathrm{H} = \frac{230 - 93}{6.3}$$

$$\mathrm{H} = 21.75\mathrm{m}$$

De las dos variables, se procedió a obtener el valor promedio, de la siguiente manera:

$$\mathrm{Hpromedio} = \frac{51.27 + 21.75}{2}$$

$$\mathrm{Hpromedio} = 36.51\mathrm{m} \approx 37\mathrm{m}$$

Ya con el valor de la longitud de la unidad de muestreo determinado, se determinó el área de muestreo, multiplicando al valor obtenido de 37 metros por el ancho promedio, así:

$$\text{Área de muestreo} = 37 * 6.3$$

$$\text{Área de muestreo} = 233\ \text{m}^2$$

c) Unidad total de muestreo

Con la longitud de la unidad de muestreo determinada, se procedió a calcular la unidad total de muestreo, en base a la siguiente ecuación: [18]

$$\text{N} = \frac{\text{Lt}}{\text{L}} \quad (9)$$

En donde,

***N** = Unidades de muestreo (mayores).*

***Lt** = Longitud total de la vía.*

***L** = Longitud de la unidad de muestreo (H).*

$$\text{N} = \frac{\text{Lt}}{\text{L}}$$

$$\text{N} = \frac{4300}{37}$$

$$\text{N} = 116.22$$

Cabe recalcar que el valor calculado de las unidades de muestreo hace alusión al valor máximo cuando la vía está en malas condiciones.

d) Número mínimo de unidades de muestreo

Con la longitud de la unidad de muestreo determinada, se procedió a calcular la unidad total de muestreo, en base a la siguiente ecuación: [17]

$$\text{n} = \frac{\text{N} * (\text{SD})^2}{\frac{\text{e}^2}{4}(\text{N}-1) + (\text{SD})^2} \quad (10)$$

En donde,

***n** = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.*

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

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

***SD** = Desviación estándar del PCI entre las unidades.*

En la inspección inicial, se considera una desviación estándar (SD) de 10 para pavimentos asfálticos, correspondiente a un rango de PCI de 25, y de 15 para pavimentos de concreto, asociado a un rango de PCI de 35. [17]

En este caso, la carretera se encontraba asfaltada, por lo que el valor de la Desviación Estándar "SD" fue igual a 10.

Así mismo, el valor del error aceptado de PCI "e" fue tomado como 5%. [17] [18]

Habiendo aclarado los valores y puntos necesarios, se procedió con la determinación del número mínimo de unidades de muestreo de la siguiente manera:

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

$$n = \frac{116.22 * (10)^2}{\frac{5^2}{4}(116.22-1) + (10)^2}$$

$$n = 14.17$$

De igual manera, cabe recalcar que el valor calculado del número mínimo de unidades de muestreo hace alusión al valor mínimo cuando la vía está en condiciones aceptables.

e) Determinación del intervalo de muestreo

Ya con los valores de la unidad total de muestreo y el número mínimo de muestras calculados, se determinó el intervalo de muestreo con la siguiente ecuación: [17] [18] [19]

$$i = \frac{N}{n} \qquad (11)$$

En donde,

***I** = Intervalo de muestreo.*

***n** = Número mínimo de unidades de muestreo.*

***N** = Unidades de muestreo (mayores).*

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

$$i = \frac{116.22}{14.17}$$

$$i = 8.20 \approx 8$$

Con estos valores obtenidos, se determinó que las áreas de muestreo estudiadas tendrán un valor de 233 metros cuadrados, así como 37 metros de longitud y con 8 intervalos de por medio. Para una comprensión más sencilla, se elaboró una tabla resumen que abarca el total de áreas de muestreo siguiendo los parámetros calculados, resultando de la siguiente manera:

TABLA XIII
TABLA RESUMEN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO NECESARIAS PARA EL PCI

Número	**Abscisado Inicial**	**Abscisado Final**	**Área (m2)**	**Nomenclatura**
1	*K 0+060.00*	*K 0+097.00*	233	U1
2	*K 0+393.00*	*K 0+430.00*	233	U10
3	*K 0+726.00*	*K 0+763.00*	233	U19
4	*K 1+059.00*	*K 1+096.00*	233	U28
5	*K 1+392.00*	*K 1+429.00*	233	U37
6	*K 1+725.00*	*K 1+762.00*	233	U46
7	*K 2+058.00*	*K 2+095.00*	233	U55
8	*K 2+391.00*	*K 2+428.00*	233	U64
9	*K 2+724.00*	*K 2+761.00*	233	U73
10	*K 3+057.00*	*K 3+094.00*	233	U82
11	*K 3+390.00*	*K 3+427.00*	233	U91
12	*K 3+723.00*	*K 3+760.00*	233	U100
13	*K 4+056.00*	*K 4+093.00*	233	U109
14	*K 4+263.00*	*K 4+300.00*	233	U118

f) Determinación del PCI

Una vez se determinaron los parámetros necesarios para la determinación del Índice de Condición del Pavimento, se llevó a cabo un trabajo que requirió tanto la parte digital con los cálculos necesarios, como visitas físicas en campo para determinar los tipos de falla presente en cada una de las abscisas, así como para tomar medidas lo más precisas posibles.

Existieron diferentes fallas en las unidades descritas, por lo que fue imprescindible realizar este trabajo bajo inspección in situ, yendo de la mano con los manuales del Índice de Condición del Pavimento, identificando el tipo de falla, las unidades y la magnitud de cada una de ellas.



Fig. 20. Inspección y Toma de medidas de las fallas según las unidades de muestreo

El formato utilizado para la determinación del PCI según las unidades de muestreo fue de elaboración propia, guiándose en distintos manuales del Índice de Condición del Pavimento además de Proyectos Técnicos anteriores. Sabiendo esto, el formato utilizado fue el siguiente:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA DEL PROYECTO:					
ELABORADO POR:					
TUTOR:					
UBICACIÓN:				Abscisado Inicial :	
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :		NOMENCLATURA:		Abscisado Final :	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2

Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
						Valor Deducido =		

Total de unidades deducidas >2(q)		$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$
Valor máximo deducido (HDVi)		
Número de valores máximo admitido		

Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

Número	Valores Comunes Deducidos								Sumatoria Total	q	CDV
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
									CDV Máximo =		

Cálculo del PCI	PCI	=	
	PCI	=	
	PCI	=	

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS

Fig. 21. Formato utilizado para la determinación del PCI

Para la determinación del valor deducible, se siguieron pasos previos que dependen de cada uno de los tipos de falla presente. Para ello, se debe tener en cuenta que las fallas de Piel de Cocodrilo, Exudación, Agrietamiento en bloque, Corrugación, Depresión, Parcheo, Pulimiento de Agregados, Cruce de Vía Férrea, Ahuellamiento, Desplazamiento, Grieta Parabólica, Hinchamiento y Desprendimiento de agregados fueron medidas en metros cuadrados, por lo que se tomaron medidas tanto de longitud como de ancho de manera física. A su vez, las fallas de Abultamientos y Hundimientos, Grieta de Borde, Grieta de reflexión de junta, Desnivel carril/berma y Grietas longitudinales y transversales fueron medidas en metros lineales, por lo que se tomó únicamente el valor de la longitud. Por último, la falla de Baches/Huecos fue medida en cantidad, por lo que solo se tomó este valor, teniendo en cuenta la magnitud según sus dimensiones. [17] [18] [19]

Cada una de las fallas fue clasificada según su severidad, teniendo en cuenta que L es la más baja haciendo referencia a “Low”; M es una severidad media haciendo referencia a “Medium”; y H siendo la severidad más grande haciendo referencia a “High”. [17] [18] [19]

Para fines prácticos, se tomó como ejemplo la primera unidad de muestreo en donde se encontró una falla de Grietas longitudinales y transversales y una de Piel de Cocodrilo. (Para una mejor comprensión, puede verse los Anexos del PCI al final del documento)

Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
10	H	18.709		1	18.709	18.709	8.03%	30
1	L	1.67	1.35	1	2.2545	2.2545	0.97%	10
						Valor Deducido =		*40*

Fig. 22. Determinación del PCI Primera Unidad 1

Siendo así, los cálculos respectivos fueron los siguientes:

- Grietas Longitudinales y Transversales (Magnitud H) (Unidad m)

$$\text{Cantidad Parcial} = \text{Longitud} * \text{Cantidad}$$

$$\text{Cantidad Parcial} = 18.709 * 1$$

$$\text{Cantidad Parcial} = 18.709$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Cantidad Parcial}}{\text{Área del Muestreo}}$$

$$\text{Densidad} = \frac{18.709}{233}$$

$$\text{Densidad} = 8.03\%$$

Con uso de las gráficas respectivas de PCI, se obtuvo el valor deducible en base a una proyección hecha, tomando en cuenta la densidad del año y la magnitud de la falla, así: [17] [18] [19]

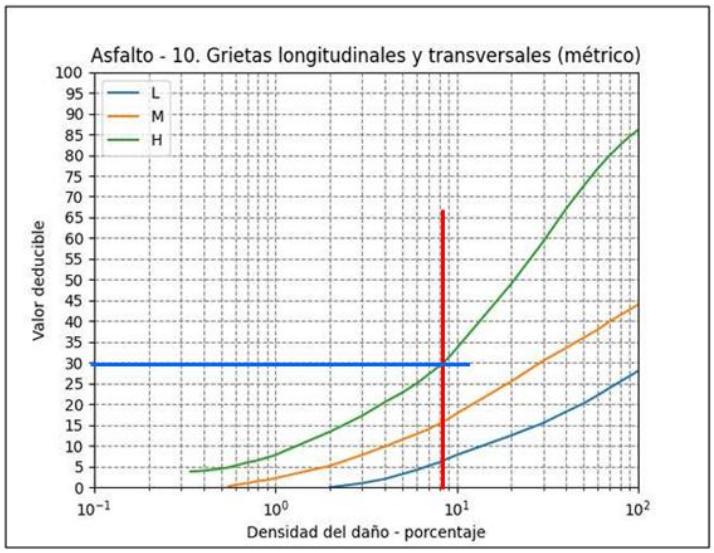


Fig. 23. Determinación del Valor Deducible de la Grieta Longitudinal

En base a la gráfica, se pudo determinar un valor deducible para este tipo de falla igual a 30.

- Piel de Cocodrilo (Magnitud L) (Unidad m2)

$$\text{Cantidad Parcial} = \text{Longitud} * \text{Ancho} * \text{Cantidad}$$

$$\text{Cantidad Parcial} = 1.67 * 1.35 * 1$$

$$\text{Cantidad Parcial} = 2.2545$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Cantidad Parcial}}{\text{Área del Muestreo}}$$

$$\text{Densidad} = \frac{2.2545}{233}$$

$$\text{Densidad} = 0.97\%$$

De igual manera, con uso de las gráficas respectivas de PCI, se obtuvo el valor deducible en base a una proyección hecha, tomando en cuenta la densidad del año y la magnitud de la falla, de la siguiente manera: [17] [18] [19]

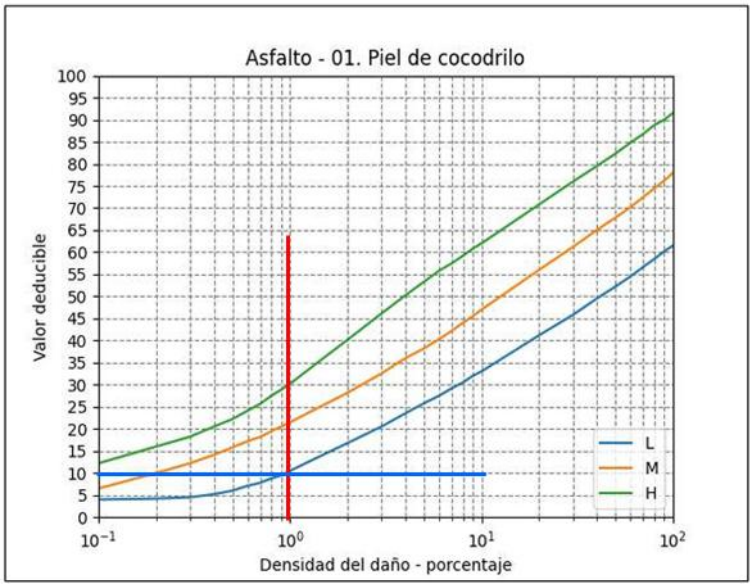


Fig. 24. Determinación del Valor Deducible de la Piel de Cocodrilo

En base a la gráfica, se pudo determinar un valor deducible para este tipo de falla igual a 10.

Teniendo ambos valores deducibles, el Valor Deducido fue la suma entre ambos dígitos.

$$\text{Valor Deducido} = 30 + 10$$

$$\text{Valor Deducido} = 40$$

Con los valores deducibles obtenidos, se determinó el número de valores máximo admitido, utilizando la siguiente ecuación: [17] [18] [19]

$$\text{mi} = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - \text{HDVi}) \quad (12)$$

En donde,

mi = *Número de valores máximo admitido.*

HDVi = *Valor máximo deducido.*

El valor máximo deducido fue la cifra más alta de los valores deducibles, en este caso, 30.

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - 30)$$

$$mi = 7.43$$

Después, se procedió a determinar los valores deducibles corregidos de la siguiente manera:

Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)												
Número	**Valores Comunes Deducidos**									**Sumatoria Total**	**q**	**CDV**
1	30	10								40	2	30
2	30	2								32	1	32
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		***32***

Fig. 25. Determinación del PCI Primera Unidad 2

Los Valores Comunes Deducidos dependió del número de fallas existentes, empezando por el mayor valor deducible y siguiendo una jerarquía en la que se llenó con el número 2 cuando ya no hubo más dígitos.

Los valores de q fueron de manera descendente empezando por el número de fallas existentes y terminando en el número 1.

Los valores de CDV (Valor deducible corregido), fueron obtenidos con la gráfica correspondiente y tomando en cuenta que se trata de una carretera asfaltada, de la siguiente manera: [17] [18] [19]

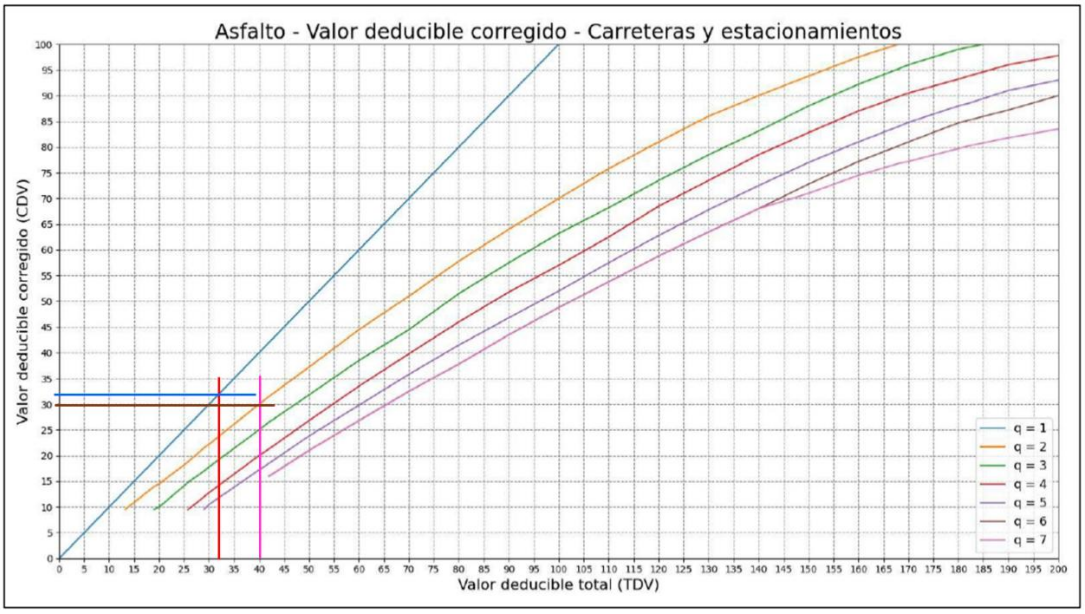


Fig. 26. Determinación de los Valores Deducibles Corregidos

Ya obtenidos los Valores Deducibles Corregidos, se tomó el valor máximo para el cálculo del Índice de Condición del Pavimento, utilizando la siguiente ecuación: [17] [18] [19]

$$\text{PCI} = 100 - \text{CDV Máximo} \quad (13)$$

En donde,

***PCI** = Índice de Condición del Pavimento.*

***CDV Máximo** = Valor Deducible Corregido Máximo.*

$$\text{PCI} = 100 - \text{CDV Máximo}$$

$$\text{PCI} = 100 - 32$$

$$\text{PCI} = 68$$

Con el valor del PCI, se procedió a determinar la clasificación de éste en base a la siguiente tabla: [18]

TABLA XIV
RANGOS DE CLASIFICACIÓN Y REPRESENTACIÓN DEL PCI Y DEL URCI

PCI	
Rango	**Clasificación**
100 - 85	*Excelente*
85 - 70	*Muy Bueno*
70 - 55	*Bueno*
55 - 40	*Regular*
40 - 25	*Malo*
25 - 10	*Muy Malo*
10 - 0	*Fallado*

Nota: Índice de Condición del Pavimento, Luis Vásquez, 2023

En el caso de la primera unidad, el valor del Índice de Condición del Pavimento fue igual a 68, por lo que se encuentra dentro del rango de 70 a 55, considerándose en un estado “Bueno”.

De igual manera, se tomó en cuenta los colores correspondientes para cada clasificación del PCI para determinar de una manera visual y más rápida las unidades que se encuentran en peor estado.

Así mismo, el tipo de intervención fue tomado en cuenta dependiendo del color y la clasificación del PCI, como se muestra en la siguiente tabla: [18]

TABLA XV
COLOR Y TIPO DE INTERVENCIÓN SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DEL PCI

PCI			
Rango	**Clasificación**	**Color**	**Tipo de intervención**
100 - 85	*Excelente*		Mantenimiento: preventivo-rutinario (sellos de fisuras, parcheo y lechada asfáltica)
85 - 70	*Muy Bueno*		
70 - 55	*Bueno*		Mantenimiento: correctivo-periódico (Refuerzo de la capa de rodadura, recapeo)
55 - 40	*Regular*		
40 - 25	*Malo*		Rehabilitación (reemplazo de la capa de asfalto)
25 - 10	*Muy Malo*		Reconstrucción (reconformación de todas las capas estructurales)
10 - 0	*Fallado*		

Nota: Índice de Condición del Pavimento, Luis Vásquez, 2023

Habiendo tenido todos aspectos en cuenta, se procedió a realizar una tabla resumen con todas las unidades de muestreo, el valor del PCI correspondiente y su clasificación respectiva, obteniendo la siguiente información:

Número	Abscisado Inicial	Abscisado Final	Área (m2)	Nomenclatura	Valor de PCI	Clasificación	Tipo de Intervención
1	*K 0+060.00*	*K 0+097.00*	233.1	U1	68	***Bueno***	Mantenimiento Periódico
2	*K 0+393.00*	*K 0+430.00*	233.1	U10	68	***Bueno***	Mantenimiento Periódico
3	*K 0+726.00*	*K 0+763.00*	233.1	U19	56	***Bueno***	Mantenimiento Periódico
4	*K 1+059.00*	*K 1+096.00*	233.1	U28	50	***Regular***	Mantenimiento Correctivo
5	*K 1+392.00*	*K 1+429.00*	233.1	U37	28	***Malo***	Rehabilitación
6	*K 1+725.00*	*K 1+762.00*	233.1	U46	25	***Malo***	Rehabilitación
7	*K 2+058.00*	*K 2+095.00*	233.1	U55	33	***Malo***	Rehabilitación
8	*K 2+391.00*	*K 2+428.00*	233.1	U64	32	***Malo***	Rehabilitación
9	*K 2+724.00*	*K 2+761.00*	233.1	U73	35	***Malo***	Rehabilitación
10	*K 3+057.00*	*K 3+094.00*	233.1	U82	29	***Malo***	Rehabilitación
11	*K 3+390.00*	*K 3+427.00*	233.1	U91	32	***Malo***	Rehabilitación
12	*K 3+723.00*	*K 3+760.00*	233.1	U100	69	***Bueno***	Mantenimiento Periódico
13	*K 4+056.00*	*K 4+093.00*	233.1	U109	46	***Regular***	Mantenimiento Correctivo
14	*K 4+263.00*	*K 4+300.00*	233.1	U118	55	***Bueno***	Mantenimiento Periódico

Fig. 27. Tabla Resumen de la Clasificación de las Unidades por el valor de PCI

Como se puede evidenciar en la Figura 27, desde la unidad U37 hasta la unidad U91 se encontraron las abscisas en peor estado, necesitando cada una de ellas rehabilitación. Lo que demostró que realmente la vía ha sido muy descuidada por parte de las autoridades correspondientes a lo largo de los años.

Sin embargo, entre todas las unidades la que más resaltó por su bajo valor de PCI fue la unidad U46 con un abscisado de km 1+725 a km 1+762, por lo que este tramo fue el seleccionado para sacar las muestras de suelo y proceder con el estudio de suelos respectivo.

Cabe recalcar que por cuestiones de tiempo se tomó únicamente una unidad de muestreo para el estudio de suelos, aunque lo óptimo es tomar una por cada kilómetro.

4) Extracción de muestras de suelo

Una vez que se obtuvo el tramo con mayor gravedad referente al PCI, se procedió a realizar la extracción de muestras de suelo para los ensayos previos en el laboratorio. Es decir, la unidad U46 fue la seleccionada para extraer las muestras.

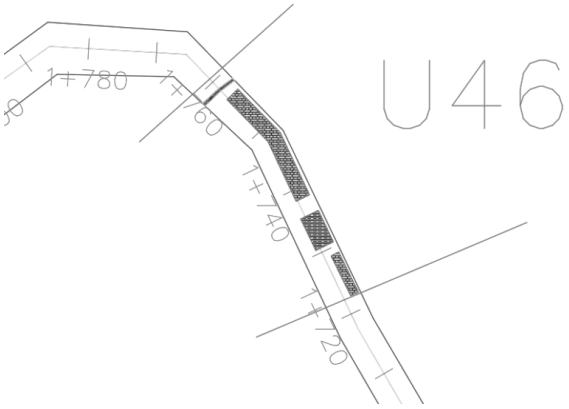


Fig. 28. Unidad de muestreo seleccionada

Para la extracción como tal, se hizo un reconocimiento de estratos para que las muestras de suelo se encontrasen lo más libre posible de residuos contaminantes o externos. Gracias a esta estratigrafía, se logró tener datos con netamente las características mecánicas que presenta el suelo. Para ello, la extracción en la superficie leve fue de 0 a 100 centímetros según los parámetros correspondientes. [20]

La extracción de muestras se realizó con una excavación manual en el abscisado indicado, con un volumen igual a un metro cúbico, es decir, un metro de ancho por un metro de largo y por un metro de profundidad en base a lo establecido. [21]

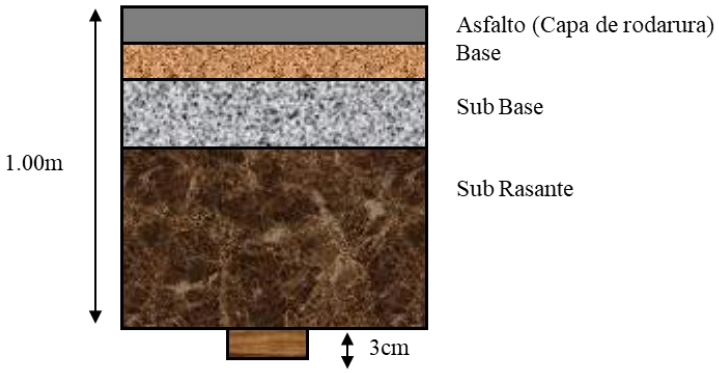


Fig. 29. Estratigrafía para Calicatas

5) Ensayos y estudio de suelos

a) Contenido de Humedad

Primeramente, para poder determinar el Contenido de Humedad Natural del suelo, se extrajeron dos muestras de aproximadamente 250 gramos cada una. [22]



Fig. 30. Muestras de suelo para el ensayo de contenido de humedad natural

Después, el mismo día en el que fueron tomadas las muestras, se depositaron ambas cantidades de suelo en el horno del laboratorio de suelos durante un día. Cabe recalcar que fue tomado primero el peso de las muestras con el contenido natural de agua, antes de ser metidas en el horno para el secado. [22]



Fig. 31. Secado de las muestras para el contenido de humedad natural

Una vez secadas las muestras, se procedió a tomar los pesos de ambas cantidades secas, juntamente con el peso de los recipientes en los que fueron colocadas.

Siendo así, se procedió a realizar la determinación del contenido de humedad natural del suelo en base a los siguientes parámetros: [22]

- Peso del agua

El peso del agua se determinó, utilizando la siguiente ecuación: [22]

$$\mathrm{Ww} = (\mathrm{Wm} + \mathrm{rec}) - (\mathrm{Ws} + \mathrm{rec}) \quad (14)$$

En donde,

Ww = *Peso del agua.*

Wm = *Peso húmedo.*

Ws = *Peso seco.*

rec = *Peso del recipiente.*

El cálculo para la primera muestra fue de la siguiente manera:

$$\mathrm{Ww1} = (\mathrm{Wm} + \mathrm{rec}) - (\mathrm{Ws} + \mathrm{rec})$$
$$\mathrm{Ww1} = 233.15 - 207.2$$
$$\mathrm{Ww1} = 15.95\ \mathrm{gr}$$

Así mismo, el cálculo para la segunda muestra se realizó de la siguiente forma:

$$\mathrm{Ww2} = (\mathrm{Wm} + \mathrm{rec}) - (\mathrm{Ws} + \mathrm{rec})$$
$$\mathrm{Ww2} = 226.55 - 211.4$$
$$\mathrm{Ww2} = 15.15\ \mathrm{gr}$$

- Peso de los sólidos

Para el determinar el peso de los sólidos, se hizo uso de la siguiente ecuación: [22]

$$\mathrm{Ws} = (\mathrm{Ws} + \mathrm{rec}) - \mathrm{rec} \quad (15)$$

En donde,

***Ws** = Peso de los sólidos.*

***rec** = Peso del recipiente.*

El cálculo para la primera muestra fue de la siguiente manera:

$$\mathrm{Ws1} = (\mathrm{Ws} + \mathrm{rec}) - \mathrm{rec}$$

$$\mathrm{Ws1} = 207.2 - 48.2$$

$$\mathrm{Ws1} = 159\ \mathrm{gr}$$

Así mismo, el cálculo para la segunda muestra se realizó de la siguiente forma:

$$\mathrm{Ws2} = (\mathrm{Ws} + \mathrm{rec}) - \mathrm{rec}$$

$$\mathrm{Ws2} = 211.4 - 48.6$$

$$\mathrm{Ws2} = 162.8\ \mathrm{gr}$$

- Contenido de Humedad

Ya con los valores del peso del agua y el peso de los sólidos obtenidos, se determinó el contenido de humedad en base a la siguiente ecuación: [22]

$$\mathrm{w\%} = \left(\frac{\mathrm{Ww}}{\mathrm{Ws}}\right) * 100 \qquad (16)$$

En donde,

***w%** = Contenido de humedad.*

***Ww** = Peso del agua.*

***Ws** = Peso de los sólidos.*

Así, el cálculo para la primera muestra fue de la siguiente manera:

$$\mathrm{w\%1} = \left(\frac{\mathrm{Ww1}}{\mathrm{Ws1}}\right) * 100$$

$$\mathrm{w\%1} = \left(\frac{15.95}{159}\right) * 100$$

$$w\%1 = 10.03\%$$

Del mismo modo, el cálculo para la segunda muestra se realizó de la siguiente forma:

$$w\%2 = \left(\frac{Ww2}{Ws2}\right) * 100$$

$$w\%2 = \left(\frac{15.15}{162.8}\right) * 100$$

$$w\%2 = 9.31\%$$

Una vez obtenidos ambos valores del contenido de humedad, se procedió a determinar el contenido de humedad promedio que, como su nombre mismo lo indica, no fue más que el promedio entre ambos valores calculados, así: [22]

$$w\% = \frac{w\%1 + w\%2}{2} \quad (17)$$

$$w\% = \frac{w\%1 + w\%2}{2}$$

$$w\% = \frac{10.03 + 9.31}{2}$$

$$w\% = 9.67\%$$

De ese modo, el contenido de humedad promedio fue determinado, obteniendo un valor de 9.67% el cual fue de suma importancia para la elaboración del ensayo de Proctor Modificado.

b) Granulometría

Para el ensayo de Granulometría se utilizaron los tamices #4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100 y #200. De igual manera que con el ensayo previo, se utilizaron dos recipientes con muestra de suelo, los cuales fueron dejados en el horno por un lapso de 24 horas. [23]

Los tamices fueron colocados en orden desde el menor hasta el más alto, es decir, desde el tamiz #4 hasta el tamiz #200, con el fin de registrar el peso retenido en gramos en cada uno de los tamices con ayuda de la máquina tamizadora que se encuentra en el laboratorio de suelos, tal y como se muestra en la siguiente figura:



Fig. 32. Tamices ordenados para el ensayo de Granulometría

Una vez que los pesos retenidos fueron tomados, se registraron los valores en una tabla resumen, tal como se presenta a continuación:

TABLA XVI
PESOS RETENIDOS EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso retenido (gr)
4	**4.760**	267.1
8	**2.380**	185.7
10	**2.000**	57.5
16	**1.190**	133.4
30	**0.590**	170.25
40	**0.420**	140.25
50	**0.297**	140.8
60	**0.250**	88.6
100	**0.149**	287.2
200	**0.075**	412.5
BANDEJA		707.1

Ya con los pesos retenidos registrados, se procedió a determinar varios factores que se muestran a continuación:

- Peso retenido acumulado

El peso retenido acumulado se determinó sumando al valor del peso retenido de un tamiz con el peso retenido del tamiz previo, es decir, el peso del tamiz #8 más el peso retenido acumulado del tamiz #4, el peso del tamiz #10 más el peso retenido acumulado del tamiz #8, y así sucesivamente. El tamiz #4 tuvo el mismo valor al tratarse del primer tamiz. [23]

Para una comprensión más clara, se determinó el peso retenido acumulado del tamiz #8 en forma matemática, con el uso de la siguiente ecuación:

$$PRA = Pr + PRA(tamiz\ anterior) \quad (18)$$

En donde,

PRA = *Peso Retenido Acumulado.*

Pr = *Peso retenido.*

$$PRA(tamiz\ \#8) = Pr + PRA(tamiz\ anterior)$$

$$PRA(tamiz\ \#8) = 185.7 + 267.10$$

$$PRA(tamiz\ \#8) = 452.8\ gr$$

Los resultados del peso retenido acumulado se presentaron de manera resumida en la siguiente tabla:

TABLA XVII
VALORES DEL PESO RETENIDO ACUMULADO EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso retenido (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO
4	4.760	267.1	267.10
8	2.380	185.7	452.80
10	2.000	57.5	510.30
16	1.190	133.4	643.70
30	0.590	170.25	813.95
40	0.420	140.25	954.20
50	0.297	140.8	1095.00
60	0.250	88.6	1183.60
100	0.149	287.2	1470.80
200	0.075	412.5	1883.30
BANDEJA		707.1	2590.40

- Porcentaje retenido

Para el porcentaje retenido, se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$\%Retenido = \frac{PRA * 100}{PRAB} \quad (19)$$

En donde,

% Retenido = *Porcentaje Retenido.*

PRA *= Peso Retenido Acumulado.*

PRA *= Peso Retenido Acumulado de la Bandeja.*

En este caso, se presentó de manera matemática la determinación del porcentaje retenido del tamiz #4, así:

$$\%Retenido\ (tamiz\ \#4) = \frac{PRA * 100}{PRAB}$$

$$\%Retenido\ (tamiz\ \#4) = \frac{267.10 * 100}{2590.40}$$

$$\%Retenido\ (tamiz\ \#4) = 10.31\%$$

Una vez los porcentajes fueron determinados, los valores quedaron de la siguiente manera:

TABLA XVIII
VALORES DE PORCENTAJE RETENIDO EN ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso retenido (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
4	4.760	267.1	267.10	10.31
8	2.380	185.7	452.80	17.48
10	2.000	57.5	510.30	19.70
16	1.190	133.4	643.70	24.85
30	0.590	170.25	813.95	31.42
40	0.420	140.25	954.20	36.84
50	0.297	140.8	1095.00	42.27
60	0.250	88.6	1183.60	45.69
100	0.149	287.2	1470.80	56.78
200	0.075	412.5	1883.30	72.70
BANDEJA		707.1	2590.40	100.00

- Porcentaje que pasa

El porcentaje que pasa no fue más que el valor de 100 menos el valor del porcentaje retenido. Siendo así, el cálculo del porcentaje que pasa del tamiz #4 fue de la siguiente manera:

$$\%Que\ Pasa\ (tamiz\ \#4) = 100 - \%Retenido$$

$$\%Que\ Pasa\ (tamiz\ \#4) = 100 - 10.31$$

$$\%Que\ Pasa\ (tamiz\ \#4) = 89.69\%$$

De este modo, los valores del porcentaje que pasa resultaron de la siguiente manera:

TABLA XIX
VALORES DEL PORCENTAJE QUE PASA ENSAYO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso retenido (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	%QUE PASA
4	4.760	267.1	267.10	10.31	89.69
8	2.380	185.7	452.80	17.48	82.52
10	2.000	57.5	510.30	19.70	80.30
16	1.190	133.4	643.70	24.85	75.15
30	0.590	170.25	813.95	31.42	68.58
40	0.420	140.25	954.20	36.84	63.16
50	0.297	140.8	1095.00	42.27	57.73
60	0.250	88.6	1183.60	45.69	54.31
100	0.149	287.2	1470.80	56.78	43.22
200	0.075	412.5	1883.30	72.70	27.30
BANDEJA		707.1	2590.40	100.00	----

- Curva de Distribución Granulométrica

Ya con todos los datos obtenidos, se procedió a trazar la curva de distribución granulométrica en función de los valores establecidos, para poder determinar los coeficientes de uniformidad y curvatura, del siguiente modo:

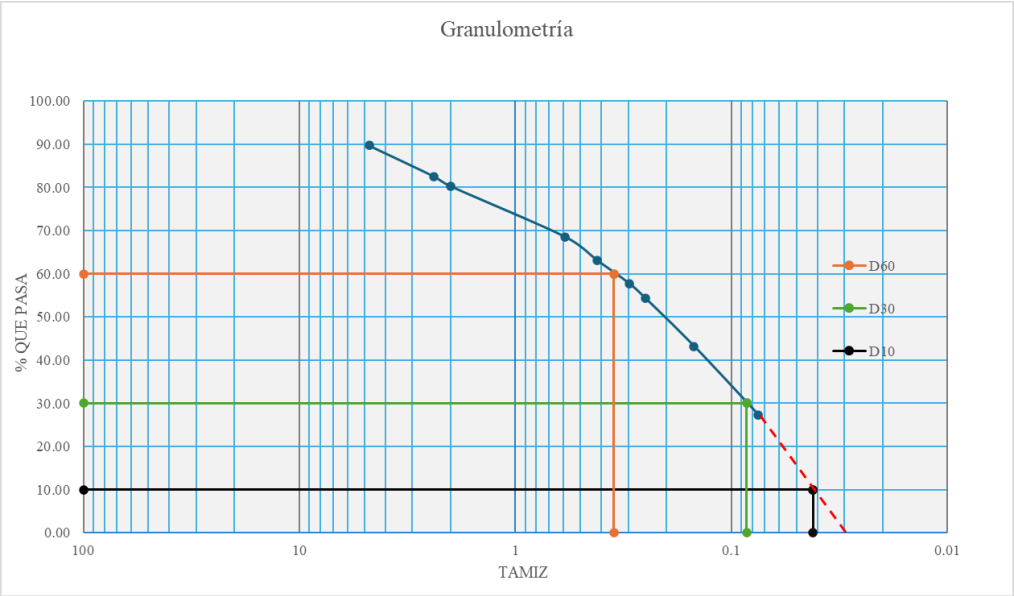


Fig. 33. Curva de Distribución Granulométrica

Como se puede evidenciar en la Figura 33, se trazaron tres líneas tanto longitudinales como transversales, que partieron de los valores 60, 30 y 10 en las coordenadas Y. Las proyecciones de estas líneas al chocar con la curva realizada con los valores de los porcentajes fueron igual

a los valores de D60, D30 y D10 respectivamente. Cabe recalcar que la línea entrecortada de la Figura 33 fue una proyección de la curva para poder alcanzar los valores de 0 en el eje Y de la gráfica.

Sabiendo esto, se tuvieron los siguientes valores de D10, D30 y D60:

TABLA XX
VALORES DE D10, D30 Y D60 ENSAYO GRANULOMÉTRICO

D10	0.042
D30	0.085
D60	0.35

Con estos tres valores, se procedió a determinar el Coeficiente de Uniformidad y el Coeficiente de Curvatura de la siguiente manera: [23]

- Coeficiente de Uniformidad (Cu)

El coeficiente de uniformidad fue calculado según la siguiente ecuación: [23]

$$Cu = \frac{D60}{D10} \quad (20)$$

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

$$Cu = \frac{0.35}{0.042}$$

$$Cu = 8.33$$

- Coeficiente de Curvatura o Coeficiente de Gradación (Cc)

Así mismo, el coeficiente de curvatura se determinó mediante la siguiente ecuación: [23]

$$Cc = \frac{(D30)^2}{D60 * D10} \quad (21)$$

$$Cc = \frac{(D30)^2}{D60 * D10}$$

$$Cc = \frac{(0.085)^2}{0.35 * 0.042}$$

$$Cc = 0.49$$

c) Límite Líquido

Para el ensayo de Límite Líquido se empezó con utilizar el material tamizado en el ensayo de Granulometría, pero, únicamente el material que haya pasado por el tamiz #40. [24]

El material que fue destinado para el ensayo del límite líquido fue mezclado con agua poco a poco, hasta cumplir con los golpes necesarios. El número de golpes establecidos fue de 0 a 10, de 10 a 20, de 20 a 30 y de 30 a 40. [24]

Para ello, se utilizó la herramienta conocida como "Copa de Casagrande", en la que el material húmedo fue introducido formando una masa compacta, que fue cortada en la mitad hasta obtener una unión en dicha zona conforme a los rangos establecidos, como se muestra en la siguiente figura: [24]

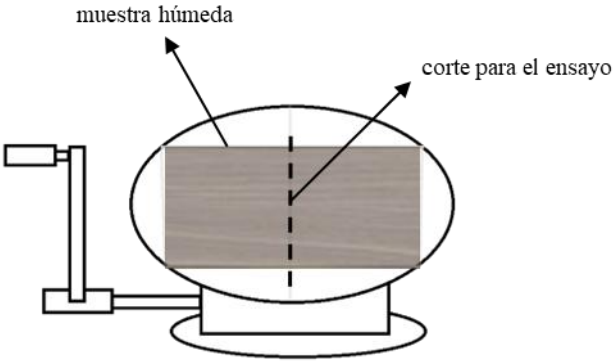


Fig. 34. Ilustración para el ensayo de Límite Líquido

Una vez se obtuvieron los golpes y muestras necesarias, se tabularon los datos, quedando de la siguiente manera:

TABLA XXI
VALORES REGISTRADOS LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente número :	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Peso húmedo+Recipiente:	19.1	19.5	18.6	19.8	24.1	24.9	21.4	20.1
Peso seco + Recipiente:	16.97	17.61	16.84	17.38	20.85	21.76	18.36	17.7
Peso del recipiente:	7.60	7.90	8.10	8.00	7.70	7.80	7.70	7.80
Golpes:	33.00		27.00		14.00		8.00	

Ya con estos valores determinados, se calculó el Peso del Agua, el Peso de los Sólidos, el Contenido de Humedad y el valor del Límite Líquido.

Para determinar el peso del agua, se utilizó la Ecuación 14 con los mismos parámetros ya establecidos. En el peso de los sólidos, se hizo uso de la Ecuación 15 con sus características correspondientes. En cambio, para el contenido de humedad, se usó de la Ecuación 16 con sus parámetros correspondientes. Para el contenido de humedad promedio se requirió la Ecuación 17, recalcando que el promedio se lo hizo con los dos valores obtenidos por cada número de golpe. Los procesos se repitieron para los ocho recipientes respectivamente, pudiendo observarse los resultados, también, en la Tabla XXII.

- Límite Líquido

Para determinar el valor del Límite Líquido, se trazó la Gráfica de Contenido de Humedad en donde los valores del Número de Golpes fueron colocados en el eje X, mientras que los valores del Contenido de Humedad Promedio estuvieron en el eje Y. De igual manera, se trazó una proyección desde el número de golpes 25. [24]

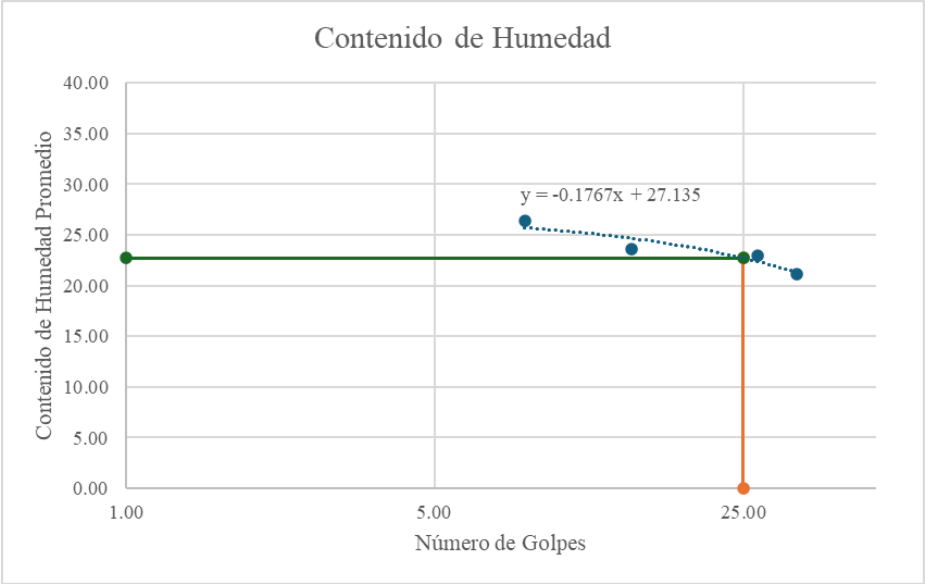


Fig. 35. Gráfica del Contenido de Humedad Límite Líquido

Con ayuda del Software Microsoft Excel, se determinó la ecuación necesaria para determinar el Límite Líquido, siendo la siguiente:

$$y = -0.1767x + 27.135 \quad (22)$$

En donde,

***y** = Límite Líquido.*

***x** = Número de Golpes igual a 25.*

Ya con la ecuación lista, se determinó el valor del Límite Líquido de la siguiente forma:

$$Límite\ Líquido = -0.1767x + 27.135$$

$$Límite\ Líquido = -0.1767(25) + 27.135$$

$$Límite\ Líquido = 22.72$$

Los resultados de este ensayo fueron ordenados en una tabla de manera ordenada, quedando de la siguiente manera:

TABLA XXII
VALORES CALCULADOS DEL ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente número :	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Peso húmedo+Recipiente:	19.1	19.5	18.6	19.8	24.1	24.9	21.4	20.1
Peso seco + Recipiente:	16.97	17.61	16.84	17.38	20.85	21.76	18.36	17.7
Peso del recipiente:	7.60	7.90	8.10	8.00	7.70	7.80	7.70	7.80
Peso del Agua (Ww):	2.13	1.89	1.76	2.42	3.25	3.14	3.04	2.40
Peso de los sólidos (Ws):	9.37	9.71	8.74	9.38	13.15	13.96	10.66	9.90
Contenido de humedad:	22.73	19.46	20.14	25.80	24.71	22.49	28.52	24.24
Contenido de humedad Promedio:	21.10		22.97		23.60		26.38	
Golpes:	33.00		27.00		14.00		8.00	
Límite Líquido	***22.72***							

d) Límite Plástico

Para el ensayo de Límite Plástico, se utilizaron las mismas muestras húmedas utilizadas en el ensayo de Límite Líquido. Sin embargo, en este ensayo la masa fue moldeada hasta tener formas cilíndricas con una dimensión de tres milímetros de diámetro. Las muestras se pesaron y se metieron al horno por un lapso de 24 horas, teniendo los siguientes resultados:

TABLA XXIII
VALORES REGISTRADOS DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente número :	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Peso húmedo+Recipiente:	8	9	8.9	8.7	8	8.1
Peso seco + Recipiente:	7.8	8.4	8.3	8.1	7.7	7.8
Peso del recipiente:	6.03	6.12	6.02	6.01	6.02	6.01

Al igual que en el ensayo de Límite Líquido, se determinaron los valores del Peso del Agua, Peso de los Sólidos y Contenido de Humedad, utilizando las mismas ecuaciones y parámetros, señalando que los resultados completos de los seis recipientes se encuentran en la Tabla XXIV.

Para el contenido de humedad promedio se requirió de igual modo la Ecuación 17. Sin embargo, en este caso el contenido de humedad promedio fue un solo valor total tomando en cuenta el contenido de humedad de los seis recipientes.

$$\text{w\%} = \frac{\text{w\%1} + \text{w\%2} + \text{w\%3} + \text{w\%4} + \text{w\%5} + \text{w\%6}}{6}$$

$$\text{w\%} = \frac{11.30 + 26.32 + 26.32 + 28.71 + 17.89 + 16.77}{6}$$

$$\text{w\%} = 21.22\%$$

Así, se obtuvo que el Límite Plástico fue igual a 21.22%. Los resultados de este ensayo también fueron tabulados en una tabla, quedando del siguiente modo:

TABLA XXIV
VALORES CALCULADOS DEL ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente número :	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Peso húmedo+Recipiente:	8	9	8.9	8.7	8	8.1
Peso seco + Recipiente:	7.8	8.4	8.3	8.1	7.7	7.8
Peso del recipiente:	6.03	6.12	6.02	6.01	6.02	6.01
Peso del Agua (Ww):	0.20	0.60	0.60	0.60	0.30	0.30
Peso de los sólidos (Ws):	1.77	2.28	2.28	2.09	1.68	1.79
Contenido de humedad:	11.30	26.32	26.32	28.71	17.89	16.77
Contenido de humedad Promedio:	***21.22***					

e) Índice de Plasticidad

Ya obtenidos el valor del Límite Líquido y el Límite Plástico, se procedió a determinar el Índice de Plasticidad, que no fue más que la resta del Límite Líquido y el Límite Plástico, como se muestra a continuación:

$$IP = LL - LP \qquad (23)$$

En donde,

IP **=** *Índice de Plasticidad.*

LL **=** *Límite Líquido.*

LP **=** *Límite Plástico.*

$$IP = LL - LP$$

$$IP = 22.72 - 21.22$$

$$IP = 1.50$$

f) Determinación del Tipo de Suelo

Una vez que se obtuvieron los resultados de los ensayos de Granulometría, Límite Líquido y Límite Plástico, se procedió a determinar el tipo de suelo trabajado según las Normativas AASHTO y SUCS.

Tabla 4.1 Clasificación de materiales de carreteras subrasantes

Clasificación general	**Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)**						
	A-1			**A-2**			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina		Limo o grava arcillosa y arena		
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						

Fig. 36. Determinación del tipo de suelo según la AASHTO

Como se observa en la Figura 36, el tipo de suelo trabajado resultó ser limo o grava arcillosa y arena, esto debido a los siguientes parámetros:

- El 27.30% de los materiales pasaron el tamiz #200 según el ensayo de Granulometría, por lo que resultaron materiales granulares y pertenecieron a la sección A-2-4.
- El valor del Límite Líquido fue igual a 22.72 por lo que entró dentro del rango de Límite Líquido igual a 40 máximo.
- El valor del Índice de Plasticidad fue igual a 1.50, por lo que entró dentro del rango de Índice de Plasticidad igual a 10 máximo.

Así mismo, se determinó el tipo de suelo con la gráfica de la SUCS:

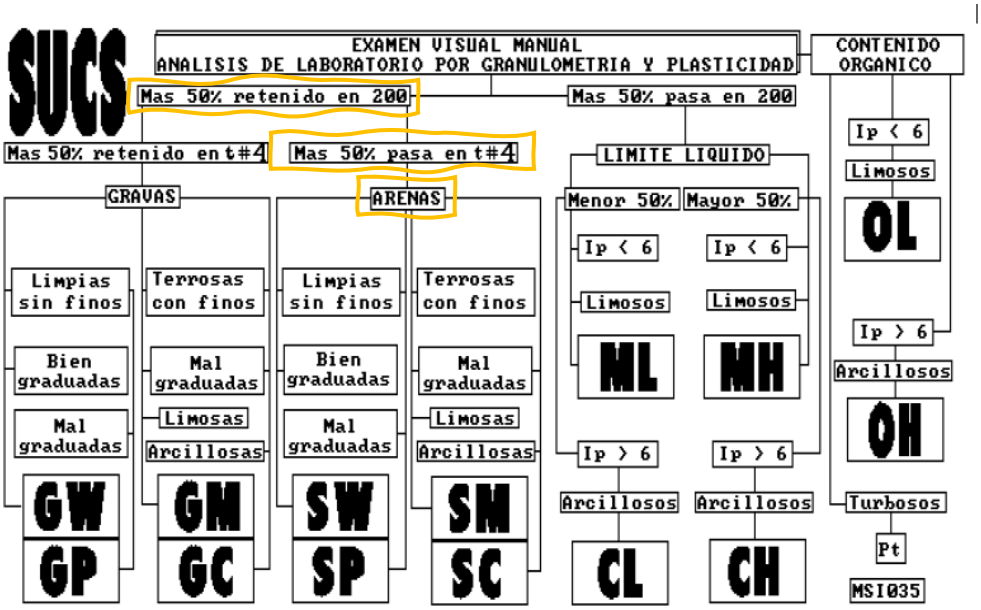


Fig. 37. Determinación del tipo de suelo según la SUCS 1

En cambio, como se observa en la Figura 37, el tipo de suelo trabajado resultó arena, esto debido a los siguientes parámetros:

- El 72.70% de los materiales se quedaron retenidos el tamiz #200 según el ensayo de Granulometría, por lo que resultaron materiales en donde más del 50% está retenido en el tamiz 200.
- El 89.69% de los materiales pasaron el tamiz #4 según el ensayo de Granulometría, por lo que son materiales en donde más del 50% pasa el tamiz 4.

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

[a] Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.
[b] Arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.
[c] $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$
[d] Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.
[e] Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

Fig. 38. Determinación del tipo de suelo según la SUCS 2

A su vez, como se observa en la Figura 38, el tipo de suelo trabajado resultó ser SP, esto debido a los siguientes parámetros:

- El 72.70% de los materiales se quedaron retenidos el tamiz #200 según el ensayo de Granulometría, por lo que resultaron materiales en donde más del 50% está retenido en el tamiz 200.
- El 89.69% de los materiales pasaron el tamiz #4 según el ensayo de Granulometría, por lo que son materiales en donde más del 50% pasa el tamiz 4.
- El valor de Coeficiente de Curvatura (Cc) fue de 0.49, que es un valor menor a 1.

En cuanto al suelo conocido como “SP”, la Figura 39 explica qué descripción fue:

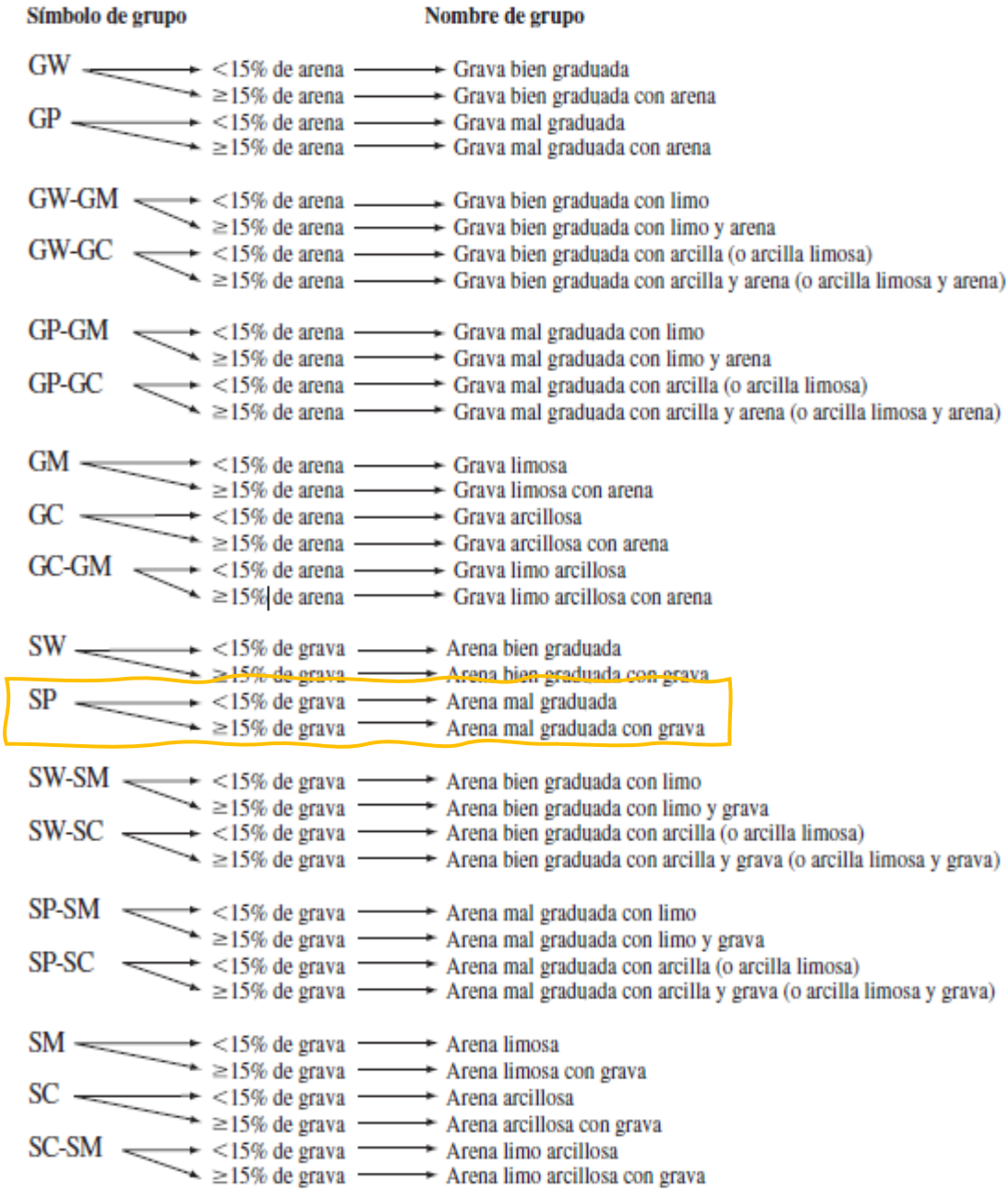


Fig. 39. Significado del tipo de suelo según la SUCS

Gracias a todas estas determinaciones, se concluyó que el suelo trabajo fue una Arena Arcillosa.

g) Proctor Modificado

Para el ensayo del Proctor Modificado, se recolectaron cuatro muestras de suelo que fueron tamizadas por el tamiz #4. Estas muestras tuvieron un secado seco, por lo que no fueron metidas en el horno antes de realizar el ensayo. Cada una de las muestras después de ser tamizadas tuvieron un peso de cinco mil gramos. [25]

En la realización del ensayo, se utilizaron bandejas en donde se depositaron las muestras de suelo, añadiendo cantidades de agua diferente en cada una de las cuatro muestras. La cantidad de agua dependió del resultado del ensayo de Contenido de Humedad natural del suelo. [25] En este caso, los porcentajes añadidos fueron igual a 6% para la primera muestra, 10% para la segunda, 14% para la tercera y 18% para la cuarta y última muestra. Estos porcentajes fueron en base a los 5000 gramos correspondientes para cada muestra.



Fig. 40. Pesaje de las muestras para el ensayo de Proctor Modificado



Fig. 41. Adición de los porcentajes de agua para el ensayo de Proctor Modificado

Una vez que se agregó el porcentaje indicado, se dividió a la muestra en cinco partes, como se aprecia en la siguiente figura:



Fig. 42. División de la muestra en el ensayo de Proctor Modificado

Esta división se realizó para llenar el cilindro ya ajustado en cinco capas y realizar 56 golpes con el martillo de 10 libras por cada capa. [25]

Al terminar la compactación, se procedió a tomar el peso del molde más el suelo húmedo. Cabe recalcar que el peso del molde también fue tomado con antelación. [25]

Ya que los pesos fueron tomados, se registraron los valores dentro de la siguiente tabla:

TABLA XXV
DATOS REGISTRADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES						
Número de golpes	56	**Altura de caída en plg**	18	**Peso del molde**	16692	gramos
Número de capas	5	**Peso del Martillo en lb**	10	**Volumen del Molde**	2120.58	cm^3
Peso inicial deseado	***5.000 gramos***	***5.000 gramos***		***5.000 gramos***	***5.000 gramos***	
PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO						
Ensayo número	***1***	***2***		***3***	***4***	
Humedad inicial añadida en %	6.00	10.00		14.00	18.00	
Peso del molde + suelo húmedo	20480.00	20700.00		20780.00	20800.00	

Ya registrados los datos, se procedió a calcular el peso del suelo húmedo restando cada uno de los pesos del molde más suelo húmedo menos el peso del molde que fue igual a 16692 gramos. [25] Siendo así, los resultados del peso del suelo húmedo fueron los siguientes:

TABLA XXVI
RESULTADOS PESO DEL SUELO HÚMEDO ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Ensayo número	***1***	***2***	***3***	***4***
Humedad inicial añadida en %	6.00	10.00	14.00	18.00
Peso del molde + suelo húmedo	20480.00	20700.00	20780.00	20800.00
Peso del suelo húmedo	3788.00	4008.00	4088.00	4108.00

Con el peso del suelo húmedo calculado, se procedió a determinar el peso volumétrico, utilizando la siguiente ecuación: [25]

$$PV = \frac{PSH}{VM} \qquad (24)$$

En donde,

PV = *Peso Volumétrico.*

PSH = *Peso del Suelo Húmedo.*

VM = *Volumen del Molde.*

Como ya se ha explicado con anterioridad, para fines prácticos se explicó de manera matemática únicamente los cálculos de la primera muestra, de la siguiente manera:

$$PV1 = \frac{PSH}{VM}$$

$$PV1 = \frac{3788}{2120.58}$$

$$PV1 = 1.786 \frac{gr}{cm^3}$$

Una vez calculados todos los pesos volumétricos, se tipearon los datos en la siguiente tabla:

TABLA XXVII
RESULTADOS DEL PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo número	***1***	***2***	***3***	***4***
Humedad inicial añadida en %	6.00	10.00	14.00	18.00
Peso del molde + suelo húmedo	20480.00	20700.00	20780.00	20800.00
Peso del suelo húmedo	3788.00	4008.00	4088.00	4108.00
Peso volumétrico en gr/cm^3	1.786	1.890	1.928	1.937

Después de que se pesaron los moldes o cilindros con el material húmedo, se tomaron recipientes pequeños cuyos pesos fueron tomados con anterioridad. Se tomó muestras del suelo húmedo tanto de la parte superior como de la parte inferior del cilindro para llenar estos recipientes con dicho material. Cabe recalcar que fueron tomados dos recipientes por cada muestra de suelo. [25]

Los pesos del peso húmedo más el recipiente fueron tomados para después colocar los recipientes en el horno y tomar el dato del peso seco más el recipiente. [25] Todos estos datos fueron registrados de la siguiente manera:

TABLA XXVIII
DATOS REGISTRADOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Recipiente número	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
Peso húmedo + recipiente Wm+rec	78.7	78.1	85.1	88.7	81.7	68.1	61.5	67.7
Peso seco + recipiente Ws+rec	71.6	70.8	73.8	77.3	69.8	58.4	51.4	56.8
Peso recipiente rec	9.7	7.6	7.5	10	7.6	7.2	7.5	7.5

Con estos datos los valores del Peso del Agua, Peso de los Sólidos y Contenido de Humedad fueron determinados del mismo que modo que se determinó en el ensayo de Contenido de Humedad y los ensayos de Límite Líquido y Límite Plástico, utilizando las ecuaciones 14, 15, 16 y 17 respectivamente.

Aplicando las fórmulas y cálculos respectivos, se tuvieron los resultados indicados en la Tabla XXIX.

TABLA XXIX
DATOS CALCULADOS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Recipiente número	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
Peso húmedo + recipiente Wm+rec	78.7	78.1	85.1	88.7	81.7	68.1	61.5	67.7
Peso seco + recipiente Ws+rec	71.6	70.8	73.8	77.3	69.8	58.4	51.4	56.8
Peso recipiente rec	9.7	7.6	7.5	10	7.6	7.2	7.5	7.5
Peso del agua Ww	7.10	7.30	11.30	11.40	11.90	9.70	10.10	10.90
Peso de los sólidos Ws	61.90	63.20	66.30	67.30	62.20	51.20	43.90	49.30
Contenido de humedad w%	11.47	11.55	17.04	16.94	19.13	18.95	23.01	22.11
Contenido de humedad promedio w%	11.51		16.99		19.04		22.56	
Peso volumétrico seco en gr/cm^3	1.602		1.616		1.619		1.581	

Sin embargo, para determinar el Peso Volumétrico Seco, se utilizó la siguiente ecuación: [25]

$$PVS = \frac{PV}{\frac{1 + w\%}{100}} \quad (25)$$

En donde,

***PVS** = Peso Volumétrico Seco.*

***PV** = Peso Volumétrico.*

***w%** = Contenido de humedad promedio.*

Como ya se ha explicado, para fines prácticos se explicó de manera matemática el cálculo del peso volumétrico seco solo de la primera muestra, así:

$$PVS1 = \frac{PV}{\frac{1 + w\%}{100}}$$

$$PVS1 = \frac{1.786}{\frac{1 + 11.51}{100}}$$

$$PVS1 = 1.602 \frac{gr}{cm^3}$$

Todos los resultados del peso volumétrico seco se encuentran en la Tabla XXIX.

Con los valores obtenidos, se elaboró la gráfica de la Máxima Densidad y Humedad Óptima, trazando una curva con los datos del Contenido de Humedad en el eje X y los datos del Peso Volumétrico Seco en el eje Y. [25]

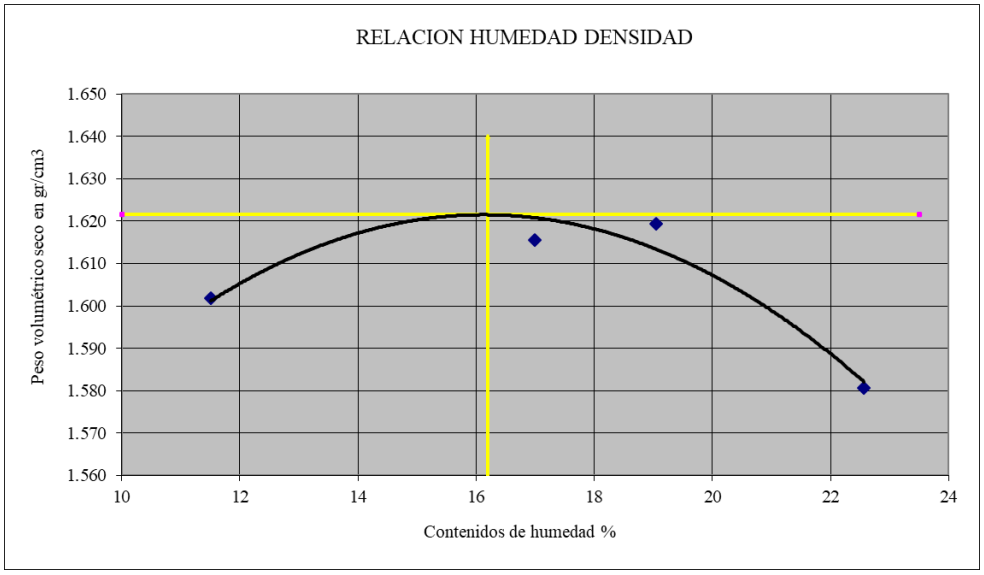


Fig. 43. Curva relación Humedad Densidad ensayo de Proctor Modificado

Con la gráfica trazada, se determinaron los valores de la Densidad Máxima y de la Humedad Óptima en base a la curva indicada en la Figura 43. [25]

Ambos valores se encontraron dentro del punto máximo de la curva, en el caso de la Densidad Máxima el valor está en el eje Y, mientras que el valor de la Humedad Óptima está en el eje X. De este modo, los valores determinados según la gráfica fueron los siguientes:

$$Densidad\ Máxima = 1.6215 \frac{gr}{cm^3}$$

$$Humedad\ Óptima = 16.20\%$$

Estos valores resultaron de suma importancia para la elaboración del ensayo de CBR, pues con la Humedad Óptima se supo el porcentaje necesario de agua para ser agregado en el siguiente ensayo, mientras que el valor de la Densidad Máxima ayudó a determinar el valor del CBR como tal.

h) CBR

Como ya se mencionó, para el ensayo de CBR se utilizó el valor de 16.20% como el porcentaje de agua que se añadió a las muestras. En este ensayo, se ensayaron tres muestras de 5000 gramos cada una, igualmente tamizadas por el tamiz #4. [26]

La diferencia de este ensayo con el de Proctor Modificado es que en el ensayo de CBR se hicieron 11 golpes en la primera muestra, 27 golpes en la segunda y 56 en la tercera. De ahí, los cálculos fueron prácticamente los mismos, obteniendo los siguientes valores:[26]

TABLA XXX
DATOS DEL MOLDE ENSAYO CBR

Molde Nº	***11***	***1***	***9***
Nº de Capas	5	5	5
Nº de Golpes	***11***	***27***	***56***
Suelo húmedo + molde (gr)	13560.00	13800.00	12460.00
Masa de Molde (gr)	9500.00	9560.00	8240.00
Masa de suelo húmedo (gr)	4060.00	4240.00	4220.00
Volumen Muestra ($cm^{3)}$	2246.89	2246.89	2203.01
Peso Unitario Hum (gr/cm3)	1.807	1.887	1.916

Cabe indicar que el peso unitario se determinó dividiendo la masa del suelo húmedo por el volumen de la muestra.

Para determinar el contenido de humedad se siguieron exactamente los mismos pasos y cálculos que en el ensayo de Proctor Modificado, obteniendo los siguientes resultados:

TABLA XXXI
DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ENSAYO CBR

	Arriba	**Abajo**	**Arriba**	**Abajo**	**Arriba**	**Abajo**
Nº Recipiente	***03***	***07***	***I***	***E2***	***T11***	***05***
Masa recipiente (gr)	7.60	7.50	9.90	9.60	7.10	7.60
Masa de suelo húmedo + recipiente (gr)	75.40	80.50	85.80	84.80	68.80	79.10
Masa de suelo seco + recipiente (gr)	62.70	66.70	71.30	70.40	57.30	65.90
Masa de agua Ww (gr)	12.70	13.80	14.50	14.40	11.50	13.20
Masa de suelo seco Ws (gr)	55.10	59.20	61.40	60.80	50.20	58.30
Contenido de humedad (W%)	23.05	23.31	23.62	23.68	22.91	22.64
W Promedio (%)	23.18		23.65		22.77	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.47		1.53		1.56	

Después de este paso, se dejaron los cilindros en remojo dentro de las áreas determinadas por el laboratorio de suelos de la universidad por un lapso de tres días. A partir de ahí, se tomaron los datos después de la saturación y se tabularon del siguiente modo: [26]

TABLA XXXII
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN ENSAYO CBR

Suelo húmedo + molde (gr)	13720.00	13860.00	12340.00
Masa de Molde (gr)	9500.00	9560.00	8240.00
Masa de suelo húmedo (gr)	4220.00	4300.00	4100.00
Masa de agua absorbida (gr)	160.00	60.00	-120.00
% Agua absorbida	3.94	1.42	-2.84
Peso Unitario Hum (gr/cm3)	1.88	1.91	1.86

En este caso, la Masa del Suelo Húmedo fue determinado restando el suelo húmedo más molde y la masa del molde. La Masa de Agua Absorbida fue determinada restando la masa de suelo húmedo antes del remojo y la masa de suelo húmedo después del remojo. El Porcentaje de Agua Absorbida fue determinado dividiendo la masa de agua absorbida por la masa de suelo húmedo antes del remojo y multiplicando por 100. El Peso Unitario Húmedo fue determinado dividiendo la masa de suelo húmedo después del remojo por el volumen de muestra antes del remojo. [26]

Después de tomar estos valores, se repitió el mismo proceso para determinar el contenido de humedad, tomando pesos del suelo húmedo y, después de haber dejado en el horno, los pesos del suelo seco junto con las ecuaciones respectivas. Los resultados del contenido de humedad después del remojo fueron los siguientes:

TABLA XXXIII
DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUÉS DEL REMOJO ENSAYO CBR

Nº Recipiente	***03***	***07***	***I***	***E2***	***T11***	***05***
Masa recipiente (gr)	7.60	7.50	9.90	9.60	7.10	7.60
Masa de suelo húmedo + recipiente (gr)	75.40	80.50	85.80	84.80	68.80	79.10
Masa de suelo seco + recipiente (gr)	62.70	66.70	71.30	70.40	57.30	65.90
Masa de agua Ww (gr)	12.70	13.80	14.50	14.40	11.50	13.20
Masa de suelo seco Ws (gr)	55.10	59.20	61.40	60.80	50.20	58.30
Contenido de humedad (W%)	23.05	23.31	23.62	23.68	22.91	22.64
W Promedio (%)	23.18		23.65		22.77	

Una vez obtenidos todos los datos, se procedió a ensayar los tres cilindros en la máquina de CBR del laboratorio de suelos para grabar un video con el teléfono celular y poder registrar los datos de los diales de la siguiente manera:

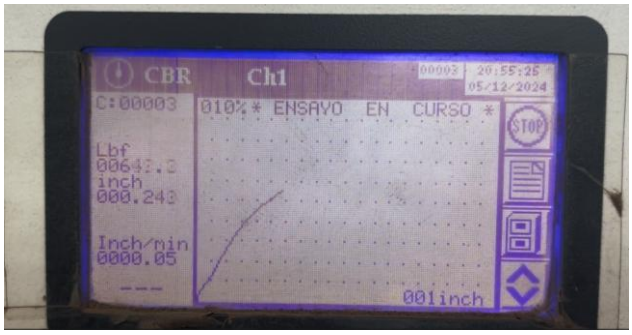


Fig. 44. Anotación de datos del ensayo de CBR

TABLA XXXIV DATOS DEL ENSAYO DE CBR

Máquina de compresión simple	Área del piston=3 plg		Vel Carga=1.27 mm/min			
Molde Nº	***11***		***1***		***9***	
Nº de Golpes	***11***		***27***		***56***	
Penetración (plg)	**Dial**	**Presión lb/plg2**	**Dial**	**Presión lb/plg2**	**Dial**	**Presión lb/plg2**
0.000	0	0	0	0	0	0
0.025	89.8	29.93	103.8	34.60	133.6	44.53
0.050	149.8	49.93	233.6	77.87	303.6	101.20
0.075	235.7	78.57	376.3	125.43	463.5	154.50
0.100	**311.7**	**103.90**	**453.3**	**151.10**	**635.6**	**211.87**
0.150	472.4	157.47	683.4	227.80	973.0	324.33
0.200	**636.1**	**212.03**	**913.8**	**304.60**	**1158.8**	**386.27**
0.250	851.2	283.73	1153.8	384.60	1463.0	487.67
0.350	1204.7	401.57	1695.0	565.00	1953.2	651.07
0.400	1375.2	458.40	1863.8	621.27	2075.0	691.67
0.500	1819.3	606.43	2206.6	735.53	2411.4	803.80

La presión fue determinada para todos valores dividiendo el valor dado por el dial por el valor de 3 que es el área del pistón. [26]

Por consiguiente, se realizó la gráfica de Esfuerzo – Penetración trazando los valores de la penetración en el eje X y los valores de las presiones en el eje Y, de la siguiente manera:

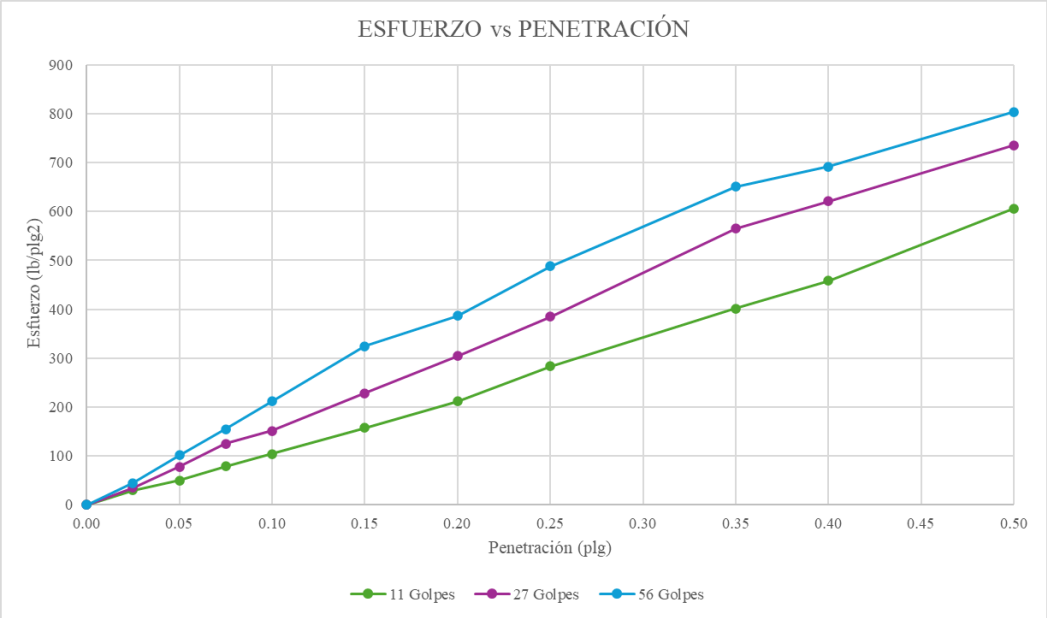


Fig. 45. Gráfica Esfuerzo vs Penetración ensayo CBR

Después, se tomaron los datos de las presiones en las penetraciones de 0.100 y 0.200, determinando los valores de CBR, como se muestra a continuación:

TABLA XXXV
DATOS DE PRESIÓN Y CBR REFERENTE A LOS VALORES 0.100 Y 0.200

Molde Nº	Presión lb/plg2	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión lb/plg2	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
11	103.90	10.39	1.467	212.03	14.14	1.467
1	151.10	15.11	1.526	304.60	20.31	1.526
9	211.87	21.19	1.560	386.27	25.75	1.560

Los primeros valores de Presión fueron referente a la penetración 0.100, mientras que los segundos fueron pertenecientes a la penetración 0.200. El primer valor de CBR (0.1 pulgadas) se determinó multiplicando al valor de la primera presión por cien y dividiendo para mil. El segundo calor de CBR (0.2 pulgadas) se calculó multiplicando al valor de la segunda presión

por cien y dividiendo para mil quinientos. El valor de la densidad seca fue igual a los valores del peso unitario seco antes del remojo. [26]

Con los valores del CBR de 0.1 pulgadas y de 0.2 pulgadas en el eje Y así como de las densidades secas en el eje X, se trazó la siguiente gráfica:

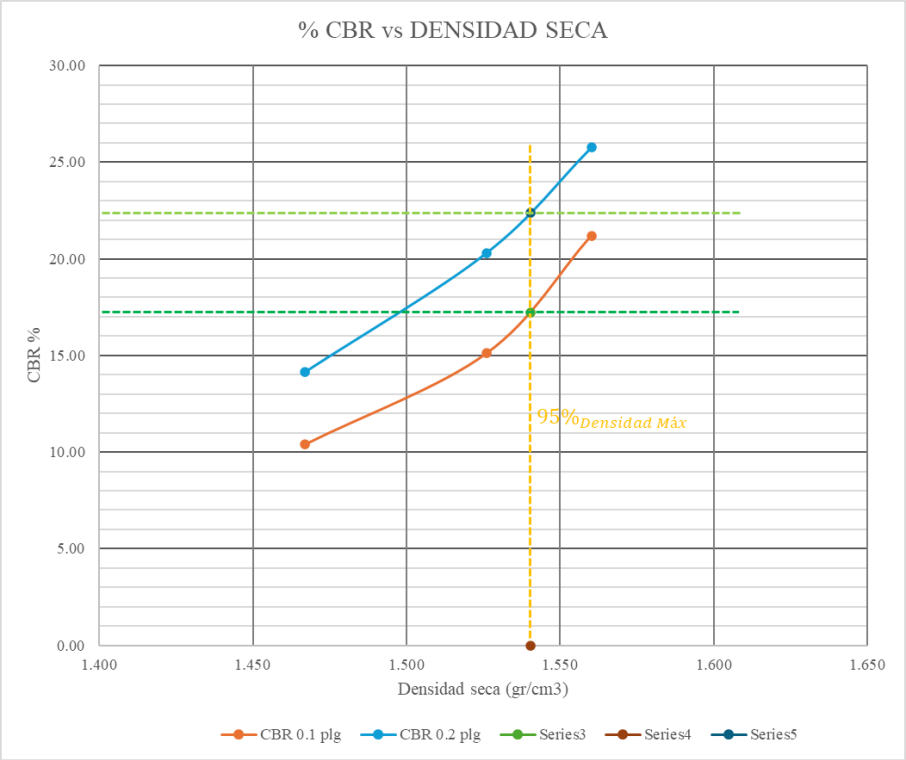


Fig. 46. Gráfica %CBR vs Densidad Seca

Con el valor de la Densidad Máxima que se había determinado en el ensayo de Proctor Modificado, se procedió a determinar el 95% de dicha densidad, de la siguiente manera: [26]

$$95\%\ Densidad\ Máxima = 0.95 * 1.6215$$

$$95\%\ Densidad\ Máxima = 1.540 \frac{gr}{cm^3}$$

Con el valor de 1.540 gr/cm3, se trazó una línea longitudinal en la gráfica y se anotaron los valores en donde chocó dicha línea con las curvas trazadas. En el caso del CBR de 0.1 pulgadas el valor fue de 17.20, mientras que en el del CBR de 0.2 pulgadas el valor fue de 22.40. De estos dos valores, se tomó el mayor como el valor final del %CBR, teniendo un valor igual a 22.40.

C. TERCERA FASE

6) Diseño del Pavimento

Primeramente, se debe aclarar que el Diseño del Pavimento se lo realizó debido al estado en el que se encontró el pavimento según el análisis del Índice de Condición del Pavimento. Para ello, se determinaron varios factores que se clasificaron de la siguiente manera:

- Estudio de Tráfico

En este apartado, se registraron los valores del total de vehículos transitados según el tipo de vehículos presentes en el conteo vehicular para el TPDA. Todos los valores fueron tomados de los registros del conteo manual de vehículos en la etapa del Tráfico Promedio Diario Anual. [27]

TABLA XXXVI
VALORES REGISTRADOS DEL CONTEO DE VEHÍCULOS DISEÑO DEL PAVIMENTO

TIPO DE VEHÍCULO	CÓDIGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	VALOR TPDS
Automóviles	AC	233	369	240	237	353	326	256	288
Camionetas	AP	237	551	234	215	546	534	243	366
Buses	B3-1	23	23	25	30	27	18	25	25
Camiones Livianos	C2	66	102	69	62	106	96	70	82
Camiones Medianos	C3	17	44	13	15	38	40	9	26
Camiones de 3 ejes	T2S1	4	21	6	5	11	15	5	10
								TPDA =	797

El valor de “TPDS” no fue más que el promedio de cada uno de los vehículos, mientras que el TPDA se determinó sumando todos los valores de TPDS. [27]

Ya con esos valores establecidos, se procedió a registrar otros valores dentro de la siguiente tabla:

TABLA XXXVII
DATOS PRELIMINARES NECESARIOS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) =	797.00	veh/día
Tasa de Crecimiento (r%) =	**3.23**	%
Período de Diseño (t) =	20.00	años
CBR =	22.40	%
CBR Sub Base (Cantera A) =	**30.00**	**%**
CBR Base (Cantera B) =	**80.00**	**%**
Módulo Elástico C° Asfáltico =	400000.00	PSI
Tipo de Material (Suelo) =	Granular	

El valor de la tasa de Crecimiento se determinó del siguiente modo:

Primeramente, de los datos totales registrados del conteo vehicular, se realizó una tabulación de datos en los que se determinó la composición del tráfico por día, de la siguiente manera:

TABLA XXXVIII
COMPOSICIÓN POR DÍA DEL TRÁFICO VEHICULAR

	LIVIANOS			**BUSES**			**CAMIONES**					
							CAMIONES 2 EJES					
	AUTOMOVIL	**CAMIONETA**	**MOTOS**	**LIVIANOS**	**MEDIANOS**	**PESADOS**	**LIVIANOS**	**MEDIANOS**	**3 EJES**	**> 3 EJES**	**OTROS**	**TOTAL**
DIA 1	233	237	24	15	8	0	66	17	4	0	6	
	494			23			87				6	
	80.98			***3.77***			***14.26***				***0.98***	**610**
DIA 2	369	551	33	12	11	0	102	44	21	2	8	
	953			23			169				8	
	82.65			***1.99***			***14.66***				***0.69***	**1153**
DIA 3	240	234	29	18	7	0	69	13	6	0	5	
	503			25			88				5	
	81.00			***4.03***			***14.17***				***0.81***	**621**
DIA 4	237	215	28	25	5	0	62	15	5	0	4	
	480			30			82				4	
	80.54			***5.03***			***13.76***				***0.67***	**596**
DIA 5	353	546	29	14	13	0	106	38	11	0	6	
	928			27			155				6	
	83.15			***2.42***			***13.89***				***0.54***	**1116**
DIA 6	326	534	30	10	8	0	96	40	15	1	9	
	890			18			152				9	
	83.26			***1.68***			***14.22***				***0.84***	**1069**
DIA 7	256	243	27	20	5	0	70	9	5	1	1	
	526			25			85				1	
	82.57			***3.92***			***13.34***				***0.16***	**637**
PROMEDIO	**82.02**			**3.26**			**14.04**				**0.67**	

Dentro de la Composición vehicular, los valores dentro del casillero correspondiente a "TOTAL" se determinaron sumando los valores totales por día de los vehículos livianos, los buses, los camiones y otros. A su vez, los valores que se encuentran en cursiva dentro de la TABLA XXXVIII, fueron determinados dividiendo al valor total del tipo de vehículo sobre el valor total de todos los vehículos y multiplicándolo por 100, determinando así los porcentajes

de la composición vehicular por cada uno de los días. Para fines de mayor comprensión, los porcentajes del primer día se pueden evidenciar en la siguiente figura:

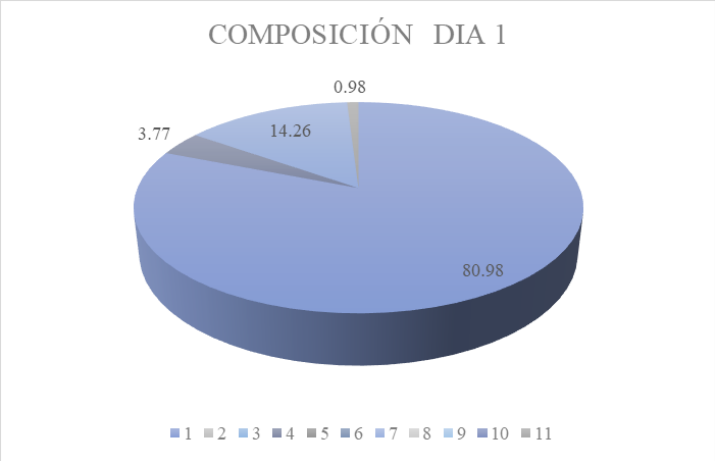


Fig. 47. Composición vehicular Día 1 - Diseño del Pavimento

Los valores promedios determinados en la Tabla XXXVIII fueron necesarios para determinar el valor de la Tasa de Crecimiento. Pero antes, se tomaron en cuenta los valores de la Tasa de Crecimiento de Tráfico demostrados en la siguiente tabla: [14]

TABLA XXXIX
VALORES DE TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO

Tasa de Crecimiento de Tráfico					
Tipo de Vehículo	**Período**				
	2010 - 2015	**2015 - 2020**	**2020 - 2025**	**2025 - 2030**	**2030 - 2035**
Liviano	4.47	3.97	3.57	3.25	3.25
Bus	2.22	1.97	1.78	1.62	1.62
Camión	2.18	1.94	1.74	1.58	1.58

Nota: Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones, 2018

En el caso de este proyecto, como el estudio se realizó en el año 2024, se tomaron los valores dentro del rango del año 2020 al 2025, siendo iguales a 3.57 para Vehículos Livianos, 1.78 para Buses y 1.74 para Camiones.

Después, se tabularon los datos de los porcentajes de la Composición Vehicular y de la Tasa de Crecimiento de Tráfico para determinar los valores del Porcentaje de Tasa de Crecimiento, así como de la Tasa Promedial que no fue más que la suma de los valores del Porcentaje de Tasa de Crecimiento, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA XL
VALORES DE LA TASA DE CRECIMIENTO

TIPOS DE VEHÍCULOS	PORCENTAJE %	TASA CRECIMIENTO 2020-2025	% TASA DE CRECIMIENTO
LIVIANOS	82.02	3.57	2.93
BUSES	3.26	1.78	0.06
PESADOS	14.04	1.74	0.24
TASA PROMEDIAL (r) =			**3.23**

El Porcentaje de la Tasa de Crecimiento se determinó utilizando la siguiente ecuación: [14]

$$\%\,TC = \frac{\%CV * TCt}{100} \quad (26)$$

En donde,

***%TC** = Porcentaje de la Tasa de Crecimiento.*

***%CV** = Porcentaje de la Composición Vehicular.*

***TCt** = Tasa de Crecimiento de Tráfico.*

Siguiendo la ecuación 26, se determinaron todos los valores del Porcentaje de la Tasa de Crecimiento y, como ya se mencionó, el valor de la Tasa Promedial (r) fue la suma de estos tres valores ya mencionados teniendo un valor igual a 3.23. [14]

Continuando con la Tabla XXXVII, el valor del Período de Diseño (t) se determinó utilizando la siguiente tabla: [27]

TABLA XLI
PERÍODOS DE ANÁLISIS PARA EL PERÍODO DE DISEÑO

Tipo de camino	Período de análisis
Gran volumen de tránsito urbano	30 - 50 años
Gran volumen de tránsito rural	20 - 50 años
Bajo volumen pavimentado	15 - 25 años

Nota: Diseño de Pavimentos (AASHTO-93), 2006

En base a la Tabla XLI y los cálculos realizados del TPDA, se optó por un valor de 20 años para el Período de Diseño debido a que el área en donde se realizó el proyecto se trata de una zona rural.

De igual manera, continuando con la Tabla XXXVII, el valor del CBR fue tomado del ensayo con el mismo nombre. Cabe aclarar que la Normativa AASHTO 93 dicta que el CBR de diseño, para el Diseño del Pavimento, debe ser calculado siguiendo una secuencia respectiva. [27] Sin embargo, en el caso de este proyecto solo se realizó el ensayo CBR de una muestra de suelo para ahorrar tiempo, por lo que no se tuvieron más datos de CBR con los que determinar el valor del CBR de diseño según la Normativa.

Para continuar con la Tabla XXXVII, los valores del CBR Sub-Base y CBR Base fueron determinados con valores mínimos establecidos por la Norma, así como el valor del Módulo Elástico Asfáltico que es un valor preestablecido utilizando la Figura 48. [27]

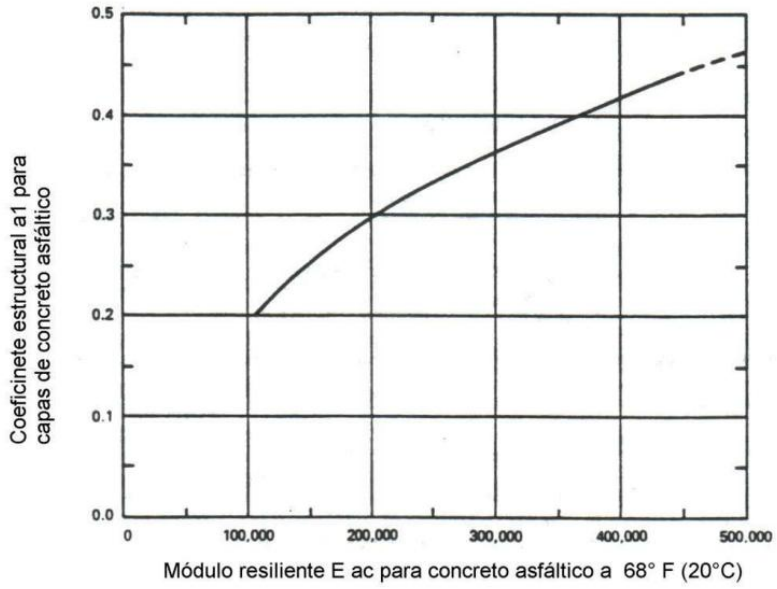


Fig. 48. Gráfico para determinar el coeficiente estructural de capas asfálticas en función del módulo resiliente

El tipo de material del suelo que se trabajó, como se pudo observar en los resultados de los ensayos de Granulometría y Límites de Atterberg, fue igual a un suelo de tipo Granular.

- Determinación del Número de Ejes Sencillos Equivalentes (ESAL’s)

Para el cálculo del Número de Ejes Sencillos Equivalentes, se tomaron en cuenta todos los tipos de vehículos que circularon en el conteo vehicular, tomando en consideración los pesos en cada uno de los ejes, así como considerando los Ejes Simples, ejes Tandem y, si fuese el caso, los Ejes Tridem. Este tipo de ejes, hacen alusión al número de neumáticos en los que está representado un peso según la norma, como se muestran en la siguiente figura: [27]

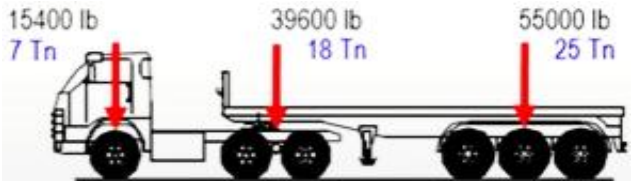


Fig. 49. Demostración de Eje Simple, Eje Tandem y Eje Tridem

Con los pesos y tipos de ejes, se determinaron los valores de Factores de equivalencia de Carga gracias a la siguiente figura: [27]

Carga bruta por eje		Factores de equivalencia de Carga		
KN	lb	Ejes Simples	Ejes Tandem	Ejes Tridem
4.45	1,000	0.00002		
8.9	2,000	0.00018		
17.8	4,000	0.00209	0.0003	
26.7	6,000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8,000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10,000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12,000	0.189	0.014	0.003
62.3	14,000	0.360	0.027	0.006
71.2	16,000	0.623	0.047	0.011
80.0	18,000	1.000	0.077	0.017
89.0	20,000	1.51	0.121	0.027
97.9	22,000	2.18	0.180	0.040
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109
133.4	30,000	6.97	0.658	0.145
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246
160.1	36,000	13.93	1.38	0.313
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487
187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
213.5	48,000	44.50	4.17	1.033
222.4	50,000	52.88	4.86	1.22
231.3	52,000		5.63	1.43
240.2	54,000		6.47	1.66
249.0	56,000		7.41	1.91
258.0	58,000		8.45	2.20
267.0	60,000		9.59	2.51
275.8	62,000		10.84	2.85
284.5	64,000		12.22	3.22
293.5	66,000		13.73	3.62
302.5	68,000		15.38	4.05
311.5	70,000		17.19	4.52
320.0	72,000		19.16	5.03
329.0	74,000		21.32	5.57
338.0	76,000		23.66	6.15
347.0	78,000		26.22	6.78
356.0	80,000		29.0	7.45
364.7	82,000		32.0	8.20
373.6	84,000		35.3	8.90
382.5	86,000		38.8	9.80

Fig. 50. Factores Equivalentes de Carga Diseño del Pavimento

Los valores de toneladas y/o libras que no se encontraron en la Figura 50 se determinaron a través de interpolaciones.

Sabiendo esto, se tuvo en cuenta que la carretera estudiada contaba con únicamente dos carriles, por lo que se utilizaron las siguientes tablas para determinar el Factor de Dirección y el Factor de Distribución: [27]

TABLA XLII
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN

# de Carriles de una dirección	Factor de Distribución
1	100
2	100 - 80
3	80 - 60
4	75 - 50

Nota: Diseño de Pavimentos (AASHTO-93), 2006

TABLA XLIII
FACTOR DE DIRECCIÓN

# de Carriles de dos direcciones	Factor de Dirección
2	50
4	45 [35 - 48]
6 o +	40 [25 - 48]

Nota: Diseño de Pavimentos (AASHTO-93), 2006

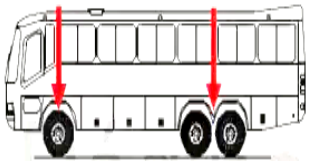
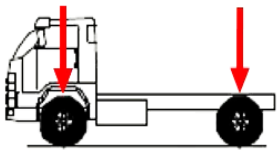
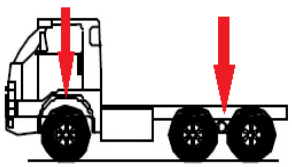
Gracias a las Tablas XLII y XLIII, se determinó que el Factor de Distribución fue igual a 100% y el Factor de Dirección fue igual a 50%, pues la carretera estudiada cuenta con un carril de una dirección por cada lado y dos carriles de dos direcciones en total.

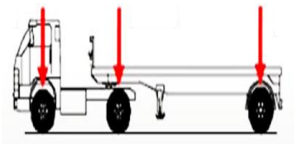
Después, se tabularon los datos del número de vehículos por día según el TPDA y se multiplicaron dichos datos por el valor de 365 para obtener el valor del número de vehículos por año. [27]

A su vez, se determinó el valor del Factor de Camión sumando todos los Factores de Equivalencia de Carga correspondientes a cada uno de los tipos de vehículos registrados, tomando en cuenta los tipos de ejes y pesos respectivos. [27]

El Número de Ejes Sencillos Equivalentes se determinó multiplicando los valores que se muestran en la Tabla XLIV.

TABLA XLIV
VALORES DETERMINADOS PARA EL NÚMERO DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES

CÓDIGO DE VEHÍCULO	TREN DE CARGAS	# Veh/día	# Veh/año	Factor de Dirección	Factor de Distribución	Factor de Crecimiento	Factor Camión	# de ESAL's
AC	2200 lb 1 Tn; 2200 lb 1 Tn  **fc =** 0.000371; **fc =** 0.000371	288	105120	50%	100%	27.51	0.000742	1072.845
AP	2200 lb 1 Tn; 2200 lb 1 Tn  **fc =** 0.000371; **fc =** 0.000371	366	133590	50%	100%	27.51	0.000742	1363.407
B3-1	15400 lb 7 Tn; 35200 lb 16 Tn  **fc =** 0.5441; **fc =** 1.266	25	9125	50%	100%	27.51	1.8101	227186.806
C2	15400 lb 7 Tn; 24200 lb 11 Tn  **fc =** 0.5441; **fc =** 3.136	82	29930	50%	100%	27.51	3.6801	1515004.776
C3	15400 lb 7 Tn; 39600 lb 18 Tn  **fc =** 0.5441; **fc =** 2.004	26	9490	50%	100%	27.51	2.5481	332606.204
T2S1	15400 lb 7 Tn; 24200 lb 11 Tn; 24200 lb 11 Tn	10	3650	50%	100%	27.51	6.8161	342197.23

										
	fc =	0.5441	3.136							
							TOTAL de # de ESAL's =			2,419,431.26

El Factor de Crecimiento se determinó utilizando la siguiente ecuación: [27]

$$Fcr = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad (27)$$

En donde,

***Fcr** = Factor de Crecimiento.*

***r** = Tasa de Crecimiento (%).*

***n** = Período de Diseño.*

Siendo así, los valores del Número de Ejes Sencillos Equivalentes fueron determinados multiplicando el Número de Vehículos por Año, por el Factor de Dirección, por el Factor de Distribución, por el Factor de Crecimiento y por el Factor de Camión. Así mismo, el valor total del Número de Ejes Sencillos Equivalentes no fue más que la suma de todos los valores ya mencionados, teniendo un valor igual a 2419431.26. [27]

- Determinación del Nivel de Confiabilidad (R)

Para la obtención de este valor se utilizó la siguiente tabla:

TABLA XLV
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONFIABILIDAD

TIPO DE CAMINO	**CONFIABILIDAD RECOMENDADA**	
	ZONA URBANA	**ZONA RURAL**
Rutas interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Artérias Principales	80-99	75-85
Colectoras	**80-95**	**75-95**
Locales	50-80	50-80

Nota: Diseño de Pavimentos (AASHTO-93), 2006

En el caso de este proyecto, al tratarse de una vía Colectora, se tomó el valor de 95 pues es el valor más crítico en la zona rural.

- Determinación del Valor de Desviación Normal Estándar (Zr)

Para obtener este valor, se utilizó la Tabla XLVI. [27]

TABLA XLVI
RELACIÓN DE CONFIABILIDAD Y EL VALOR DE ZR

Confiabilidad R, %	**Desviación normal estándar Zr**
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

Nota: Diseño de Pavimentos (AASHTO-93), 2006

Al tener un valor del Nivel de Confiabilidad igual a 95, el valor de la Desviación Normal Estándar fue igual a 1.645.

- Determinación del Valor de la Desviación Estándar Total (So)

Según la Normativa AASHTO 93, los Pavimentos Flexibles tienen un valor de Desviación Estándar Total entre 0.40 y 0.50, por lo que se tomó un valor promedio igual a 0.45. [27]

- Determinación del Índice de Serviciabilidad Inicial y Final (D PSI)

Para este paso, se utilizó el valor de 4.20 para el Índice de Serviciabilidad Inicial (Po), puesto que es el valor estándar establecido por la AASHTO 93 para pavimentos flexibles. [27]

A su vez, en la normativa se encontraron diferentes valores para el Índice de Serviciabilidad Final (Pf) dependiente del tipo de carretera. Para Carreteras Principales, el valor está entre 2.5 a 3, para Carreteras con Clasificación Menor el valor es 2 y para Carreteras Relativamente

Mayores el valor es 1.5. [27] En el caso de este proyecto, se utilizó un valor estimado de 2.7 como el Índice de Serviciabilidad Final (Pf).

Con estos valores determinados, se calculó la Pérdida de Serviciabilidad (D PSI), restando los valores del Índice de Serviciabilidad Inicial menos el Final, del siguiente modo: [27]

$$D\ PSI = 4.2 - 2.7$$

$$D\ PSI = 1.5$$

- Determinación de los Módulos Resilientes, Módulos Elásticos y Coeficientes de Capa (a)

La Normativa AASHTO 93, indica que para determinar el valor del Módulo Resiliente de la Subrasante para Materiales Granulares se debe utilizar la siguiente ecuación: [27]

$$Mr(Subrasante) = 4326\ Ln\ CBR + 241 \qquad (28)$$

Utilizando la Ecuación 28, se tuvo un Módulo Resiliente de subrasante igual a 13690.80 PSI.

Para la determinación del Módulo resiliente de la Sub-Base, se usó la siguiente Figura: [27]

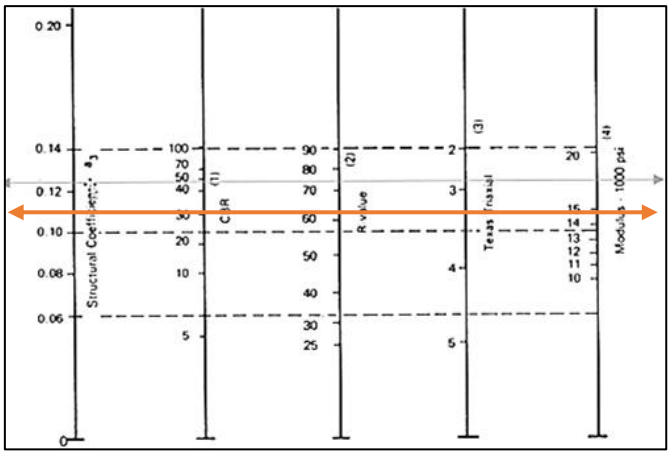


Fig. 51. Coeficiente de Capa y Módulo de Resiliencia para Sub-Base

Al haber optado un valor de 30 para el CBR de la Sub-Base, se trazó una línea transversal en la gráfica, obteniendo un valor de 0.11 para el Coeficiente Estructural (a3) y 15000 para el Módulo Resiliente de la Sub-Base.

En cambio, para determinar el valor del Módulo Resiliente de la Base, se utilizó la siguiente figura: [27]

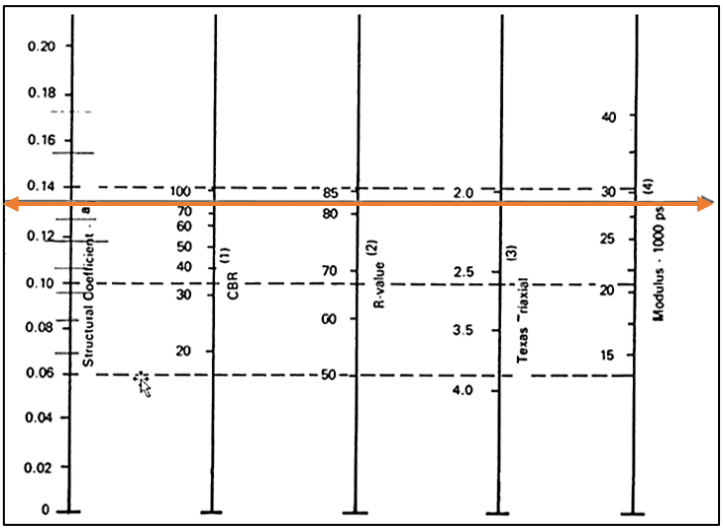


Fig. 52. Coeficiente de Capa y Módulo de Resiliencia para Base

En cambio, al haber optado un valor de 80 para el CBR de la Base, se trazó una línea transversal en la Figura 52, obteniendo un valor de 0.135 para el Coeficiente Estructural (a2) y 28450 para el Módulo Resiliente de la Sub-Base.

Por último, para determinar el valor del Coeficiente Estructural Asfáltico se utilizó la siguiente Figura: [27]

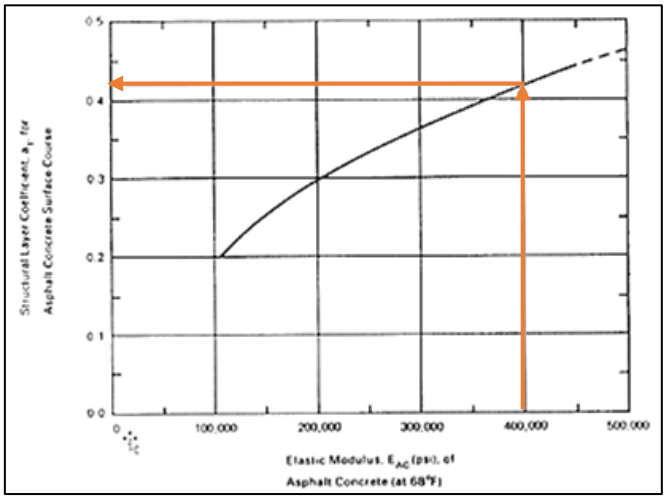


Fig. 53. Coeficiente de Capa para C° Asfáltico, según Módulo Elástico

Al tener el valor preestablecido de 400000 PSI, se trazó dos líneas como se observa en la Figura 53, obteniendo un valor de 0.417 para el Coeficiente Estructural Asfáltico (a1).

- Determinación de los Coeficientes de Drenaje (m)

Para determinar los coeficientes de drenaje, se utilizaron las siguientes tablas: [27]

TABLA XLVII
TIEMPOS DE DRENAJE RECOMENDADOS POR AASHTO

Calidad de drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	Más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

Nota: Diseño de Pavimentos (AASHTO-93), 2006

TABLA XLVIII
COEFICIENTES DE DRENAJE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	**1.25-1.05**	**1.15-1.15**	**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

Nota: Diseño de Pavimentos (AASHTO-93), 2006

En el caso de este proyecto, se optó por una calidad de drenaje Regular y se tomó el mayor valor dentro de este rango para los Coeficientes de Drenaje (m2 y m3) siendo ambos igual al valor de 0.8.

- Determinación de los Números Estructurales (SN)

Para determinar estos valores, se utilizó la siguiente Figura:

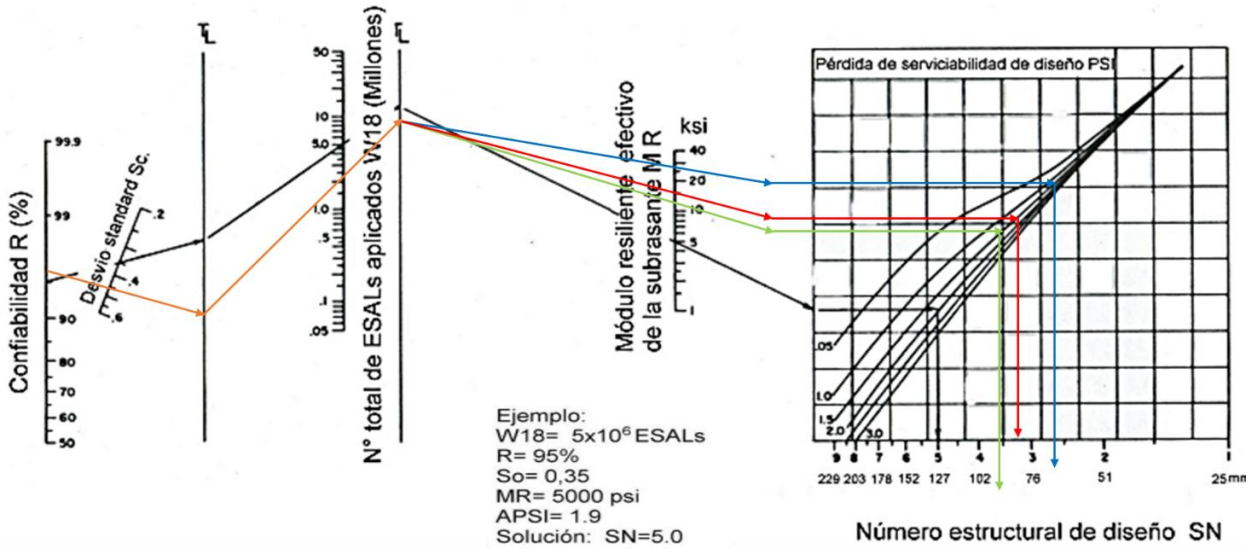


Fig. 54. Nomograma para el Cálculo de los Números Estructurales (SNs)

Con el valor de Confiabilidad igual a 95%, la Desviación Estándar igual a 0.45 y el Número de Ejes Sencillos Equivalentes igual a 2419431.26, se trazaron proyectos en la Figura 54 en donde el Módulo Resiliente de la Subrasante fue trazado de color verde, el de la Sub-Base de color rojo y el de la Base de color azul, teniendo en cuenta, además, que el valor de la Pérdida de Serviciabilidad fue igual a 1.5.

Con estos datos establecidos, se tuvieron los valores del Número Estructural de Diseño siguientes: SN1=3.5 (Color verde), SN2=3.25 (Color rojo) y SN1=2.7 (Color azul).

Los resultados necesarios para la determinación de Espesores se presentaron en forma de resumen en la siguiente Tabla:

TABLA XLIX
VALORES NECESARIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPESORES

Números estructurales		**Coeficientes de Capa**		**Coeficientes de Drenaje**	
SN3 =	3.5	**a_3 =**	0.110	**m_2 =**	0.8
SN2 =	3.25	**a_2 =**	0.135	**m_3 =**	0.8
SN1 =	2.7	**a_1 =**	1.417		

- Determinación de la Carpeta Asfáltica (D1)

Para determinar el valor de D1, se utilizó la siguiente ecuación: [27]

$$D_1 = \frac{SN1}{a_1} \quad (29)$$

$$D_1 = \frac{2.7}{1.417}$$

$$D_1 = 1.91" \approx 2"$$

De igual manera, para determinar el Número Estructural de Diseño Corregido (SN1c), se utilizó la siguiente ecuación: [27]

$$SN1_c = a_1 * D_1 \quad (30)$$

$$SN1_c = 1.417 * 2$$

$$SN1_c = 2.83"$$

- Determinación de la Base (D2)

A su vez, para calcular el valor de D2, se utilizó la siguiente ecuación: [27]

$$D_2 = \frac{SN2 - SN1c}{a_2 * m_2} \quad (31)$$

$$D_2 = \frac{3.25 - 2.83}{0.135 * 0.8}$$

$$D_2 = 3.85" \approx 4"$$

También, para calcular el Número Estructural de Diseño de la Base (SNbase), se utilizó la siguiente ecuación: [27]

$$SN_{base} = a_2 * D_2 * m_2 \quad (32)$$

$$SN_{base} = 0.135 * 4 * 0.8$$

$$SN_{base} = 0.43"$$

Por otro lado, para calcular el Número Estructural de Diseño Corregido (SN2c), se utilizó la siguiente ecuación: [27]

$$SN2_c = SN_{base} + SN1_c \quad (33)$$

$$SN2_c = 0.43 + 2.83$$

$$SN2_c = 3.26"$$

- Determinación de la Sub-Base (D3)

Del mismo modo, para determinar el valor de D3, se hizo uso la siguiente ecuación: [27]

$$D_3 = \frac{SN3 - (SN1c + SN2c)}{a_3 * m_3} \quad (34)$$

$$D_3 = \frac{3.5 - (2.83 + 0.43)}{0.11 * 0.8}$$

$$D_3 = 2.68" \approx 3"$$

A su vez, para calcular el Número Estructural de Diseño de la Sub-Base (SNsub-base), se hizo uso la siguiente ecuación: [27]

$$SN_{sub-base} = a_3 * D_3 * m_3 \quad (35)$$

$$SN_{sub-base} = 0.11 * 3 * 0.8$$

$$SN_{sub-base} = 0.26"$$

Finalmente, para determinar el Número Estructural de Diseño Corregido (SN3c), se hizo uso de la siguiente ecuación: [27]

$$SN3_c = SN_{sub-base} + SN_{base} + SN1_c \quad (36)$$

$$SN3_c = 0.26 + 0.43 + 2.83$$

$$SN3_c = 3.53"$$

La Normativa AASHTO 93, indica que para realizar una verificación se debió cumplir la siguiente condición:

$$SN1c + SN_{base} + SN_{sub-base} \geq SN3 \quad (37)$$

$$2.83 + 0.43 + 0.26 \geq 3.5$$

$$3.53 > 3.5 \qquad \checkmark OK$$

- Esquematización del Pavimento Flexible con Espesores Calculados

Una vez que se obtuvieron los espesores calculados, se realizó una gráfica en donde se evidenciaron los resultados:

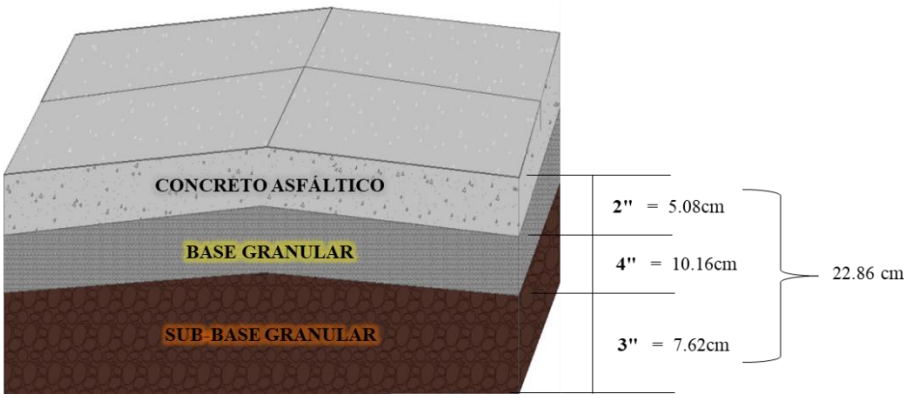


Fig. 55. Espesores determinados para el Diseño del Pavimento

Sin embargo, la Normativa AASHTO 93 señala que deben cumplirse ciertos espesores mínimos para el concreto asfáltico, evidenciándose en la siguiente tabla:

TABLA L
ESPESORES MÍNIMOS DE CONCRETO ASFÁLTICO Y BASE GRANULAR

Número de ESALs	# de Carriles de dos direcciones	% de W18 por sentido
Menos de 50000	2.5 cm	10 cm
50000 - 150000	5.0 cm	10 cm
150000 - 500000	6.5 cm	10 cm
500000 - 2000000	7.5 cm	15 cm
2000000 - 7000000	9.0 cm	15 cm
Más de 7000000	10.0 cm	15 cm

Nota: Diseño de Pavimentos (AASHTO-93), 2006

Por lo que, siguiendo estos parámetros, se obtuvo un Diseño del Pavimento final como se muestra en la siguiente Figura:

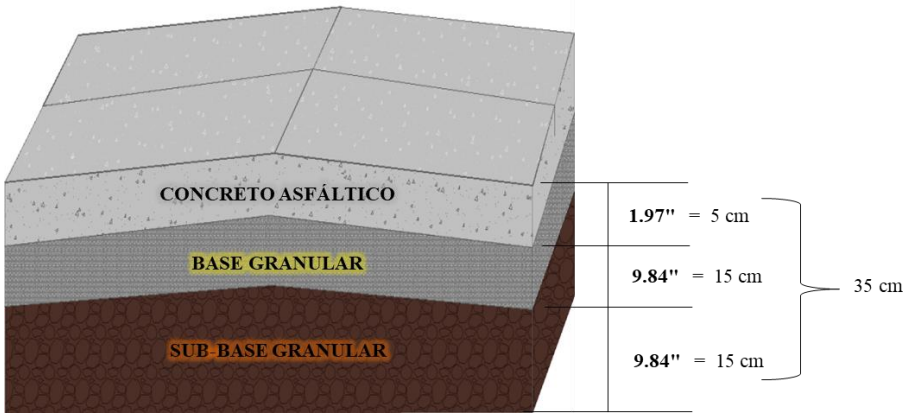


Fig. 56. Espesores corregidos para el Diseño del Pavimento

7) Diseño de la vía

Para el diseño de la vía, únicamente se siguieron todos los parámetros determinados en cada una de las fases. La parte más importante a tomarse en cuenta para el diseño vial fue la Topografía, pues en base a los puntos tomados se trazó la vía en Civil 3D, señalando también las unidades de muestreo determinadas en el Índice de Condición del Pavimento. Estas unidades de muestreo fueron resaltadas con el tipo de falla presente en cada una de ellas, junto con la simbología respectiva, pudiendo diferenciar el tipo de falla con el simple reconocimiento visual del símbolo. Los kilómetros también fueron implementados para poder señalar y diferenciar de mejor forma estas fallas mencionadas. Todos los planos viales se encuentran en la parte final del proyecto en forma de Anexos.

8) Análisis Económico

Dentro del análisis económico, se tomaron en cuenta rubros y documentos encontrados en el Portal de Compras Públicas, así como en análisis económicos de proyectos anteriores a éste. Partiendo de estos datos, se determinó que el análisis presupuestario para el proyecto se compuso de la siguiente manera:

TABLA LI
ANÁLISIS PRESUPUESTARIO DEL PROYECTO

CÓDIGO	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Global
Trabajos Preliminares					
1	Desbroce, Desbosque, Limpieza	Ha	2.67	467.06	1,247.62
2	Replanteo y nivelación con aparatos	Km	4.24	566.81	2,403.27
3	Excavación sin Clasificar (Con transporte incluido)	m3	66780.00	4.60	306,908.86
4	Relleno compactado (Con transporte incluido)	m3	40068.00	5.08	203,580.86
5	Excavación para Cunetas y Encajamiento	m3	296.80	24.89	7,386.69
Construcción de la Calzada					
6	Sub-Base Clase 3. e=15cm	m3	4006.80	26.95	107,989.25
7	Base Clase 3. e=15cm	m3	4006.80	30.80	123,416.24
8	Capa de rodadura de Hormigón Asfáltico mezclado en sitio. e=5cm (Se incluye imprimación y transporte)	m2	13356.00	8.65	115,512.04
9	Hormigón Estructural 180 kg/cm2	m3	29680.00	15.66	464,888.52
10	Acero de Refuerzo en barras	kg	466	4.07	1,897.82
Drenaje y Alcantarillado					
11	Tubería de acero corrugado (d=0.8, e=2mm)	m	85.00	356.32	30,287.06
Implementación de la Señalización					
12	Señalización Horizontal (Marcas Pavimento)	m	12720.00	0.94	11,917.83
13	Marcas sobresalientes en pavimento	u	300.00	5.47	1,642.48
14	Señal Vertical al lado carretera preventivas 0.75x0.75m	u	22.00	142.22	3,128.88
15	Señal Vertical al lado carretera reglamentarias D=0.75m	u	10.00	148.52	1,485.22
16	Señal Vertical al lado carretera informativas 1.20x0.60m	u	5.00	181.60	908.01
17	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80x1.20m	u	5.00	215.07	1,075.35
				Total USD $	***1,385,675.99***

De esta manera, se determinó que el presupuesto total del proyecto si se llega a considerar para una obra real, será aproximadamente de USD $ 1,385,675.99.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES

- Se desarrolló un plan de mejora y mantenimiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro y el puente del Río Cutuchi en un tramo de cuatro kilómetros, logrando como alternativa la rehabilitación de la vía, el nuevo diseño del pavimento con un análisis presupuestario alcanzado un buen servicio para el usuario con un óptimo estado de la vía, mejorando la calidad de vida de los usuarios. Para el efecto, se utilizó las normativas AASHTO T 265 para el Contenido de Humedad, AASHTO T88 para el análisis Granulométrico, AASHTO T89 para los Límites de Atterberg, AASHTO T180 para el Proctor Modificado y ASTM D-1883 – 16 para el ensayo de CBR, garantizando una mejora en la seguridad vial, facilitando el transporte eficiente y promoviendo la conectividad segura.
- Al realizar los estudios técnicos en campo, se identificó que gran parte de la vía se encuentra en mal estado, siendo la falla conocida como “Piel de Cocodrilo” la más predominante en el pavimento, habiéndose presenciado en 19 puntos dicha falla. A su vez, la segunda falla más presente fue la de “Parcheo”, habiendo estado presente un total de 8 veces. Después, la falla conocida como “Baches/Huecos” estuvo presente un total de 6 veces, mientras que la falla conocida como “Agrietamiento en bloque” se presentó 2 veces. Por último, las fallas conocidas como “Grietas longitudinales y transversales” y “Grieta Parabólica” se presentaron solo una vez en el estudio del pavimento. Sin embargo, gracias al estudio del Índice de Condición del Pavimento, se determinó que desde el kilómetro 1+725 hasta el 1+762 es en donde peor se encuentra el pavimento actualmente.
- Al haber obtenido un valor de 1531 vehículos por día en el TPDA futuro proyectado para el año 2044, se consideró que el valor es moderado, debido a que en zonas rurales las carreteras están diseñadas para soportar flujos de hasta 5000 vehículos por día. Con esto, se concluyó que el día con mayor circulación es el sábado, siendo un día sumamente importante pues es conocido como un “día de feria” dentro del sector estudiado, además de poseer el factor de hora pico en el tramo de 16h00 a 17h00.
- Gracias a la topografía elaborada en campo, se extrajeron los 37 puntos exactos en los que se encuentran las fallas detalladas en el Índice de Condición de Pavimento,

además de los relieves de esta vía, en donde se concluyó que el terreno es de tipo montañoso.

- Al haber desarrollado un diagnóstico del estado actual de la vía mediante los ensayos de laboratorios respectivos, se determinó que el suelo posee un contenido de humedad natural promedio igual a 9.67%, una densidad máxima de 1.6215 gramos por centímetro cúbico y una humedad óptima de 16.20%. Además, gracias a los ensayos de Granulometría y Límites de Atterberg, se pudo determinar que el material posee un índice plástico menor al valor de 10 y que en los materiales granulares el 35% pasan el tamiz #400, por lo que el suelo trabajo es una arena arcillosa, entrando en el rango clasificado como A-2-4 según la Normativa AASHTO, mientras que según la SUCS es un suelo "SP" que hace referencia a una arena graduada, contando, además, con una baja plasticidad debido a que el valor del índice de plasticidad fue igual a 1.50 (<10).
- Tras formular un plan de mejoramiento preventivo basado en las necesidades respectivas, se determinó que el grosor necesario para el concreto asfáltico según el Diseño del Pavimento es igual a cinco centímetros. Por otro lado, el grosor de la base granular fue de quince centímetros, al igual que para la subbase granular. Además, tras realizar el respectivo estudio económico, se determinó que el costo del mejoramiento de esta vía en un caso hipotéticamente real sería de un millón trescientos ochenta y cinco mil seiscientos setenta y cinco dólares con noventa y nueve centavos.

II. RECOMENDACIONES

- Es crucial identificar las particularidades que distinguen cada una de las fallas a través de la descripción de las normas ASTM. Esto permitirá que, al aplicar la metodología exploratoria en la vía, se mejore la evaluación visual en el sitio y se determine adecuadamente el grado de severidad correspondiente.
- Al emplear equipos RTK para levantamientos topográficos, es recomendable asegurarse de que las condiciones climáticas sean óptimas, con el objetivo de minimizar el margen de error de los instrumentos.
- Los recursos que respaldan la metodología propuesta para la realización de los diferentes ensayos deben estar actualizados conforme a las normativas actuales. Esto

se debe a que los nuevos métodos introducen procesos eficientes que facilitan la obtención de información específica y precisa para el análisis de datos.

- De manera fundamental, los ensayos estarán condicionados por la calibración del instrumento empleado, por lo que es vital asegurarse de que estos se encuentren en condiciones óptimas para reducir al mínimo los niveles de incertidumbre en los resultados obtenidos. Asimismo, es prioritario comprobar las unidades proporcionadas por los equipos de ensayo para facilitar el análisis de cálculos.
- Siempre que sea posible, se recomienda extraer muestras de suelo sin alteraciones, garantizando que sus características originales se conserven. Esto permitirá obtener resultados de laboratorio que reflejen con mayor precisión la realidad de las características propias del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A. R. Gómez García, M. Russo Puga, P. R. Suasnavas Bermúdez, F. A. Celín Ortega, M. C. Chérrez Miño, and L. A. González Jijón, "Caracterización de la mortalidad por accidentes de tránsito en Ecuador, 2015," 2016, Accessed: May 14, 2024. [Online]. Available: http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/3003

[2] L. A. Lozano Ramírez, "Mantenimiento vial y satisfacción del usuario del Instituto Vial Provincial de San Martín - 2021," *Repos. Inst. - UCV*, 2021, Accessed: May 14, 2024. [Online]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68036

[3] H. M. Cotrina Falera, "Evaluación del rendimiento de mano de obra real en los servicios de mantenimiento vial rutinario de los caminos vecinales en la provincia de Pachitea Huánuco-2019," *Univ. Huánuco*, 2021, Accessed: May 14, 2024. [Online]. Available: http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/3034

[4] W. E. Baltodano Contreras and W. E. Baltodano Contreras, "Modelo de gestión de conservación vial basado en criterios de sostenibilidad para reducir los costos de mantenimiento vial en la carretera desvío Salaverry - Santa," *Univ. Priv. Antenor Orrego*, 2017, Accessed: May 14, 2024. [Online]. Available: https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3731

[5] M. Antonio, R. Idrogo, U. Nacional, and F. Villareal, "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.

[6] D. P. Garcés Velecela, "Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya," 2017.

[7] B. H. Salazar, G. Stalin, B. Torres, S. Juan, and C. Gregorio, "Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación de la infraestructura vial de la Av. Fitzcarrald, tramo carretera Pomalca – Av. Víctor Raúl Haya de la Torre," *Repos. Inst. - USS*, 2016,

Accessed: May 14, 2024. [Online]. Available: http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/3945

[8] I. A. Pari Mamani, “Estudio definitivo mejoramiento y rehabilitación de la infraestructura vial en el Jr. Lambayeque de la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román - Puno,” 2017.

[9] S. Espinoza, A. Amilcar, I. Fernando, and J. Campos De La Cruz, “Rediseño vial de la Avenida Mariano Cornejo entre la calle Santa Bárbara y el jirón Saturno Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil que presenta el bachiller,” *Pontif. Univ. CATÓLICA DEL PERÚ Fac. CIENCIAS E Ing.* .

[10] M. Recharte, M. Roberto, T. Ramos, and G. Caroline, “Propuesta de rediseño geométrico de la Av. Primavera desde la Av. San Luis hasta la Av. De Los Precursores implementando una ciclovía para mejorar el espacio vial,” *Univ. Peru. Ciencias Apl.*, Oct. 2021, Accessed: May 14, 2024. [Online]. Available: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657937

[11] S. Duván, R. Chisaguano, J. Felipe, and H. Aragón, “Rediseño geométrico vial para la vereda Camalá del municipio de Flandes entre el K0+867,00 hasta el K2+217,00,” Jun. 2023, Accessed: May 14, 2024. [Online]. Available: http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/12804

[12] N. Ecuatoriana Vial, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE VOLUMEN Nº 3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES”.

[13] M. DE Obras Publicas, “ESPECIFICACIONES GENERALES ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCION PARA LA CONSTRUCION DE CAMINOS Y PUENTES DE CAMINOS Y PUENTES,” 2002.

[14] R. R. Cal Mayor and J. G. Cárdenas, “Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones,” *Alfaomega*, vol. 9, 2018, Accessed: Jan. 02, 2025. [Online]. Available: http://www.alfaomega.com.co

[15] J. Bustillos A, “Estudio de Tráfico Vehicular, Cálculo del TPDA Actual y Futuro,” Quito, pp. 10–10, Mar. 2011. Accessed: Jan. 02, 2025. [Online]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/06-09-2011_informe_tecnico_zamora_gualaquiza_parteII.pdf

[16] “REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE”, Accessed: Jan. 02, 2025. [Online]. Available: www.lexis.com.ec

[17] L. R. Vásquez Varela, “PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS,” Feb. 2002.

[18] L. R. Vásquez Varela, *Índice de Condición del Pavimento Para pavimentos asfálticos, de concreto de cemento Portland y de adoquines en vías y estacionamientos; e índice de condición de carreteras no pavimentadas* . Colombia, 2023. Accessed: Jan. 02, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/377183585_Indices_de_Condicion_de_Pavimentos_PCI_y_Superficies_No_Pavimentadas_URCI_en_calles_y_carreteras

[19] ASTM D 6433, “Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamiento,” 2004. Accessed: Jan. 02, 2025. [Online]. Available: https://es.scribd.com/document/409330160/Manual-PCI-ASTM-D-6433-pdf

[20] M. Pulgar-Vidal Otálora *et al.*, *GUÍA PARA EL MUESTREO DE SUELOS* , 1st ed. Lima, 2014.

[21] ASTM D2487-11, “Práctica Estándar para la Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería (Sistema de Clasificación Unificada de Suelos),” 2011, doi: 10.1520/D2487---11.

[22] AASHTO T265, “DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS EN LABORATORIO,” in *AASHTO*. Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: https://pdfcoffee.com/aashto-t265-pdf-free.html

[23] AASHTO, “MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS,” in *AASHTO T88*. Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: https://pdfcoffee.com/aashto-t88-5-pdf-free.html

[24] AASHTO, “DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS FOP PARA AASHTO T 89,” in *AASHTO T89*. Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: https://es.scribd.com/document/567298194/AASHTO-T-89

[25] AASHTO, “Ensayo de Compactación Proctor Norma AASHTO T-180,” in *AASHTO T180*. Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: https://es.scribd.com/document/423567456/Ensayo-de-compactacion-Proctor-Norma-AASHTO-T-180

[26] ASTM, “Método de prueba estándar para California Bearing Ratio(CBR) de suelos compactados en laboratorio,” in *ASTM D 1883-16*. Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: https://es.scribd.com/document/574088778/Astm-d1883-16-Cbr-Espanol

[27] AASHTO, “DISEÑO DE PAVIMENTOS,” in *AASHTO 93*. Accessed: Jan. 05, 2025. [Online]. Available: https://www.academia.edu/34103801/DISENO_DE_PAVIMENTO_METODO_AASHTO_93_ESPANOL_1_

ANEXOS

ANEXOS FOTOGRÁFICOS

Anexo 1: Reconocimiento inicial para la topografía.



Anexo 2: Señalización en el reconocimiento inicial topográfico.



Anexo 3: Levantamiento topográfico 1.



Anexo 4: Levantamiento topográfico 2.



Anexo 5: Levantamiento topográfico 3.



Anexo 6: Levantamiento topográfico 4.



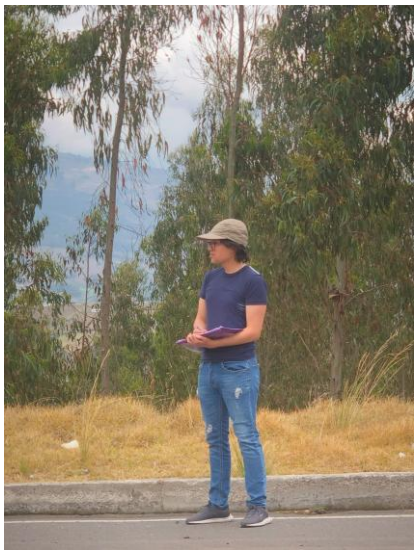
Anexo 7: Primer día de conteo vehicular.



Anexo 8: Segundo día de conteo vehicular.



Anexo 9: Tercer día de conteo vehicular.



Anexo 10: Cuarto día de conteo vehicular.



Anexo 11: Quinto día de conteo vehicular.



Anexo 12: Sexto día de conteo vehicular.



Anexo 13: Séptimo día de conteo vehicular.



Anexo 14: Falla presente en la vía 1.



Anexo 15: Falla presente en la vía 2.



Anexo 16: Falla presente en la vía 3.



Anexo 17: Falla presente en la vía 4.



Anexo 18: Falla presente en la vía 5.



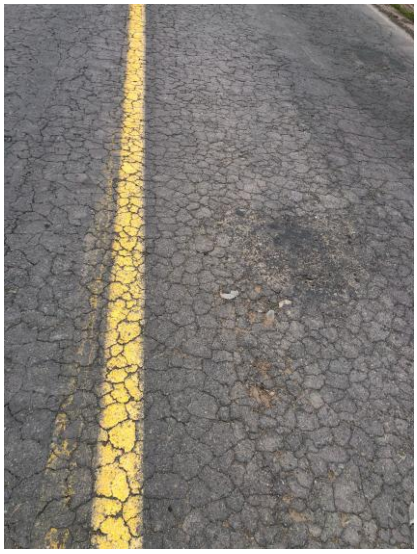
Anexo 19: Falla presente en la vía 6.



Anexo 20: Falla presente en la vía 7.



Anexo 21: Falla presente en la vía 8.



Anexo 22: Falla presente en la vía 9.



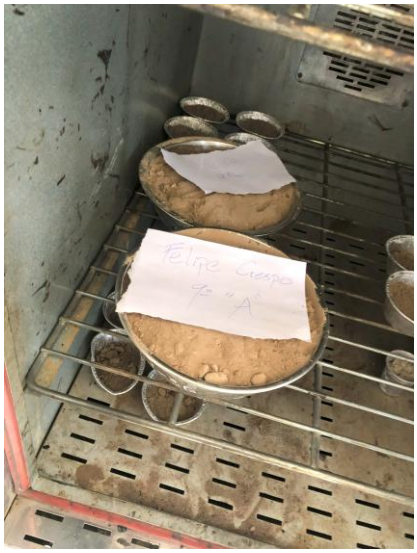
Anexo 23: Falla presente en la vía 10.



Anexo 24: Excavación para muestras de suelo.



Anexo 25: Depósito de muestras en el horno para Contenido de Humedad.



Anexo 26: Recolección de muestra para Granulometría.



Anexo 27: Tamizado de muestra ensayo Granulométrico.



Anexo 28: Tamizado en máquina ensayo Granulométrico.



Anexo 29: Mezclado de muestra para Límites de Atterberg.



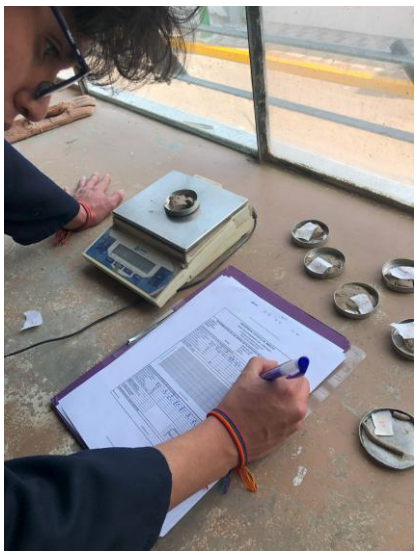
Anexo 30: Depósito de muestras en el horno Límites de Atterberg.



Anexo 31: Extracción de muestras del horno Límites de Atterberg.



Anexo 32: Pesaje de muestras Límites de Atterberg.



Anexo 33: Mezcla de muestra para Proctor Modificado.



Anexo 34: División y añadidura de muestra para Proctor Modificado.



Anexo 35: Compactación de muestra Proctor Modificado.



Anexo 36: Retiro de muestra sobrante del cilindro Proctor Modificado.



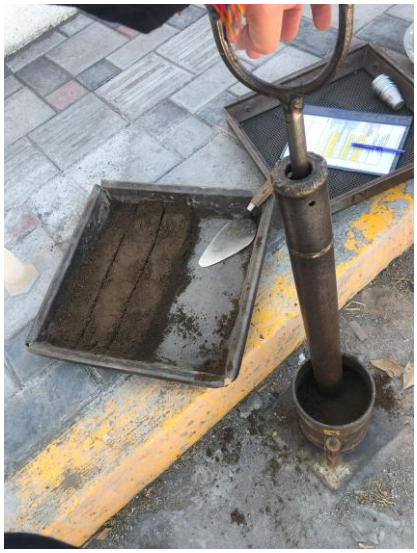
Anexo 37: Depósito de muestras en el horno Proctor Modificado.



Anexo 38: Pesaje de muestras Proctor Modificado.



Anexo 39: División y compactación de muestra CBR.



Anexo 40: Depósito de cilindros en remojo CBR.



Anexo 41: Depósito de muestras en el horno antes del remojo CBR.



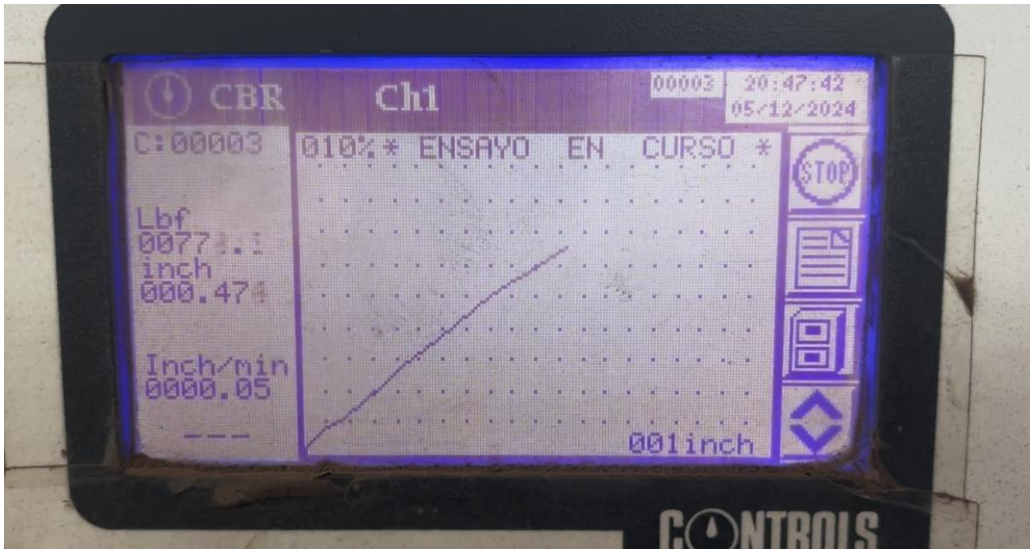
Anexo 42: Pesaje de muestras antes del remojo CBR.



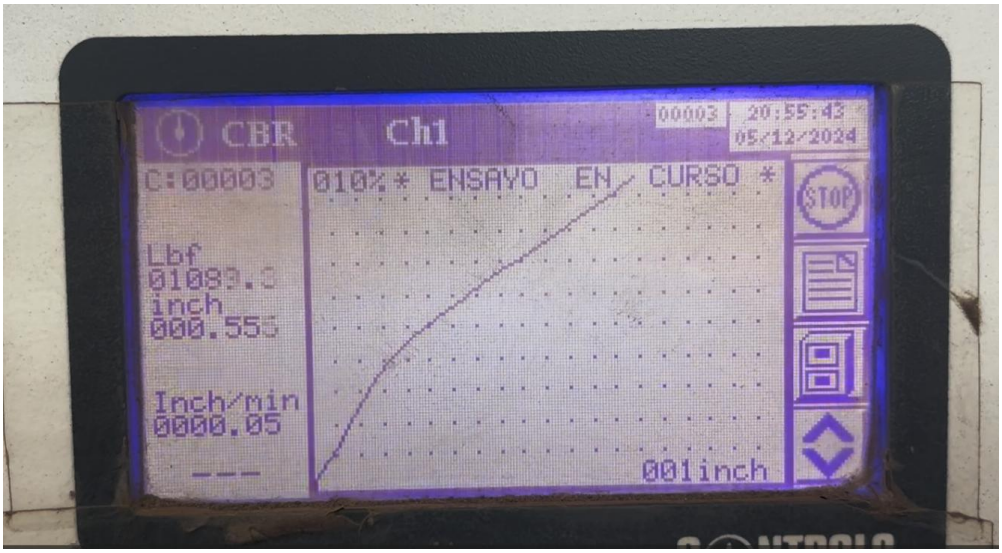
Anexo 43: Extracción de cilindros del remojo CBR.



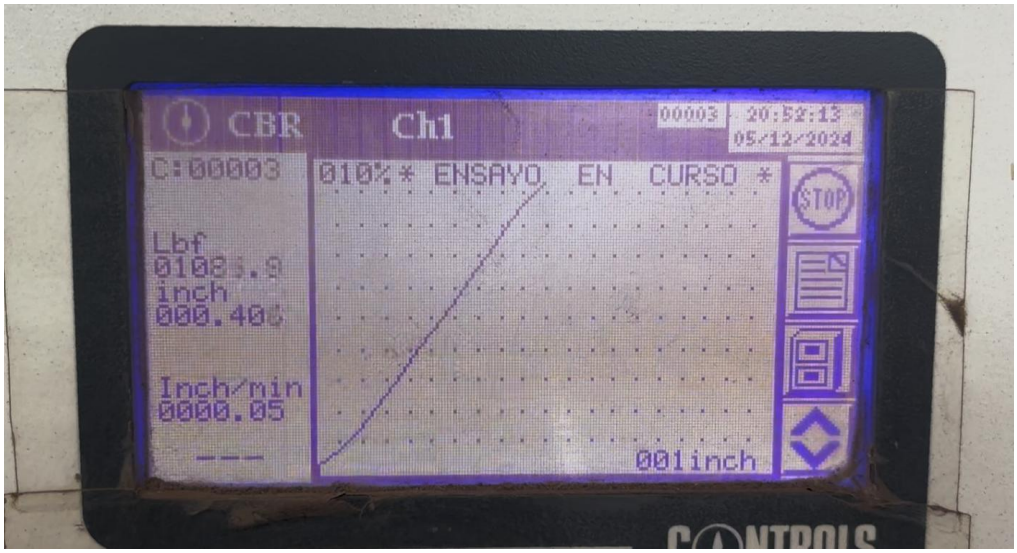
Anexo 44: Ensayo de CBR 11 golpes.



Anexo 45: Ensayo de CBR 27 golpes.



Anexo 46: Ensayo de CBR 56 golpes.



Anexo 47: Depósito de muestras en el horno después del remojo CBR.



Anexo 48: Pesaje de muestras después del remojo CBR.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Anexo 49: Puntos levantados con GNSS aRTK.

Número	Norte	Este	Elevación	Descripción
1	9874639.7	771594.772	2776.353	B
2	9874639.78	771600.76	2776.662	E
3	9874638.07	771606.369	2776.498	B
4	9874624.53	771597.51	2775.475	E
5	9874623.14	771603.275	2775.35	B
6	9874625.42	771591.805	2775.2	B
7	9874618.1	771590.559	2774.424	B
8	9874612.64	771584.9	2773.028	B
9	9874600.56	771587.715	2773.194	E
10	9874591.35	771592.215	2773.6	E
11	9874578	771601.9	2773.909	B
12	9874569.73	771608.442	2774.029	B
13	9874566.9	771606.558	2774.089	E
14	9874564.65	771603.907	2774.255	B
15	9874591.56	771600.045	2773.944	B
16	9874609.77	771600.921	2774.44	B
17	9874611.86	771595.337	2774.432	E
18	9874600.52	771593.654	2773.823	E
19	9874593.14	771587.181	2773.502	E
20	9874595.67	771589.518	2773.433	B
21	9874592.92	771582.761	2773.58	B
22	9874614.61	771579.381	2772.996	E
23	9874616.51	771582.149	2772.919	B
24	9874615.17	771575.545	2773.066	B
25	9874637.68	771575.277	2772.806	E
26	9874639.2	771578.535	2772.691	B
27	9874639.53	771571.601	2772.702	B
28	9874660.8	771576.145	2772.363	B
29	9874660.53	771572.792	2772.459	E
30	9874660.1	771569.235	2772.347	B
31	9874710.69	771569.992	2769.964	E
32	9874711.57	771573.094	2769.86	B
33	9874711.48	771566.804	2769.79	B
34	9874762.3	771568.123	2767.048	E
35	9874762.77	771570.811	2766.926	B
36	9874763.46	771564.607	2766.869	B
37	9874817.41	771566.13	2765.007	E
38	9874818.06	771569.587	2764.881	B
39	9874818.06	771562.828	2765.007	B
40	9874839.58	771563.672	2764.031	B
41	9874839.77	771567.248	2763.926	E
42	9874840.44	771570.139	2763.642	B
43	9874868.89	771577.24	2761.831	B
44	9874870.66	771574.225	2761.894	E
45	9874872.21	771571.374	2761.796	B
46	9874897.92	771584.552	2761.099	E
47	9874897.12	771587.151	2760.889	B
48	9874900.73	771582.378	2761.186	B
49	9874915.26	771596.297	2760.558	E
50	9874913.29	771598.275	2760.406	B
51	9874917.28	771594.36	2760.64	B
52	9874935.24	771615.764	2759.247	E
53	9874933.36	771617.938	2759.297	B
54	9874937.8	771613.896	2759.131	B
55	9874949.95	771628.572	2758.277	B
56	9874951.44	771626.038	2758.123	E
57	9874953.11	771623.165	2757.921	B
58	9874967.75	771631.204	2757.008	E
59	9874967.28	771634.494	2757.087	B

60	9874967.88	771627.718	2756.958	B
61	9874966.68	771628.705	2757.077	F
62	9874977	771630.755	2756.326	F
63	9875007.87	771632.399	2753.799	E
64	9875008.11	771629.338	2753.773	B
65	9875009.33	771635.312	2753.704	B
66	9875038.59	771630.536	2751.826	E
67	9875039.07	771633.431	2751.635	B
68	9875039.09	771627.738	2751.922	B
69	9875062.67	771633.364	2750.265	E
70	9875062.34	771636.577	2750.067	B
71	9875064.58	771630.696	2750.213	B
72	9875088.29	771638.542	2748.375	E
73	9875088.53	771641.197	2748.273	B
74	9875089.07	771635.475	2748.413	B
75	9875120.42	771636.726	2745.61	E
76	9875119.82	771639.865	2745.384	B
77	9875121.27	771633.474	2745.813	B
78	9875147.88	771647.241	2743.264	E
79	9875146.54	771649.73	2743.136	B
80	9875150.22	771645.012	2743.257	B
81	9875170.72	771666.378	2741.012	E
82	9875172.85	771664.366	2740.954	B
83	9875169.22	771668.638	2740.922	B
84	9875190.32	771689.068	2739.217	B
85	9875191.8	771685.66	2739.124	E
86	9875194.1	771682.567	2738.823	B
87	9875231.36	771691.661	2736.166	B
88	9875230.54	771695.07	2736.03	E
89	9875229.63	771697.862	2735.894	B
90	9875265.26	771708.435	2732.549	B
91	9875266.17	771705.463	2732.694	E
92	9875267.77	771701.818	2732.808	B
93	9875294.7	771714.878	2729.615	E
94	9875293.6	771717.546	2729.351	B
95	9875295.55	771712.171	2729.71	B
96	9875327.39	771726.712	2726.024	B
97	9875325.97	771729.249	2725.961	E
98	9875324.93	771731.761	2725.811	B
99	9875356.84	771749.23	2721.913	B
100	9875357.94	771746.808	2722.091	E
101	9875359.66	771744.337	2722.065	B
102	9875386.51	771756.583	2719.114	B
103	9875386.06	771759.333	2719.179	E
104	9875385.57	771762.019	2719.133	B
105	9875426.08	771762.645	2715.977	E
106	9875425.59	771765.489	2715.893	B
107	9875426.36	771759.687	2715.836	B
108	9875466.05	771763.097	2713.347	E
109	9875466.18	771765.625	2713.375	B
110	9875466.1	771760.356	2713.355	B
111	9875487.28	771763.662	2711.685	E
112	9875487.25	771765.877	2711.782	B
113	9875487.68	771761.488	2711.558	B
114	9875504.78	771762.687	2710.785	E
115	9875505.32	771764.834	2710.842	B
116	9875504.33	771760.067	2710.746	B
117	9875537.95	771761.856	2708.845	E
118	9875537.6	771764.261	2708.873	B
119	9875538.45	771759.391	2708.834	B
120	9875576.98	771761.286	2705.158	B
121	9875576.53	771764.503	2705.118	E
122	9875576.52	771767.883	2705.164	B
123	9875598.68	771759.05	2702.847	E

124	9875599.6	771761.507	2702.887	B
125	9875596.6	771756.704	2702.896	B
126	9875620.19	771738.451	2700.022	E
127	9875622.5	771740.411	2700.041	B
128	9875617.5	771736.44	2700.096	B
129	9875644.7	771714.015	2699.034	B
130	9875642.04	771711.813	2699.125	E
131	9875640.07	771709.347	2699.221	B
132	9875667.19	771694.875	2699.358	E
133	9875667.35	771698.533	2699.033	B
134	9875665.15	771691.882	2699.627	B
135	9875687.5	771695.182	2699.212	B
136	9875686.7	771697.447	2699.266	E
137	9875684.54	771699.755	2699.476	B
138	9875684.55	771699.705	2699.459	TN
139	9875686.93	771701.004	2699.241	TN
140	9875682.29	771703.673	2699.674	TN
141	9875683.74	771708.483	2699.453	TN
142	9875675.76	771712.573	2700.516	TN
143	9875672.94	771709.206	2700.815	TN
144	9875666.02	771718.047	2702.054	TN
145	9875669.12	771719.786	2701.784	TN
146	9875672.24	771721.431	2701.396	TN
147	9875682.03	771713.753	2699.664	TN
148	9875691.6	771711.436	2698.395	B
149	9875692.14	771707.084	2698.496	E
150	9875695.75	771698.435	2698.573	B
151	9875712.55	771702.802	2696.541	B
152	9875712.14	771706.501	2696.566	E
153	9875711.57	771709.912	2696.531	B
154	9875688.57	771699.719	2699.093	F
155	9875731.39	771705.713	2694.408	E
156	9875731.88	771707.666	2694.576	B
157	9875731.72	771702.51	2694.475	B
158	9875760.46	771700.542	2691.674	E
159	9875761.02	771703.436	2691.626	B
160	9875760.7	771697.199	2691.668	B
161	9875790.51	771701.075	2688.961	E
162	9875791.25	771698.137	2689.02	B
163	9875790.88	771704.224	2688.777	B
164	9875822.26	771708.295	2686.836	E
165	9875822.91	771706.025	2686.732	B
166	9875822.43	771710.709	2686.722	B
167	9875856.79	771713.881	2684.442	E
168	9875856.42	771716.793	2684.447	B
169	9875857.98	771711.553	2684.243	B
170	9875887.46	771719.518	2682.414	B
171	9875887.66	771717.249	2682.274	E
172	9875887.95	771714.656	2682.075	B
173	9875912.55	771710.423	2680.351	E
174	9875914	771712.132	2680.474	B
175	9875911.91	771708.083	2680.176	B
176	9875933.18	771701.511	2678.984	B
177	9875932.62	771699.113	2678.937	E
178	9875932.58	771696.188	2678.801	B
179	9875944.24	771695.065	2678.088	F
180	9875957.79	771692.13	2677.074	B
181	9875956.29	771689.16	2676.97	E
182	9875954.12	771686.788	2676.755	B
183	9875968.52	771671.097	2674.483	E
184	9875971.32	771671.866	2674.381	B
185	9875966.41	771668.668	2674.331	B
186	9875971.18	771669.025	2674.15	F
187	9875973.95	771660.734	2673.339	E

188	9875971.26	771658.815	2673.463	B
189	9875976.94	771661.602	2673.106	B
190	9875980.21	771644.174	2672.721	BM
191	9875982.24	771646.414	2671.987	B
192	9875984.32	771648.563	2671.851	E
193	9875986.52	771650.72	2671.574	B
194	9875984.15	771649.92	2671.837	FB
195	9875994.6	771642.679	2670.49	E
196	9875995.96	771644.754	2670.33	B
197	9875994.05	771639.956	2670.439	B
198	9876034.24	771632.865	2666.076	E
199	9876034.18	771629.638	2665.936	B
200	9876035.16	771635.812	2665.987	B
201	9876063.44	771626.618	2663.086	E
202	9876063.05	771624.951	2663.056	F
203	9876062.48	771623.457	2663.026	B
204	9876064.72	771629.481	2663.013	B
205	9876095.95	771615.527	2659.51	E
206	9876097.45	771618.125	2659.428	B
207	9876095.18	771611.995	2659.312	B
208	9876131.78	771594.385	2655.367	E
209	9876133.28	771596.738	2655.341	B
210	9876130.63	771591.633	2655.248	B
211	9876133.12	771594.905	2655.265	F
212	9876152.26	771582.462	2653.014	E
213	9876151	771579.802	2652.883	B
214	9876153.91	771584.621	2652.979	B
215	9876179.65	771569.457	2649.997	E
216	9876178.55	771566.81	2649.713	B
217	9876181.39	771571.408	2650.23	B
218	9876192.54	771557.16	2648.005	E
219	9876189.27	771555.322	2647.642	B
220	9876195.83	771557.35	2648.145	B
221	9876197.24	771536.812	2645.756	B
222	9876193.7	771537.08	2645.463	E
223	9876189.61	771538.188	2645.118	B
224	9876192.84	771530.528	2644.802	F
225	9876188.34	771530.121	2644.237	F
226	9876182.99	771521.965	2643.1	E
227	9876184.54	771519.384	2643.292	B
228	9876179.69	771525.121	2642.727	B
229	9876162.29	771515.501	2641.059	E
230	9876162.02	771512.628	2641.176	B
231	9876161.19	771518.922	2640.826	B
232	9876142.72	771517.099	2639.763	E
233	9876142.03	771514.181	2639.788	B
234	9876142.17	771520.024	2639.608	B
235	9876093.86	771521.437	2638.789	E
236	9876093.61	771518.43	2638.718	B
237	9876093.29	771524.726	2638.75	B
238	9876041.29	771525.885	2639.443	E
239	9876040.69	771529.02	2639.422	B
240	9876040.44	771522.94	2639.172	B
241	9876013.94	771527.724	2639.994	E
242	9876013.69	771524.597	2639.782	B
243	9876013.75	771530.774	2640.152	B
244	9875992.26	771526.347	2640.325	E
245	9875992.39	771523.439	2640.066	B
246	9875989.97	771529.172	2640.61	B
247	9875964.28	771515.844	2640.34	E
248	9875966.09	771513.078	2640.123	B
249	9875964.63	771519.501	2640.477	B
250	9875963.1	771518.923	2640.427	FM
251	9875963.44	771515.363	2640.316	FM

252	9875964.07	771511.822	2640.06	FM
253	9875946.1	771504.468	2639.991	F
254	9875934.86	771499.764	2639.918	E
255	9875932.69	771502.481	2639.841	B
256	9875934.85	771496.027	2639.749	B
257	9875921.7	771491.405	2639.764	F
258	9875901.17	771480.908	2639.652	E
259	9875899.29	771484.091	2639.509	B
260	9875902.66	771477.55	2639.502	B
261	9875879.46	771469.108	2639.419	E
262	9875877.49	771472.137	2639.272	B
263	9875880.66	771465.712	2639.438	B
264	9875850.52	771457.96	2639.162	E
265	9875851.25	771454.942	2639.151	B
266	9875848.72	771461.413	2639.089	B
267	9875813.78	771450.633	2638.977	E
268	9875812.85	771453.833	2638.9	B
269	9875812.52	771447.549	2638.959	B
270	9875782.54	771446.136	2638.731	E
271	9875781.86	771449.285	2638.731	B
272	9875782.4	771443.247	2638.617	B
273	9875777.13	771442.4	2638.568	FM
274	9875776.26	771445.369	2638.704	FM
275	9875775.05	771448.391	2638.781	FM
276	9875764.12	771443.229	2638.635	E
277	9875764.57	771440.241	2638.368	B
278	9875761.97	771445.81	2638.877	B
279	9875745.82	771432.733	2638.25	E
280	9875747.72	771430.08	2637.92	B
281	9875742.57	771434.729	2638.553	B
282	9875737.25	771418.591	2637.842	E
283	9875739.83	771417.339	2637.594	B
284	9875734.04	771417.658	2637.917	B
285	9875739.42	771400.673	2636.953	E
286	9875741.9	771402.09	2636.832	B
287	9875736.81	771399.739	2637.164	B
288	9875752.81	771383.599	2636.066	E
289	9875754.4	771385.816	2635.893	B
290	9875752.49	771380.589	2636.234	B
291	9875762.32	771376.791	2635.772	F
292	9875792.64	771365.64	2634.824	E
293	9875790.91	771363.013	2634.888	B
294	9875794.15	771367.864	2634.733	B
295	9875811.78	771351.768	2634.087	E
296	9875809.75	771349.522	2633.923	B
297	9875814.35	771352.848	2634.147	B
298	9875823.88	771338.18	2633.368	E
299	9875821.51	771336.1	2633.127	B
300	9875826.44	771339.363	2633.456	B
301	9875834.87	771319.729	2632.729	E
302	9875832.23	771318.35	2632.507	B
303	9875837.91	771319.453	2632.829	B
304	9875839.6	771295.69	2631.957	E
305	9875836.69	771295.24	2631.925	B
306	9875842.53	771294.75	2631.879	B
307	9875842.62	771268.075	2631.114	E
308	9875845.42	771268.794	2630.921	B
309	9875839.6	771266.911	2631.315	B
310	9875850.19	771247.69	2630.238	E
311	9875847.88	771245.53	2630.463	B
312	9875853.28	771248.427	2629.824	B
313	9875855.71	771240.672	2629.602	F
314	9875865.19	771232.31	2628.621	E
315	9875867.22	771234.518	2628.292	B

316	9875865.72	771229.059	2628.649	B
317	9875884.41	771224.878	2626.773	E
318	9875883.65	771221.769	2626.986	B
319	9875886.16	771227.133	2626.494	B
320	9875939.37	771213.644	2621.459	E
321	9875939.38	771216.376	2621.462	B
322	9875938.63	771210.79	2621.403	B
323	9875976.79	771202.236	2618.861	E
324	9875977.55	771204.876	2618.787	B
325	9875976.82	771199.22	2618.751	B
326	9876053.16	771185.227	2613.146	E
327	9876053.61	771187.946	2613.083	B
328	9876052.26	771182.267	2613.092	B
329	9876061.76	771184.02	2612.467	F
330	9876091.44	771176.554	2610.285	E
331	9876092.21	771179.168	2610.198	B
332	9876091.34	771173.525	2610.121	B
333	9876130.07	771166.849	2608.064	E
334	9876130.26	771169.691	2607.984	B
335	9876129.11	771164.036	2607.995	B
336	9876168.84	771157.616	2605.891	E
337	9876169.65	771160.618	2605.773	B
338	9876168.89	771154.661	2605.761	B
339	9876209.25	771149.099	2603.726	E
340	9876210.19	771151.698	2603.602	B
341	9876209.09	771146.259	2603.725	B
342	9876233.35	771145.142	2602.302	FB
343	9876247.91	771142.749	2601.459	E
344	9876248.5	771145.365	2601.352	B
345	9876248.07	771139.789	2601.545	B
346	9876291.65	771139.244	2598.792	E
347	9876291.77	771141.974	2598.824	B
348	9876290.98	771136.239	2598.883	B
349	9876317.88	771138.505	2596.947	FB
350	9876335.06	771135.27	2595.721	E
351	9876335.35	771137.49	2595.786	B
352	9876334.77	771132.023	2595.45	B
353	9876370.47	771118.663	2593.219	E
354	9876368.95	771115.982	2593.061	B
355	9876372.14	771120.626	2593.373	B
356	9876403.87	771097.073	2590.36	E
357	9876402.16	771094.55	2590.282	B
358	9876404.94	771099.413	2590.479	B
359	9876435.07	771072.495	2587.804	E
360	9876436.76	771074.561	2587.859	B
361	9876432.81	771070.493	2587.722	B
362	9876461.95	771043.776	2585.083	E
363	9876459.82	771041.952	2584.947	B
364	9876464.04	771045.732	2585.211	B
365	9876487.35	771015.111	2582.184	E
366	9876489.22	771017.143	2582.229	B
367	9876485.01	771012.998	2581.974	B
368	9876513.95	770985.059	2579.685	E
369	9876511.62	770982.864	2579.498	B
370	9876516.12	770986.816	2579.699	B
371	9876540.5	770953.562	2577.415	E
372	9876537.65	770951.763	2577.226	B
373	9876543.14	770954.952	2577.551	B
374	9876546.7	770942.473	2576.594	E
375	9876543.62	770941.111	2576.381	B
376	9876549.41	770942.935	2576.732	B
377	9876549.4	770930.617	2575.752	E
378	9876552.13	770929.639	2575.848	B
379	9876546.17	770929.351	2575.379	B

380	9876541.88	770913.08	2574.346	E
381	9876543.71	770911.108	2574.457	B
382	9876538.9	770914.257	2573.989	B
383	9876525.64	770903.948	2572.997	E
384	9876525.11	770906.502	2572.903	B
385	9876524.86	770901.623	2573.034	B
386	9876509.29	770906.253	2571.656	E
387	9876511.06	770909.567	2571.446	B
388	9876506.04	770903.766	2571.769	B
389	9876493.48	770917.071	2570.485	E
390	9876495.57	770919.039	2570.339	B
391	9876491.03	770915.856	2570.51	B
392	9876483.42	770941.57	2569.371	E
393	9876486.06	770942.212	2569.342	B
394	9876480.95	770940.829	2569.362	B
395	9876474.89	770964.697	2568.375	E
396	9876472.33	770963.751	2568.28	B
397	9876476.72	770966.817	2568.412	B
398	9876458.85	770981.367	2567.659	E
399	9876460.34	770983.487	2567.758	B
400	9876456.71	770979.413	2567.464	B
401	9876439.5	770994.122	2566.934	F
402	9876408.2	771015.416	2565.478	E
403	9876409.73	771017.784	2565.48	B
404	9876406.67	771013.519	2565.339	B
405	9876393.84	771024.433	2564.52	E
406	9876392.4	771021.593	2564.309	B
407	9876395.07	771026.723	2564.613	B
408	9876381.7	771028.75	2563.489	E
409	9876382.12	771031.868	2563.52	B
410	9876380.64	771025.487	2563.236	B
411	9876368.25	771028.557	2562.218	E
412	9876369.05	771025.587	2562.052	B
413	9876367.68	771031.351	2562.283	B
414	9876364.43	771029.097	2561.977	FB
415	9876351.98	771015.768	2560.588	E
416	9876349.72	771017.735	2560.691	B
417	9876354.49	771013.814	2560.444	B
418	9876337.82	770987.925	2557.879	B
419	9876336.37	770988.416	2557.803	F
420	9876335.24	770989.34	2557.77	E
421	9876332.52	770991.144	2557.562	B
422	9876324.66	770977.743	2556.162	E
423	9876321.8	770980.108	2555.841	B
424	9876325.37	770974.483	2556.191	B
425	9876308.59	770966.358	2554.577	B
426	9876307.66	770969.085	2554.39	E
427	9876306.59	770972.051	2554.195	B
428	9876286.07	770970.401	2552.762	B
429	9876285.27	770967.181	2552.962	E
430	9876284.45	770964.243	2553.098	B
431	9876266.51	770971.955	2551.482	E
432	9876267.89	770975.387	2551.263	B
433	9876264.12	770970.086	2551.495	B
434	9876248.54	770983.542	2549.613	E
435	9876250.21	770986.459	2549.552	B
436	9876246.25	770981.311	2549.562	B
437	9876225.32	770997.467	2546.861	E
438	9876226.23	771001.165	2546.914	B
439	9876222.26	770995.008	2546.506	B
440	9876204.17	771002.468	2544.8	E
441	9876203.88	771006.229	2544.723	B
442	9876202.9	770998.896	2544.579	B
443	9876193.91	771004.808	2543.789	FB

444	9876194.91	771004.743	2543.878	FB
445	9876176.47	771001.283	2542.182	E
446	9876175.49	771004.663	2542.155	B
447	9876176.36	770997.704	2542.036	B
448	9876164.52	770998.63	2541.336	E
449	9876162.97	771002.049	2541.118	B
450	9876164	770995.161	2541.184	B
451	9876141.49	770994.047	2539.868	F
452	9876134.58	770991.171	2539.418	E
453	9876133.52	770994.382	2539.197	B
454	9876134.01	770988.036	2539.208	B
455	9876108.22	770986.408	2537.699	E
456	9876107.8	770989.856	2537.506	B
457	9876108.64	770983.361	2537.556	B
458	9876072.59	770982.48	2535.193	E
459	9876072.47	770985.512	2535.096	B
460	9876071.9	770979.256	2534.91	B
461	9876025.4	770977.121	2531.628	E
462	9876025.47	770974.037	2531.407	B
463	9876023.83	770980.013	2531.448	B
464	9875986.43	770971.818	2528.472	E
465	9875986.67	770968.86	2528.32	B
466	9875985.22	770974.514	2528.306	B
467	9875956.46	770968.337	2525.875	E
468	9875956.88	770965.383	2525.701	B
469	9875955.89	770971.365	2525.785	B
470	9875936.69	770966.496	2524.231	E
471	9875936.91	770963.242	2524.098	B
472	9875936.18	770969.782	2524.28	B
473	9875914.89	770962.018	2522.527	E
474	9875915.91	770959.274	2522.27	B
475	9875911.9	770964.242	2522.565	B
476	9875901.49	770949.614	2520.835	E
477	9875903.94	770948.019	2520.636	B
478	9875897.74	770950.754	2520.978	B
479	9875896.77	770930.039	2519.016	E
480	9875893.24	770929.5	2519.106	B
481	9875899.91	770929.781	2518.761	B
482	9875900.12	770908.771	2517.167	E
483	9875903.13	770908.634	2517.225	B
484	9875896.99	770907.706	2516.861	B
485	9875895.53	770893.707	2515.73	E
486	9875897.56	770891.949	2515.875	B
487	9875892.44	770894.705	2515.42	B
488	9875880.06	770882.079	2513.864	E
489	9875878.88	770884.813	2513.593	B
490	9875879.5	770879.235	2513.887	B
491	9875856.22	770884.191	2511.722	E
492	9875857.02	770887.315	2511.566	B
493	9875854.32	770882.4	2511.678	B
494	9875826.03	770897.448	2508.697	E
495	9875827.09	770900.205	2508.678	B
496	9875823.83	770895.384	2508.494	B
497	9875821.2	770898.811	2508.271	G
498	9875807.87	770905.56	2507.214	E
499	9875806.97	770902.646	2507.03	B
500	9875806.57	770908.964	2507.058	B
501	9875786.25	770905.992	2505.54	E
502	9875785.42	770908.788	2505.531	B
503	9875786.53	770903.318	2505.44	B
504	9875763.04	770900.472	2503.528	E
505	9875763.88	770897.614	2503.388	B
506	9875762.09	770903.488	2503.602	B
507	9875747.85	770893.166	2502.369	E

508	9875749.05	770891.046	2502.295	B
509	9875745.18	770895.113	2502.409	B
510	9875740.4	770890.848	2502.04	P
511	9875741.75	770888.736	2502.087	P
512	9875742.92	770887.093	2502.107	P
513	9875729.1	770876.566	2501.994	P
514	9875728.01	770878.035	2502.023	P
515	9875726.49	770879.893	2502.005	P
516	9875716.41	770870.598	2502.939	B
517	9875717.75	770868.454	2502.866	E
518	9875721.35	770866.324	2502.601	B
519	9875724.85	770865.711	2502.613	BM

ESTUDIO DE TRÁFICO

Anexo 50: Datos conteo vehicular Día 1.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
RECOLECCIÓN DE DATOS POR AMBOS SENTIDOS

FICM

PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

FECHA: 26-08-2024	DÍA: 1	UBICACIÓN: PÍLLARO	ESTADO DEL TIEMPO: SOLEADO	RESPONSABLE: FELIPE CRESPO VEGA	HOJA No: 1 de 7

HORA	INICIAL	FINAL	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	SUMATORIA
									DOS EJES					
			AUTOMOVILES	CAMIONETAS SUV	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	TRES EJES	>TRES EJES	No EJES	TOTAL POR HORA
6	6:00:00	6:15:00	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	6
	6:15:00	6:30:00	2	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	9
	6:30:00	6:45:00	1	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	6
	6:45:00	7:00:00	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	TOTAL PARCIAL		6	11	2	1	4	0	3	0	0	0	0	27
7	7:00:00	7:15:00	2	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	6
	7:15:00	7:30:00	3	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	9
	7:30:00	7:45:00	4	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	10
	7:45:00	8:00:00	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
	TOTAL PARCIAL		9	12	2	2	0	0	5	0	1	0	0	31
8	8:00:00	8:15:00	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	8:15:00	8:30:00	3	5	1	0	0	0	2	1	0	0	0	12
	8:30:00	8:45:00	4	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11
	8:45:00	9:00:00	2	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8
	TOTAL PARCIAL		15	15	2	1	0	0	4	1	0	0	0	38
9	9:00:00	9:15:00	4	5	1	0	0	0	2	0	0	0	0	12
	9:15:00	9:30:00	5	2	3	0	0	0	4	0	0	0	2	16
	9:30:00	9:45:00	5	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11
	9:45:00	10:00:00	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	TOTAL PARCIAL		16	17	5	0	0	0	7	0	0	0	2	47
10	10:00:00	10:15:00	2	5	0	1	0	0	1	0	0	0	1	10
	10:15:00	10:30:00	4	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	12
	10:30:00	10:45:00	5	9	1	1	0	0	2	0	0	0	0	18
	10:45:00	11:00:00	4	5	0	1	0	0	3	1	0	0	1	15
	TOTAL PARCIAL		15	25	1	3	0	0	8	1	0	0	2	55
11	11:00:00	11:15:00	3	8	1	0	0	0	1	1	0	0	0	14
	11:15:00	11:30:00	5	5	0	1	0	0	2	0	0	0	0	13
	11:30:00	11:45:00	3	7	3	0	0	0	0	1	0	0	0	14
	11:45:00	12:00:00	3	8	0	0	0	0	1	2	1	0	0	15
	TOTAL PARCIAL		14	28	4	1	0	0	4	4	1	0	0	56
12	12:00:00	12:15:00	3	4	1	0	0	0	1	0	2	0	0	11
	12:15:00	12:30:00	4	5	0	0	0	0	1	2	0	0	1	13
	12:30:00	12:45:00	6	3	0	0	0	0	4	1	0	0	0	14
	12:45:00	13:00:00	3	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	14
	TOTAL PARCIAL		16	21	1	0	0	0	8	3	2	0	1	52
13	13:00:00	13:15:00	6	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12
	13:15:00	13:30:00	2	8	1	0	0	0	2	0	0	0	0	13
	13:30:00	13:45:00	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	13:45:00	14:00:00	8	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15
	TOTAL PARCIAL		21	24	3	0	1	0	3	0	0	0	0	52
14	14:00:00	14:15:00	6	4	2	0	0	0	2	1	0	0	0	15
	14:15:00	14:30:00	5	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
	14:30:00	14:45:00	8	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16
	14:45:00	15:00:00	8	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	17
	TOTAL PARCIAL		27	25	2	0	1	0	3	3	0	0	0	61
15	15:00:00	15:15:00	4	3	0	1	1	0	2	0	0	0	0	11
	15:15:00	15:30:00	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	15:30:00	15:45:00	9	7	0	3	0	0	3	1	0	0	0	23
	15:45:00	16:00:00	7	5	0	1	0	0	1	0	0	0	1	15
	TOTAL PARCIAL		29	19	1	5	1	0	6	1	0	0	1	63
16	16:00:00	16:15:00	6	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	14
	16:15:00	16:30:00	9	7	0	2	0	0	2	0	0	0	0	20
	16:30:00	16:45:00	10	6	0	0	1	0	0	2	0	0	0	19
	16:45:00	17:00:00	6	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	16
	TOTAL PARCIAL		31	25	1	2	1	0	7	2	0	0	0	69
17	17:00:00	17:15:00	14	2	0	0	0	0	3	1	0	0	0	20
	17:15:00	17:30:00	5	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9
	17:30:00	17:45:00	9	6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	17
	17:45:00	18:00:00	6	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13
	TOTAL PARCIAL		34	15	0	0	0	0	8	2	0	0	0	59
SUMA 1			233	237	24	15	8	0	66	17	4	0	6	
SUMA 2			494			23			87				6	
SUMA 3			610											

Anexo 51: Datos conteo vehicular Día 2.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
RECOLECCION DE DATOS POR AMBOS SENTIDOS

FICM

PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
FECHA: 27-08-2024	DÍA: 2	UBICACIÓN:	PÍLLARO	ESTADO DEL TIEMPO:	SOLEADO	RESPONSABLE:	FELIPE CRESPO VEGA	HOJA No:	1 de 7

HORA	INICIAL	FINAL	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
			AUTOMOVILES	CAMIONETAS SUV	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES LIVIANOS	DOS EJES MEDIANOS	TRES EJES	>TRES EJES	No EJES	
6	6:00:00	6:15:00	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	6:15:00	6:30:00	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
	6:30:00	6:45:00	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	8
	6:45:00	7:00:00	3	3	1	0	1	0	1	0	1	0	0	10
	TOTAL PARCIAL		11	9	1	0	1	0	4	2	1	0	0	*29*
7	7:00:00	7:15:00	4	6	0	0	1	0	3	1	1	0	0	16
	7:15:00	7:30:00	5	7	2	0	0	0	4	2	0	0	0	20
	7:30:00	7:45:00	4	5	1	0	1	0	0	1	2	0	0	14
	7:45:00	8:00:00	6	9	1	0	0	0	1	2	3	0	0	22
	TOTAL PARCIAL		19	27	4	0	2	0	8	6	6	0	0	*72*
8	8:00:00	8:15:00	7	8	0	0	0	0	4	3	0	0	0	22
	8:15:00	8:30:00	5	7	1	0	0	0	3	0	1	0	2	19
	8:30:00	8:45:00	8	12	2	1	0	0	1	1	1	0	0	26
	8:45:00	9:00:00	6	9	0	0	1	0	2	0	0	0	0	18
	TOTAL PARCIAL		26	36	3	1	1	0	10	4	2	0	2	*85*
9	9:00:00	9:15:00	8	12	0	0	0	0	3	2	1	0	0	26
	9:15:00	9:30:00	7	13	1	0	0	0	2	0	0	1	0	24
	9:30:00	9:45:00	8	17	0	1	0	0	3	1	0	0	1	31
	9:45:00	10:00:00	9	11	1	0	0	0	3	2	1	0	0	27
	TOTAL PARCIAL		32	53	2	1	0	0	11	5	2	1	1	*108*
10	10:00:00	10:15:00	5	10	0	1	0	0	2	0	1	0	0	19
	10:15:00	10:30:00	9	8	2	0	0	0	2	0	0	0	0	21
	10:30:00	10:45:00	8	11	1	0	1	0	0	3	0	0	0	24
	10:45:00	11:00:00	3	16	1	1	0	0	1	3	2	0	0	27
	TOTAL PARCIAL		25	45	4	2	1	0	5	6	3	0	0	*91*
11	11:00:00	11:15:00	8	9	0	0	1	0	4	1	0	0	1	24
	11:15:00	11:30:00	9	14	1	1	0	0	0	1	0	0	2	28
	11:30:00	11:45:00	6	13	0	0	1	0	1	0	0	0	0	21
	11:45:00	12:00:00	9	12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	23
	TOTAL PARCIAL		32	48	2	1	2	0	5	3	0	0	3	*96*
12	12:00:00	12:15:00	4	15	0	0	0	0	3	0	1	0	1	24
	12:15:00	12:30:00	8	11	2	0	0	0	5	2	0	0	1	29
	12:30:00	12:45:00	11	18	1	0	0	0	2	2	0	0	0	34
	12:45:00	13:00:00	6	12	2	1	1	0	1	1	0	0	0	24
	TOTAL PARCIAL		29	56	5	1	1	0	11	5	1	0	2	*111*
13	13:00:00	13:15:00	10	13	0	0	0	0	4	2	0	0	0	29
	13:15:00	13:30:00	15	16	1	0	0	0	0	0	1	0	0	33
	13:30:00	13:45:00	16	14	1	1	1	0	4	0	0	0	0	37
	13:45:00	14:00:00	13	16	1	0	0	0	3	1	2	0	0	36
	TOTAL PARCIAL		54	59	3	1	1	0	11	3	3	0	0	*135*
14	14:00:00	14:15:00	9	11	0	1	0	0	2	0	0	0	0	23
	14:15:00	14:30:00	7	13	0	1	0	0	0	1	0	0	0	22
	14:30:00	14:45:00	10	16	0	0	1	0	2	3	1	0	0	33
	14:45:00	15:00:00	9	10	0	1	0	0	4	0	0	0	0	24
	SUMA TOTAL		35	50	0	3	1	0	8	4	1	0	0	*102*
15	15:00:00	15:15:00	7	13	1	0	0	0	3	0	0	0	0	24
	15:15:00	15:30:00	8	16	2	0	0	0	1	1	0	1	0	29
	15:30:00	15:45:00	13	12	0	0	0	0	1	2	0	0	0	28
	15:45:00	16:00:00	12	14	1	0	0	0	4	0	0	0	0	31
	SUMA TOTAL		40	55	4	0	0	0	9	3	0	1	0	*112*
16	16:00:00	16:15:00	8	16	0	1	0	0	4	0	1	0	0	30
	16:15:00	16:30:00	7	15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	23
	16:30:00	16:45:00	8	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	23
	16:45:00	17:00:00	12	16	2	1	1	0	5	1	1	0	0	39
	SUMA TOTAL		35	60	2	2	1	0	11	2	2	0	0	*115*
17	17:00:00	17:15:00	10	11	0	0	0	0	3	0	0	0	0	24
	17:15:00	17:30:00	8	13	0	0	0	0	3	0	0	0	0	24
	17:30:00	17:45:00	7	15	1	0	0	0	2	1	0	0	0	26
	17:45:00	18:00:00	6	14	2	0	0	0	1	0	0	0	0	23
	SUMA TOTAL		31	53	3	0	0	0	9	1	0	0	0	*97*
SUMA 1			369	551	33	12	11	0	102	44	21	2	8	
SUMA 2			953			23			169				8	
SUMA 3			*1153*											

Anexo 52: Datos conteo vehicular Día 3.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
RECOLECCIÓN DE DATOS POR AMBOS SENTIDOS

FICM

PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.
FECHA: 28-08-2024	**DÍA:** 3 **UBICACIÓN:** PÍLLARO **ESTADO DEL TIEMPO:** SOLEADO **RESPONSABLE:** FELIPE CRESPO VEGA **HOJA No:** 1 de 7

HORA	INICIAL	FINAL	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
			AUTOMOVILES	CAMIONETAS SUV	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES LIVIANOS	DOS EJES MEDIANOS	TRES EJES	>TRES EJES	No EJES	
6	6:00:00	6:15:00	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	6:15:00	6:30:00	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	6
	6:30:00	6:45:00	1	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7
	6:45:00	7:00:00	2	3	0	0	2	0	3	0	0	0	0	10
	TOTAL PARCIAL		6	12	1	0	3	0	6	0	0	0	0	*28*
7	7:00:00	7:15:00	3	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	9
	7:15:00	7:30:00	4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	7
	7:30:00	7:45:00	2	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	7
	7:45:00	8:00:00	2	4	2	1	0	0	1	0	0	0	0	10
	TOTAL PARCIAL		11	10	3	3	0	0	6	0	0	0	0	*33*
8	8:00:00	8:15:00	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	9
	8:15:00	8:30:00	6	3	0	1	0	0	2	0	0	0	0	12
	8:30:00	8:45:00	5	6	3	0	0	0	1	0	0	0	0	15
	8:45:00	9:00:00	3	4	1	0	0	0	0	1	0	0	1	10
	TOTAL PARCIAL		18	15	6	1	0	0	3	1	1	0	1	*46*
9	9:00:00	9:15:00	5	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	10
	9:15:00	9:30:00	2	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9
	9:30:00	9:45:00	6	5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	14
	9:45:00	10:00:00	4	3	1	0	0	0	1	0	0	0	1	10
	TOTAL PARCIAL		17	15	2	2	0	0	6	0	0	0	1	*43*
10	10:00:00	10:15:00	5	6	0	0	0	0	2	0	0	0	1	14
	10:15:00	10:30:00	3	5	1	1	0	0	1	0	1	0	0	12
	10:30:00	10:45:00	4	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	14
	10:45:00	11:00:00	7	3	2	0	1	0	2	0	0	0	1	16
	TOTAL PARCIAL		19	22	3	3	1	0	5	0	1	0	2	*56*
11	11:00:00	11:15:00	5	6	0	0	0	0	2	1	0	0	0	14
	11:15:00	11:30:00	6	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	15
	11:30:00	11:45:00	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
	11:45:00	12:00:00	4	8	1	0	0	0	2	0	0	0	1	16
	TOTAL PARCIAL		17	25	2	1	0	0	5	1	0	0	1	*52*
12	12:00:00	12:15:00	5	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12
	12:15:00	12:30:00	3	7	1	0	0	0	0	2	0	0	0	13
	12:30:00	12:45:00	4	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	9
	12:45:00	13:00:00	7	5	1	1	0	0	3	0	0	0	0	17
	TOTAL PARCIAL		19	20	2	1	0	0	6	2	1	0	0	*51*
13	13:00:00	13:15:00	7	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	15
	13:15:00	13:30:00	3	5	2	1	0	0	2	1	0	0	0	14
	13:30:00	13:45:00	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	13:45:00	14:00:00	6	8	1	0	1	0	1	0	0	0	0	17
	TOTAL PARCIAL		24	23	4	1	1	0	4	1	0	0	0	*58*
14	14:00:00	14:15:00	5	4	0	0	0	0	2	2	0	0	0	13
	14:15:00	14:30:00	7	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	17
	14:30:00	14:45:00	6	6	1	0	0	0	2	2	0	0	0	17
	14:45:00	15:00:00	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	SUMA TOTAL		20	24	2	0	1	0	4	4	0	0	0	*55*
15	15:00:00	15:15:00	3	5	0	1	0	0	1	0	1	0	0	11
	15:15:00	15:30:00	8	6	0	0	0	0	3	0	0	0	0	17
	15:30:00	15:45:00	7	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	14
	15:45:00	16:00:00	8	8	0	2	1	0	2	0	0	0	0	21
	SUMA TOTAL		26	24	1	3	1	0	7	0	1	0	0	*63*
16	16:00:00	16:15:00	8	4	1	0	0	0	3	0	1	0	0	17
	16:15:00	16:30:00	8	6	0	0	0	0	4	2	0	0	0	20
	16:30:00	16:45:00	9	7	1	1	0	0	1	1	0	0	0	20
	16:45:00	17:00:00	6	5	0	1	0	0	1	0	0	0	0	13
	SUMA TOTAL		31	22	2	2	0	0	9	3	1	0	0	*70*
17	17:00:00	17:15:00	10	5	1	0	0	0	2	0	0	0	0	18
	17:15:00	17:30:00	7	6	0	0	0	0	3	0	1	0	0	17
	17:30:00	17:45:00	8	4	0	1	0	0	1	1	0	0	0	15
	17:45:00	18:00:00	7	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	16
	SUMA TOTAL		32	22	1	1	0	0	8	1	1	0	0	*66*
SUMA 1			240	234	29	18	7	0	69	13	6	0	5	
SUMA 2			503			25			88				5	
SUMA 3			*621*											

Anexo 53: Datos conteo vehicular Día 4.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
RECOLECCIÓN DE DATOS POR AMBOS SENTIDOS

FICM

PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.													
FECHA: 29-08-2024	DÍA: 4	UBICACIÓN:	PÍLLARO	ESTADO DEL TIEMPO:	SOLEADO	RESPONSABLE:	FELIPE CRESPO VEGA	HOJA No:	1 de 7					

HORA	INICIAL	FINAL	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
			AUTOMOVILES	CAMIONETAS SUV	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES LIVIANOS	DOS EJES MEDIANOS	TRES EJES	>TRES EJES	No EJES	
6	6:00:00	6:15:00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	6:15:00	6:30:00	1	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
	6:30:00	6:45:00	2	3	0	1	1	0	1	0	0	0	0	8
	6:45:00	7:00:00	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	TOTAL PARCIAL		4	8	2	1	2	0	2	0	0	0	0	19
7	7:00:00	7:15:00	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
	7:15:00	7:30:00	3	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	7
	7:30:00	7:45:00	3	3	1	1	0	0	2	0	0	0	0	10
	7:45:00	8:00:00	1	3	0	2	0	0	2	0	1	0	0	9
	TOTAL PARCIAL		8	9	1	4	0	0	6	1	1	0	0	30
8	8:00:00	8:15:00	5	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	10
	8:15:00	8:30:00	4	4	2	1	0	0	1	0	0	0	0	12
	8:30:00	8:45:00	3	4	1	1	0	0	2	0	0	0	0	11
	8:45:00	9:00:00	4	3	0	1	0	0	1	1	0	0	0	10
	TOTAL PARCIAL		16	14	3	3	0	0	5	1	1	0	0	43
9	9:00:00	9:15:00	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	9:15:00	9:30:00	6	3	1	1	0	0	2	0	0	0	1	14
	9:30:00	9:45:00	5	3	0	0	0	0	2	1	0	0	1	12
	9:45:00	10:00:00	5	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	13
	TOTAL PARCIAL		18	16	4	1	0	0	5	1	0	0	2	47
10	10:00:00	10:15:00	4	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	10
	10:15:00	10:30:00	6	7	1	0	0	0	2	1	0	0	0	17
	10:30:00	10:45:00	7	8	1	1	0	0	1	0	0	0	0	18
	10:45:00	11:00:00	3	2	0	2	0	0	2	1	0	0	1	11
	TOTAL PARCIAL		20	21	2	4	0	0	6	2	0	0	1	56
11	11:00:00	11:15:00	4	7	2	0	1	0	1	0	0	0	0	15
	11:15:00	11:30:00	8	5	0	0	0	0	3	1	0	0	0	17
	11:30:00	11:45:00	1	5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	8
	11:45:00	12:00:00	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
	TOTAL PARCIAL		15	21	3	2	1	0	4	1	1	0	0	48
12	12:00:00	12:15:00	7	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	14
	12:15:00	12:30:00	5	6	0	1	0	0	3	0	0	0	0	15
	12:30:00	12:45:00	5	4	2	0	0	0	1	0	1	0	0	13
	12:45:00	13:00:00	4	8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	14
	TOTAL PARCIAL		21	23	2	1	0	0	6	0	2	0	1	56
13	13:00:00	13:15:00	8	7	0	0	0	0	3	0	0	0	0	18
	13:15:00	13:30:00	5	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10
	13:30:00	13:45:00	6	3	0	1	0	0	2	0	0	0	0	12
	13:45:00	14:00:00	7	5	1	1	0	0	0	1	0	0	0	15
	TOTAL PARCIAL		26	19	1	2	0	0	5	2	0	0	0	55
14	14:00:00	14:15:00	7	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11
	14:15:00	14:30:00	6	7	0	1	0	0	2	0	0	0	0	16
	14:30:00	14:45:00	7	8	2	0	0	0	0	1	0	0	0	18
	14:45:00	15:00:00	5	4	2	1	0	0	1	2	0	0	0	15
	SUMA TOTAL		25	22	4	2	0	0	4	3	0	0	0	60
15	15:00:00	15:15:00	5	4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	12
	15:15:00	15:30:00	7	7	0	2	0	0	2	0	0	0	0	18
	15:30:00	15:45:00	8	6	1	1	0	0	1	0	0	0	0	17
	15:45:00	16:00:00	5	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	11
	SUMA TOTAL		25	21	3	4	0	0	5	0	0	0	0	58
16	16:00:00	16:15:00	6	5	1	1	0	0	5	0	0	0	0	18
	16:15:00	16:30:00	7	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15
	16:30:00	16:45:00	7	5	0	0	0	0	2	1	0	0	0	15
	16:45:00	17:00:00	8	6	0	0	1	0	1	0	0	0	0	16
	SUMA TOTAL		28	23	1	1	2	0	8	1	0	0	0	64
17	17:00:00	17:15:00	12	6	1	0	0	0	1	1	0	0	0	21
	17:15:00	17:30:00	6	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	13
	17:30:00	17:45:00	8	5	1	0	0	0	1	1	0	0	0	16
	17:45:00	18:00:00	5	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10
	SUMA TOTAL		31	18	2	0	0	0	6	3	0	0	0	60
SUMA 1			237	215	28	25	5	0	62	15	5	0	4	
SUMA 2			480			30			82				4	
SUMA 3			596											

Anexo 54: Datos conteo vehicular Día 5.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
RECOLECCIÓN DE DATOS POR AMBOS SENTIDOS

FICM

PROYECTO:	ESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGUI					
FECHA: 30-08-2024	**DÍA:** 5	**UBICACIÓN:** PÍLLARO	**ESTADO DEL TIEMPO:** TEMPLADO	**RESPONSABLE:**	IPE CRESPO VE	**HOJA:** 1 de 7

HORA	INICIAL	FINAL	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
			AUTOMOVILES	CAMIONETAS SUV	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES LIVIANOS	DOS EJES MEDIANOS	TRES EJES	No EJES	
6	6:00:00	6:15:00	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	5
	6:15:00	6:30:00	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	6:30:00	6:45:00	3	4	0	0	1	0	0	1	1	0	10
	6:45:00	7:00:00	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	6
	TOTAL PARCIAL		8	13	0	0	1	0	3	1	1	0	*27*
7	7:00:00	7:15:00	5	5	1	0	0	0	1	1	0	0	13
	7:15:00	7:30:00	6	8	0	1	0	0	4	0	0	1	20
	7:30:00	7:45:00	7	6	2	0	1	0	4	2	1	0	23
	7:45:00	8:00:00	3	7	2	0	0	0	3	2	1	0	18
	TOTAL PARCIAL		21	26	5	1	1	0	12	5	2	1	*74*
8	8:00:00	8:15:00	6	8	0	0	1	0	3	0	0	0	18
	8:15:00	8:30:00	7	7	0	0	0	0	3	2	1	0	20
	8:30:00	8:45:00	4	10	1	1	0	0	2	1	2	0	21
	8:45:00	9:00:00	3	10	1	0	1	0	1	1	0	0	17
	TOTAL PARCIAL		20	35	2	1	2	0	9	4	3	0	*76*
9	9:00:00	9:15:00	6	10	0	0	0	0	4	1	0	0	21
	9:15:00	9:30:00	8	14	0	0	0	0	2	1	0	0	25
	9:30:00	9:45:00	10	15	1	0	0	0	2	0	0	0	28
	9:45:00	10:00:00	12	16	0	1	0	0	4	2	1	1	37
	TOTAL PARCIAL		36	55	1	1	0	0	12	4	1	1	*111*
10	10:00:00	10:15:00	8	14	0	1	1	0	1	1	1	0	27
	10:15:00	10:30:00	12	10	1	0	1	0	1	0	0	0	25
	10:30:00	10:45:00	6	13	0	0	0	0	4	2	0	0	25
	10:45:00	11:00:00	7	12	2	1	0	0	4	3	1	0	30
	TOTAL PARCIAL		33	49	3	2	2	0	10	6	2	0	*107*
11	11:00:00	11:15:00	6	12	0	0	0	0	3	3	0	0	24
	11:15:00	11:30:00	9	10	2	1	0	0	2	2	0	2	28
	11:30:00	11:45:00	9	14	0	0	0	0	2	1	0	1	27
	11:45:00	12:00:00	5	16	1	0	0	0	1	1	0	0	24
	TOTAL PARCIAL		29	52	3	1	0	0	8	7	0	3	*103*
12	12:00:00	12:15:00	6	10	0	0	1	0	2	1	0	0	20
	12:15:00	12:30:00	10	12	2	0	0	0	0	2	1	0	27
	12:30:00	12:45:00	9	10	2	1	1	0	0	0	0	0	23
	12:45:00	13:00:00	6	11	1	1	0	0	5	1	0	0	25
	TOTAL PARCIAL		31	43	5	2	2	0	7	4	1	0	*95*
13	13:00:00	13:15:00	8	14	1	0	0	0	5	1	0	0	29
	13:15:00	13:30:00	12	13	0	0	0	0	3	1	0	0	29
	13:30:00	13:45:00	11	15	0	1	0	0	1	2	0	0	30
	13:45:00	14:00:00	7	12	1	0	1	0	1	0	0	0	22
	TOTAL PARCIAL		38	54	2	1	1	0	10	4	0	0	*110*
14	14:00:00	14:15:00	8	14	0	1	0	0	3	0	0	0	26
	14:15:00	14:30:00	10	16	0	0	0	0	5	0	0	0	31
	14:30:00	14:45:00	5	10	1	0	1	0	2	1	0	0	20
	14:45:00	15:00:00	8	15	2	2	0	0	1	0	0	0	28
	SUMA TOTAL		31	55	3	3	1	0	11	1	0	0	*105*
15	15:00:00	15:15:00	9	15	0	0	0	0	4	0	0	0	28
	15:15:00	15:30:00	5	12	1	0	0	0	2	1	0	1	22
	15:30:00	15:45:00	10	11	1	1	0	0	2	0	0	0	25
	15:45:00	16:00:00	9	10	0	0	1	0	1	0	1	0	22
	SUMA TOTAL		33	48	2	1	1	0	9	1	1	1	*97*
16	16:00:00	16:15:00	13	15	0	0	0	0	3	0	0	0	31
	16:15:00	16:30:00	8	16	0	0	0	0	4	0	0	0	28
	16:30:00	16:45:00	10	18	1	0	1	0	1	0	0	0	31
	16:45:00	17:00:00	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	21
	SUMA TOTAL		40	61	1	0	1	0	8	0	0	0	*111*
17	17:00:00	17:15:00	8	12	0	0	0	0	1	0	0	0	21
	17:15:00	17:30:00	10	15	0	0	0	0	3	1	0	0	29
	17:30:00	17:45:00	9	16	2	1	1	0	1	0	0	0	30
	17:45:00	18:00:00	6	12	0	0	0	0	2	0	0	0	20
	SUMA TOTAL		33	55	2	1	1	0	7	1	0	0	*100*
SUMA 1			353	546	29	14	13	0	106	38	11	6	
SUMA 2			928			27			155			6	
SUMA 3			*1116*										

Anexo 55: Datos conteo vehicular Día 6.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
RECOLECCIÓN DE DATOS POR AMBOS SENTIDOS

FICM

PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.																					
FECHA: 31-08-2024			**DÍA:**	6	**UBICACIÓN:**	PÍLLARO	**ESTADO DEL TIEMPO:**	SOLEADO	**RESPONSABLE:**	FELIPE CRESPO VEGA	**HOJA No:**	1 de 7											
HORA			**LIVIANOS**			**BUSES**			**CAMIONES**							**OTROS**	**SUMATORIA**					
	INICIAL	**FINAL**	**AUTOMOVILES**	**CAMIONETAS SUV**	**MOTOS**	**LIVIANOS**	**MEDIANOS**	**PESADOS**	**DOS EJES LIVIANOS**	**DOS EJES MEDIANOS**	**TRES EJES**	**>TRES EJES**				**No EJES**	**TOTAL**					
																	**POR HORA**					
6	6:00:00	6:15:00	3	2	0	0	1	0	2	1	1	0				0	10					
	6:15:00	6:30:00	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0				0	5					
	6:30:00	6:45:00	3	3	0	0	1	0	1	0	1	0				0	9					
	6:45:00	7:00:00	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0				0	5					
	TOTAL PARCIAL		9	11	0	0	2	0	3	2	2	0				0	*29*					
7	7:00:00	7:15:00	2	4	2	0	0	0	2	2	0	0				0	12					
	7:15:00	7:30:00	4	5	1	0	0	0	3	3	2	0				0	18					
	7:30:00	7:45:00	6	9	3	0	0	0	1	2	1	0				0	22					
	7:45:00	8:00:00	4	10	1	0	0	0	4	1	2	0				0	22					
	TOTAL PARCIAL		16	28	7	0	0	0	10	8	5	0				0	*74*					
8	8:00:00	8:15:00	5	5	0	0	0	0	2	0	0	0				0	12					
	8:15:00	8:30:00	4	9	0	0	0	0	2	1	1	0				0	17					
	8:30:00	8:45:00	3	8	1	0	0	0	3	2	0	0				0	17					
	8:45:00	9:00:00	5	11	0	0	0	0	0	0	0	1				0	17					
	TOTAL PARCIAL		17	33	1	0	0	0	7	3	1	1				0	*63*					
9	9:00:00	9:15:00	5	9	0	1	0	0	2	1	0	0				0	18					
	9:15:00	9:30:00	6	10	0	0	0	0	3	0	0	0				0	19					
	9:30:00	9:45:00	8	11	0	0	1	0	3	2	1	0				0	26					
	9:45:00	10:00:00	4	12	0	0	0	0	0	0	0	0				0	16					
	TOTAL PARCIAL		23	42	0	1	1	0	8	3	1	0				0	*79*					
10	10:00:00	10:15:00	11	8	1	0	1	0	0	1	0	0				1	23					
	10:15:00	10:30:00	8	12	0	0	0	0	2	2	0	0				1	25					
	10:30:00	10:45:00	4	15	0	1	0	0	3	1	0	0				2	26					
	10:45:00	11:00:00	6	14	0	0	0	0	2	0	1	0				0	23					
	TOTAL PARCIAL		29	49	1	1	1	0	7	4	1	0				4	*97*					
11	11:00:00	11:15:00	5	16	2	0	0	0	2	2	1	0				0	28					
	11:15:00	11:30:00	7	12	1	0	0	0	6	1	0	0				0	27					
	11:30:00	11:45:00	3	11	0	1	0	0	3	1	0	0				1	20					
	11:45:00	12:00:00	2	15	3	0	0	0	0	1	0	0				1	22					
	TOTAL PARCIAL		17	54	6	1	0	0	11	5	1	0				2	*97*					
12	12:00:00	12:15:00	7	11	1	0	0	0	1	2	2	0				0	24					
	12:15:00	12:30:00	13	16	1	2	0	0	1	1	0	0				1	35					
	12:30:00	12:45:00	12	15	2	1	1	0	0	1	0	0				0	32					
	12:45:00	13:00:00	4	14	0	1	0	0	2	4	1	0				0	26					
	TOTAL PARCIAL		36	56	4	4	1	0	4	8	3	0				1	*117*					
13	13:00:00	13:15:00	9	8	1	0	0	0	3	0	0	0				0	21					
	13:15:00	13:30:00	14	11	1	0	0	0	1	3	0	0				0	30					
	13:30:00	13:45:00	13	12	0	0	0	0	2	0	0	0				0	27					
	13:45:00	14:00:00	6	14	1	0	0	0	3	1	0	0				0	25					
	TOTAL PARCIAL		42	45	3	0	0	0	9	4	0	0				0	*103*					
14	14:00:00	14:15:00	7	15	0	0	1	0	1	0	0	0				0	24					
	14:15:00	14:30:00	11	12	1	0	0	0	2	0	0	0				1	27					
	14:30:00	14:45:00	3	13	1	0	0	0	1	0	0	0				0	18					
	14:45:00	15:00:00	6	16	0	1	0	0	3	0	0	0				0	26					
	SUMA TOTAL		27	56	2	1	1	0	7	0	0	0				1	*95*					
15	15:00:00	15:15:00	12	16	0	0	0	0	2	1	0	0				0	31					
	15:15:00	15:30:00	8	14	0	0	0	0	3	1	0	0				0	26					
	15:30:00	15:45:00	11	13	0	0	0	0	4	0	0	0				0	28					
	15:45:00	16:00:00	6	9	0	0	0	0	1	0	0	0				0	16					
	SUMA TOTAL		37	52	0	0	0	0	10	2	0	0				0	*101*					
16	16:00:00	16:15:00	12	15	1	0	0	0	2	0	0	0				0	30					
	16:15:00	16:30:00	9	16	0	0	0	0	3	0	0	0				0	28					
	16:30:00	16:45:00	11	18	2	0	0	0	1	0	0	0				0	32					
	16:45:00	17:00:00	10	12	0	1	0	0	4	0	0	0				0	27					
	SUMA TOTAL		42	61	3	1	0	0	10	0	0	0				0	*117*					
17	17:00:00	17:15:00	9	7	1	0	0	0	2	0	0	0				0	19					
	17:15:00	17:30:00	11	10	0	1	1	0	4	1	1	0				0	29					
	17:30:00	17:45:00	8	14	1	0	1	0	1	0	0	0				0	25					
	17:45:00	18:00:00	3	16	1	0	0	0	3	0	0	0				1	24					
	SUMA TOTAL		31	47	3	1	2	0	10	1	1	0				1	*97*					
SUMA 1			326	534	30	10	8	0	96	40	15	1				9						
SUMA 2			890			18			152							9						
SUMA 3			*1069*																			

Anexo 56: Datos conteo vehicular Día 7.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
RECOLECCION DE DATOS POR AMBOS SENTIDOS

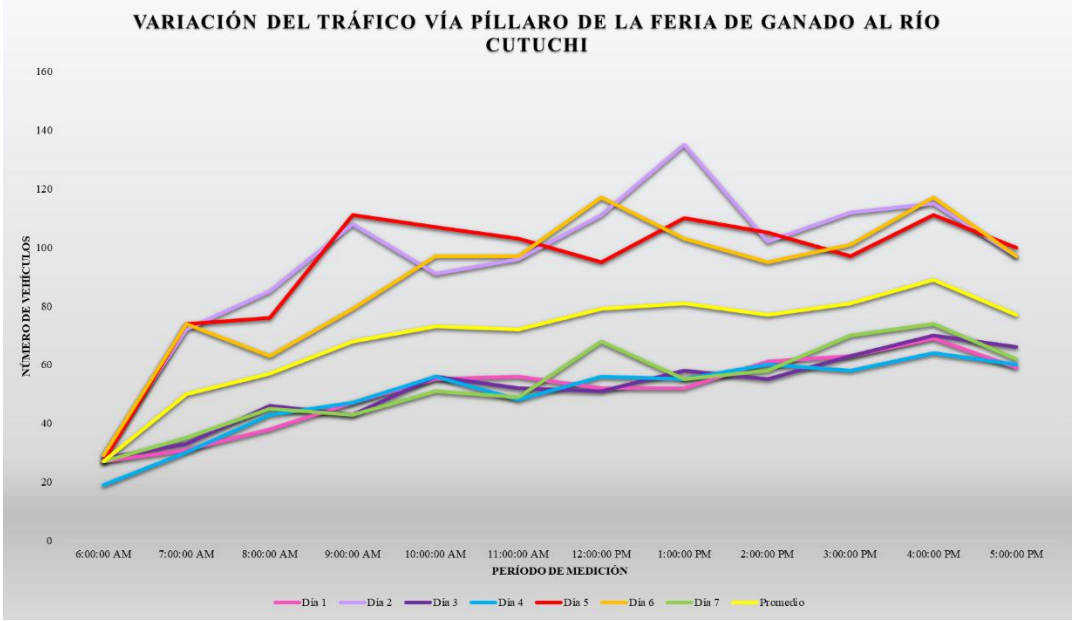
FICM

PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.																		
FECHA: 01-09-2024			**DÍA:**	7	**UBICACIÓN:**	PÍLLARO	**ESTADO DEL TIEMPO:**	SOLEADO		**RESPONSABLE:**	FELIPE CRESPO VEGA		**HOJA No:**	1 de 7					
			LIVIANOS			BUSES			CAMIONES						OTROS	SUMATORIA			
									DOS EJES										
HORA	INICIAL	FINAL	AUTOMOVILES	CAMIONETAS SUV	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS		TRES EJES	>TRES EJES		No EJES	TOTAL			
																POR HORA			
6	6:00:00	6:15:00	1	4	0	0	0	0	2	0		0	0		0	7			
	6:15:00	6:30:00	2	2	2	0	0	0	1	0		0	0		0	7			
	6:30:00	6:45:00	1	3	0	0	1	0	1	0		0	0		0	6			
	6:45:00	7:00:00	1	2	0	0	0	0	4	0		0	0		0	7			
	SUMA TOTAL		5	11	2	0	1	0	8	0		0	0		0	27			
7	7:00:00	7:15:00	2	4	0	2	0	0	3	0		0	0		0	11			
	7:15:00	7:30:00	2	2	1	1	0	0	2	1		0	0		0	9			
	7:30:00	7:45:00	4	3	0	1	0	0	1	0		0	0		0	9			
	7:45:00	8:00:00	0	4	1	0	0	0	1	0		0	0		0	6			
	SUMA TOTAL		8	13	2	4	0	0	7	1		0	0		0	35			
8	8:00:00	8:15:00	5	4	1	0	0	0	1	0		0	0		0	11			
	8:15:00	8:30:00	5	2	0	1	0	0	3	1		0	0		0	12			
	8:30:00	8:45:00	3	5	3	1	0	0	0	0		0	0		0	12			
	8:45:00	9:00:00	2	8	0	0	0	0	0	0		0	0		0	10			
	SUMA TOTAL		15	19	4	2	0	0	4	1		0	0		0	45			
9	9:00:00	9:15:00	3	1	0	0	0	0	2	0		0	0		0	6			
	9:15:00	9:30:00	4	6	0	0	0	0	3	0		1	0		0	14			
	9:30:00	9:45:00	7	4	3	0	0	0	1	0		0	0		0	15			
	9:45:00	10:00:00	3	2	2	0	0	0	0	0		0	0		1	8			
	SUMA TOTAL		17	13	5	0	0	0	6	0		1	0		1	43			
10	10:00:00	10:15:00	6	5	0	1	0	0	1	0		0	0		0	13			
	10:15:00	10:30:00	5	6	1	2	0	0	1	1		0	0		0	16			
	10:30:00	10:45:00	8	3	1	0	0	0	1	0		0	0		0	13			
	10:45:00	11:00:00	2	7	0	0	0	0	0	0		0	0		0	9			
	SUMA TOTAL		21	21	2	3	0	0	3	1		0	0		0	51			
11	11:00:00	11:15:00	5	7	0	1	0	0	2	1		0	0		0	16			
	11:15:00	11:30:00	9	4	1	1	0	0	0	0		0	0		0	15			
	11:30:00	11:45:00	2	3	0	0	0	0	1	0		1	0		0	7			
	11:45:00	12:00:00	3	6	0	0	0	0	2	0		0	0		0	11			
	SUMA TOTAL		19	20	1	2	0	0	5	1		1	0		0	49			
12	12:00:00	12:15:00	9	10	1	0	0	0	0	0		0	0		0	20			
	12:15:00	12:30:00	8	8	1	2	0	0	1	0		1	0		0	21			
	12:30:00	12:45:00	3	7	0	1	0	0	1	0		0	1		0	13			
	12:45:00	13:00:00	4	9	0	0	0	0	1	0		0	0		0	14			
	SUMA TOTAL		24	34	2	3	0	0	3	0		1	1		0	68			
13	13:00:00	13:15:00	9	8	1	0	0	0	2	0		0	0		0	20			
	13:15:00	13:30:00	4	4	0	1	0	0	0	0		0	0		0	9			
	13:30:00	13:45:00	9	2	0	1	0	0	1	0		0	0		0	13			
	13:45:00	14:00:00	10	1	0	0	0	0	1	1		0	0		0	13			
	SUMA TOTAL		32	15	1	2	0	0	4	1		0	0		0	55			
14	14:00:00	14:15:00	8	2	0	0	0	0	2	0		0	0		0	12			
	14:15:00	14:30:00	9	7	1	0	1	0	1	1		0	0		0	20			
	14:30:00	14:45:00	5	9	2	0	0	0	2	1		0	0		0	19			
	14:45:00	15:00:00	1	5	0	0	0	0	0	1		0	0		0	7			
	SUMA TOTAL		23	23	3	0	1	0	5	3		0	0		0	58			
15	15:00:00	15:15:00	4	8	1	0	0	0	1	0		0	0		0	14			
	15:15:00	15:30:00	9	9	0	2	0	0	4	0		0	0		0	24			
	15:30:00	15:45:00	8	6	0	0	1	0	2	0		0	0		0	17			
	15:45:00	16:00:00	6	5	1	0	1	0	1	0		1	0		0	15			
	SUMA TOTAL		27	28	2	2	2	0	8	0		1	0		0	70			
16	16:00:00	16:15:00	9	8	0	0	0	0	2	0		0	0		0	19			
	16:15:00	16:30:00	8	5	1	0	0	0	3	1		0	0		0	18			
	16:30:00	16:45:00	8	6	0	2	0	0	2	0		1	0		0	19			
	16:45:00	17:00:00	9	8	1	0	0	0	0	0		0	0		0	18			
	SUMA TOTAL		34	27	2	2	0	0	7	1		1	0		0	74			
17	17:00:00	17:15:00	9	8	0	0	1	0	3	0		0	0		0	21			
	17:15:00	17:30:00	8	6	0	0	0	0	4	0		0	0		0	18			
	17:30:00	17:45:00	7	2	1	0	0	0	2	0		0	0		0	12			
	17:45:00	18:00:00	7	3	0	0	0	0	1	0		0	0		0	11			
	SUMA TOTAL		31	19	1	0	1	0	10	0		0	0		0	62			
SUMA 1			256	243	27	20	5	0	70	9		5	1		1				
SUMA 2			526			25			85						1				
SUMA 3			637																

Anexo 57: Resumen semanal tráfico vehicular.

HORA		NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DIA-HORA							TOTAL SEMANAL
INICAL	FINAL	DIA LUNES	DIA MARTES	DIA MIÉRCOLES	DIA JUEVES	DIA VIERNES	DIA SÁBADO	DIA DOMINGO	
6:00:00	7:00:00	27	29	28	19	27	29	27	186
7:00:00	8:00:00	31	72	33	30	74	74	35	349
8:00:00	9:00:00	38	85	46	43	76	63	45	396
9:00:00	10:00:00	47	108	43	47	111	79	43	478
10:00:00	11:00:00	55	91	56	56	107	97	51	513
11:00:00	12:00:00	56	96	52	48	103	97	49	501
12:00:00	13:00:00	52	111	51	56	95	117	68	550
13:00:00	14:00:00	52	135	58	55	110	103	55	568
14:00:00	15:00:00	61	102	55	60	105	95	58	536
15:00:00	16:00:00	63	112	63	58	97	101	70	564
16:00:00	17:00:00	69	115	70	64	111	117	74	620
17:00:00	18:00:00	59	97	66	60	100	97	62	541

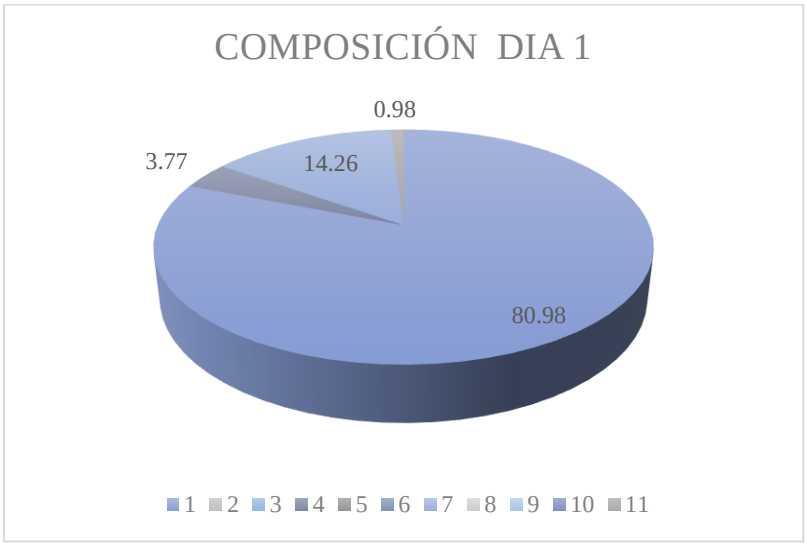
Anexo 58: Variación del tráfico vehicular.



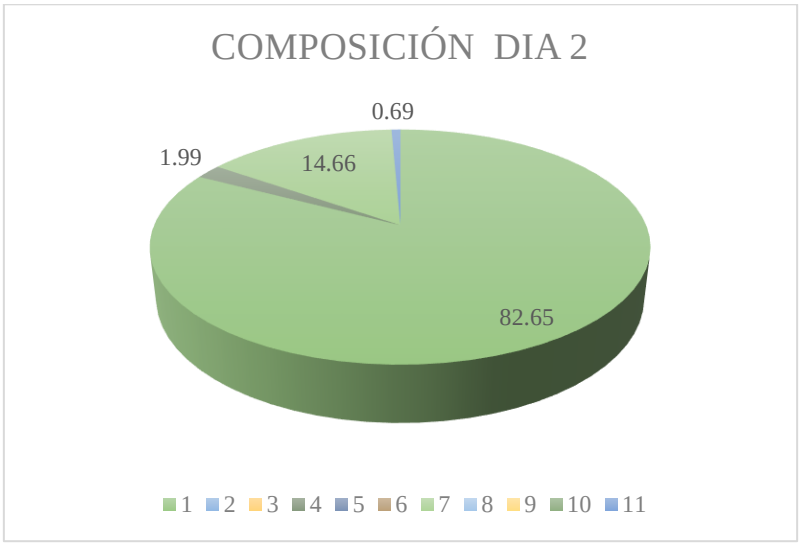
Anexo 59: Composición por día tráfico vehicular.

	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL
	AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	CAMIONES 2 EJES LIVIANOS	CAMIONES 2 EJES MEDIANOS	3 EJES	> 3 EJES		
DIA 1	233	237	24	15	8	0	66	17	4	0	6	
		494			23			87			6	
		80.98			**3.77**			**14.26**			**0.98**	*610*
DIA 2	369	551	33	12	11	0	102	44	21	2	8	
		953			23			169			8	
		82.65			**1.99**			**14.66**			**0.69**	*1153*
DIA 3	240	234	29	18	7	0	69	13	6	0	5	
		503			25			88			5	
		81.00			**4.03**			**14.17**			**0.81**	*621*
DIA 4	237	215	28	25	5	0	62	15	5	0	4	
		480			30			82			4	
		80.54			**5.03**			**13.76**			**0.67**	*596*
DIA 5	353	546	29	14	13	0	106	38	11	0	6	
		928			27			155			6	
		83.15			**2.42**			**13.89**			**0.54**	*1116*
DIA 6	326	534	30	10	8	0	96	40	15	1	9	
		890			18			152			9	
		83.26			**1.68**			**14.22**			**0.84**	*1069*
DIA 7	256	243	27	20	5	0	70	9	5	1	1	
		526			25			85			1	
		82.57			**3.92**			**13.34**			**0.16**	*637*
PROMEDIO		**82.02**			**3.26**			**14.04**			**0.67**	

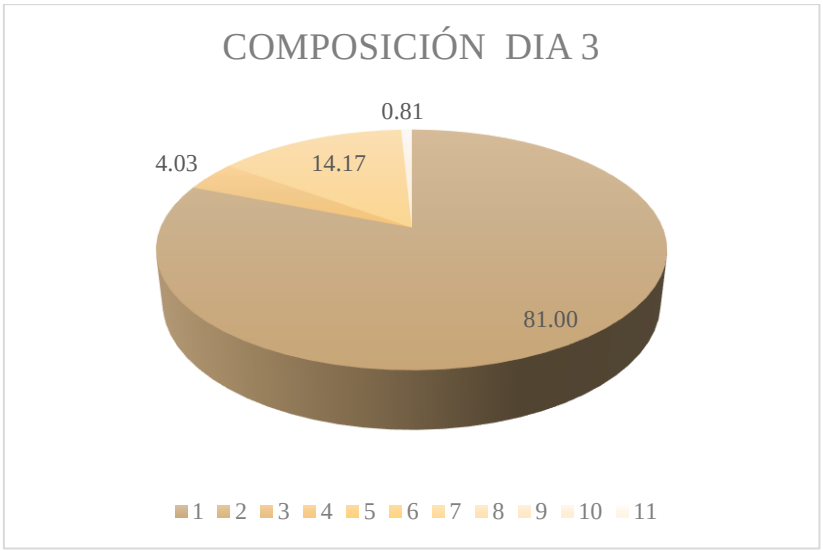
Anexo 60: Composición día 1 tráfico vehicular.



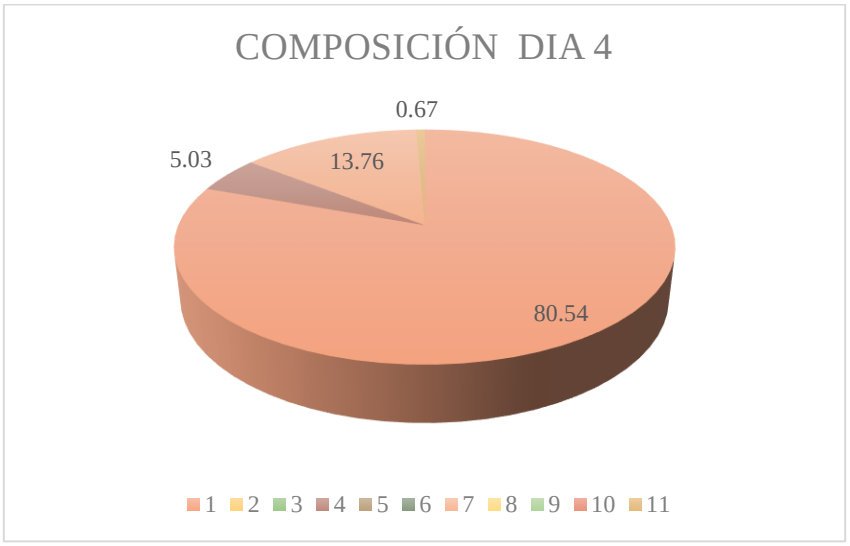
Anexo 61: Composición día 2 tráfico vehicular.



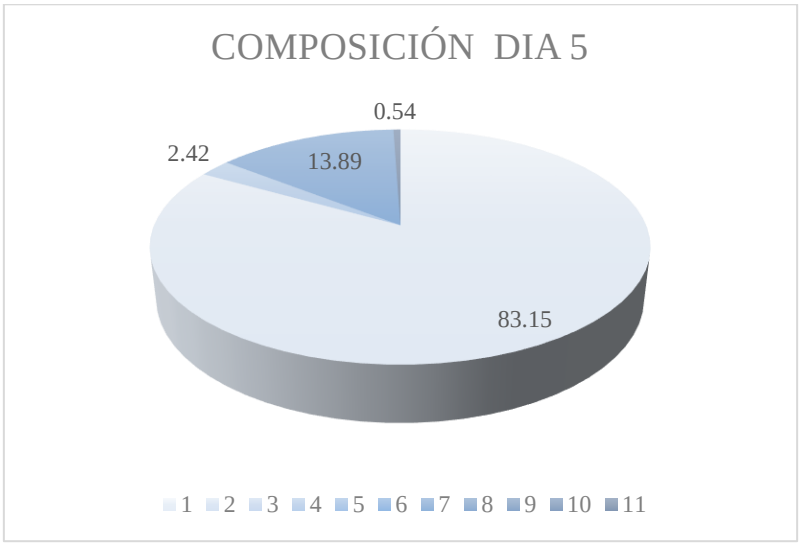
Anexo 62: Composición día 3 tráfico vehicular.



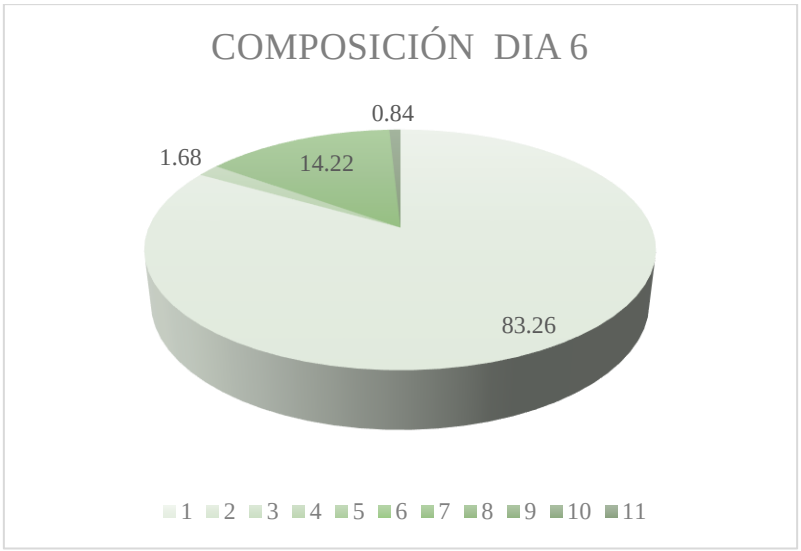
Anexo 63: Composición día 4 tráfico vehicular.



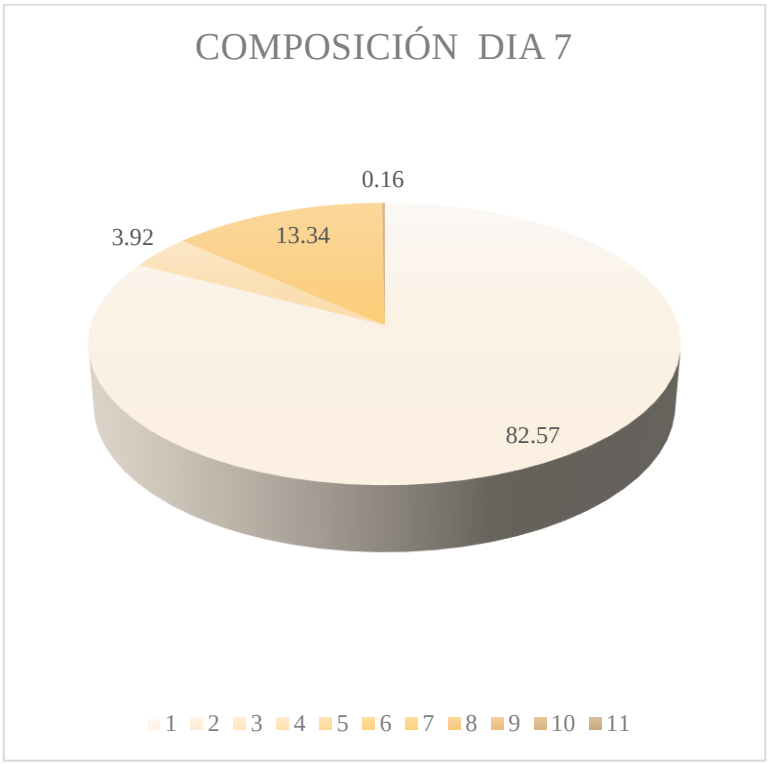
Anexo 64: Composición día 5 tráfico vehicular.



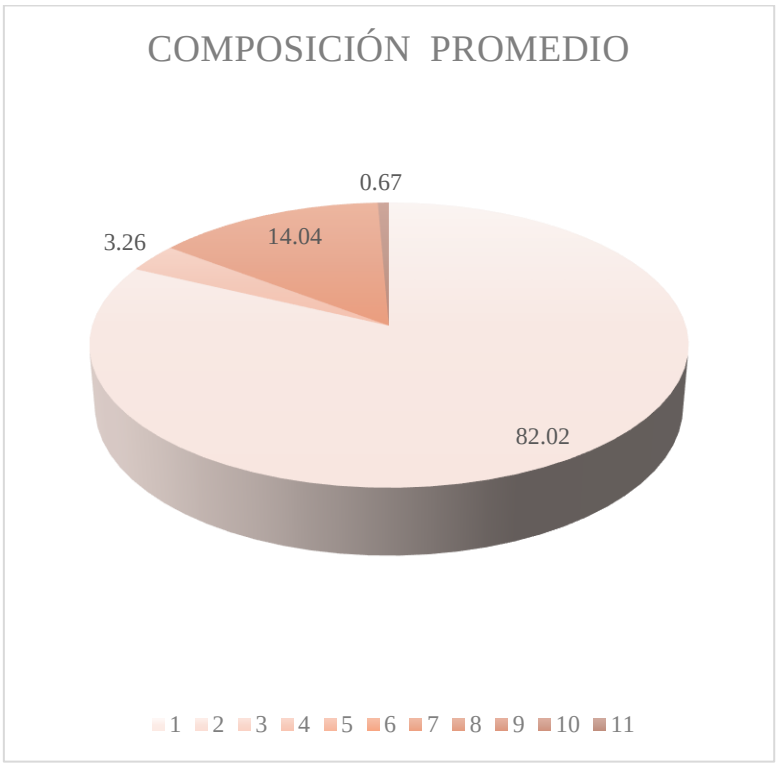
Anexo 65: Composición día 6 tráfico vehicular.



Anexo 66: Composición día 7 tráfico vehicular.



Anexo 67: Composición promedio tráfico vehicular.



Anexo 68: Factor hora pico tráfico vehicular.

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

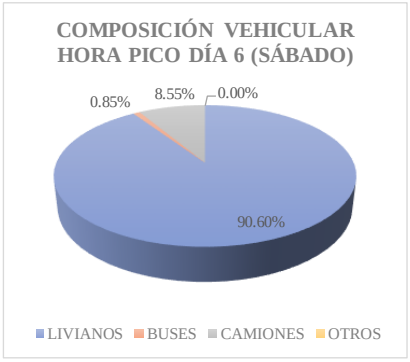
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua. **FECHA:** 14/11/2024

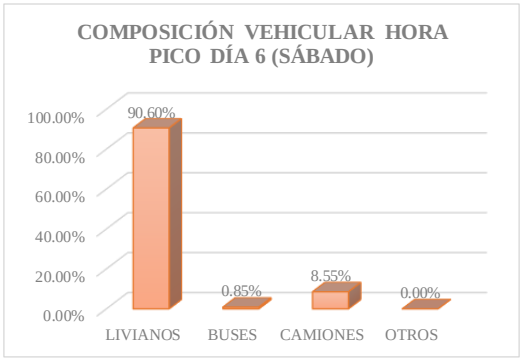
DETERMINACIÓN HORA PICO (DÍA SÁBADO)

HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES				OTROS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
								CAMIONES 2 EJES						
INICAL	FINAL	AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	3 EJES	> 3 EJES	NO EJES		
16:00:00	16:15:00	12	15	1	0	0	0	2	0	0	0	0	30	117
16:15:00	16:30:00	9	16	0	0	0	0	3	0	0	0	0	28	
16:30:00	16:45:00	11	18	2	0	0	0	1	0	0	0	0	32	
16:45:00	17:00:00	10	12	0	1	0	0	4	0	0	0	0	27	
SUMA TOTAL		***106***			***1***			***10***				***0***	117	

RESUMEN	
TIPO DE VEHÍCULO	PORCENTAJE
LIVIANOS	90.60%
BUSES	0.85%
CAMIONES	8.55%
OTROS	0.00%
TOTAL	100.00%

GRÁFICAS COMPOSICIÓN VEHICULAR





Anexo 69: Tasa de crecimiento de tráfico.

Tasa de Crecimiento de Tráfico					
Tipo de Vehículo	**Período**				
	2010 - 2015	**2015 - 2020**	**2020 - 2025**	**2025 - 2030**	**2030 - 2035**
Liviano	4.47	3.97	3.57	3.25	3.25
Bus	2.22	1.97	1.78	1.62	1.62
Camión	2.18	1.94	1.74	1.58	1.58

Anexo 70: Tasa de crecimiento promedial de la vía.

TIPOS DE VEHÍCULOS	PORCENTAJE %	TASA CRECIMIENTO 2020-2025	% TASA DE CRECIMIENTO
LIVIANOS	82.02	3.57	2.93
BUSES	3.26	1.78	0.06
PESADOS	14.04	1.74	0.24
TASA PROMEDIAL (r) =			**3.23**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

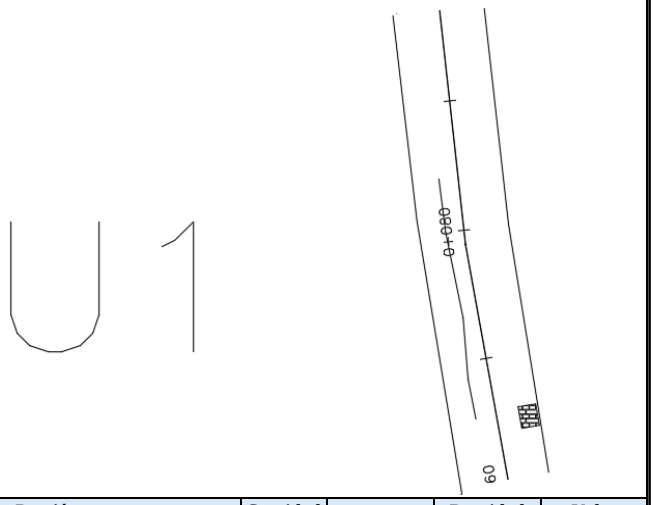
Anexo 71: PCI unidad de muestreo U1.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 0+060.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U1	**Abscisado Final :**	*K 0+097.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
10	H	18.709		1	18.709	18.709	8.03%	30
1	L	1.67	1.35	1	2.2545	2.2545	0.97%	10
						Valor Deducido =		*40*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	30
Número de valores máximo admitido	*7.43*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

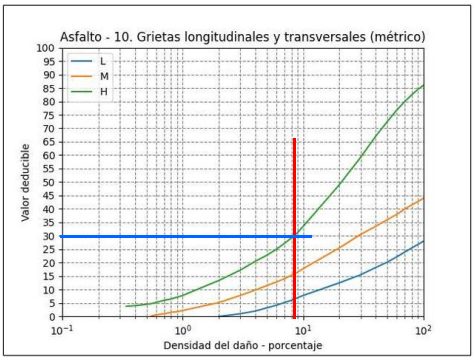
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

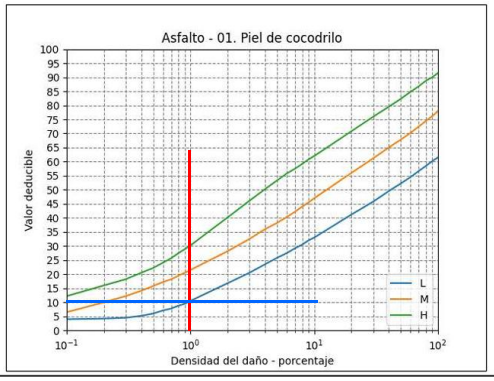
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	30	10								40	2	30
2	30	2								32	1	32
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*32*

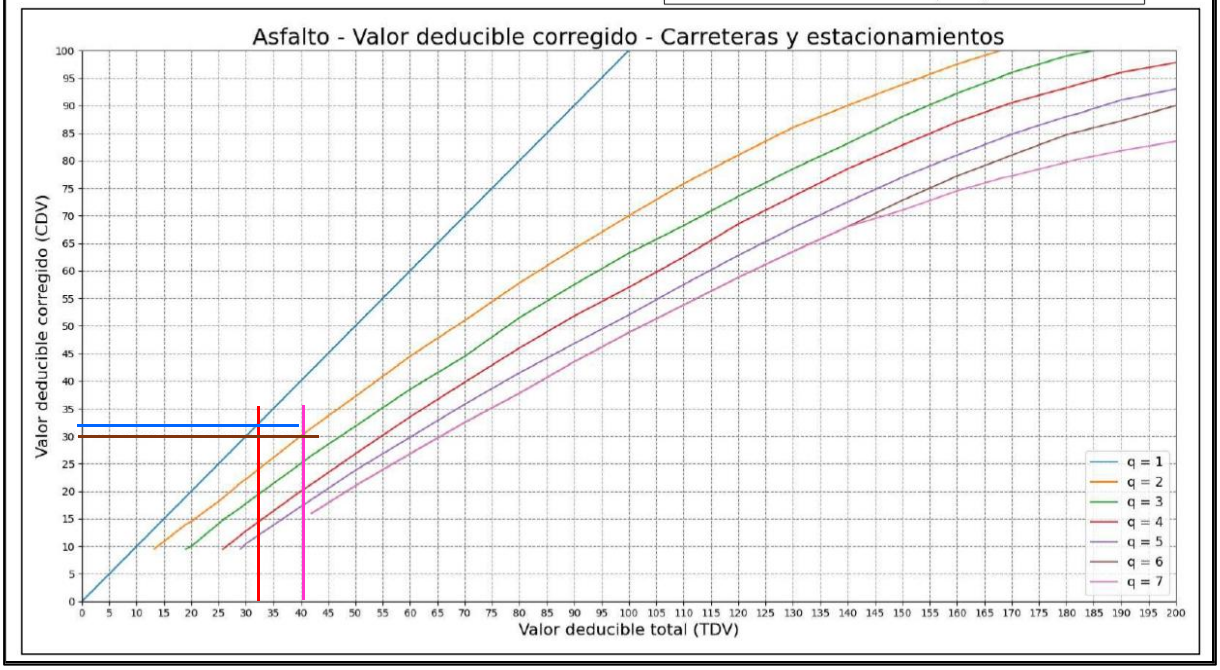
Cálculo del PCI	PCI	=	100	-	CDV Máximo
	PCI	=	100	-	32
	PCI	=	*68*		***Bueno***

Anexo 72: Gráficas PCI unidad de muestreo U1.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS







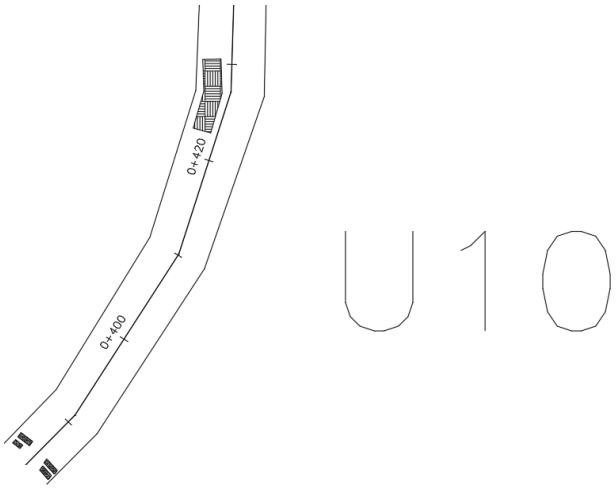
Anexo 73: PCI unidad de muestreo U10.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 0+393.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U10	**Abscisado Final :**	*K 0+430.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
17	M	7.612	1.8	1	7.612	7.612	3.27%	26
11	M	0.521	1.454	1	0.757534	2.492	1.07%	16
		0.437	0.916	1	0.400292			
		0.465	1.496	1	0.69564			
		0.519	1.23	1	0.63837			
						Valor Deducido =		***42***

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	26
Número de valores máximo admitido	***7.80***

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

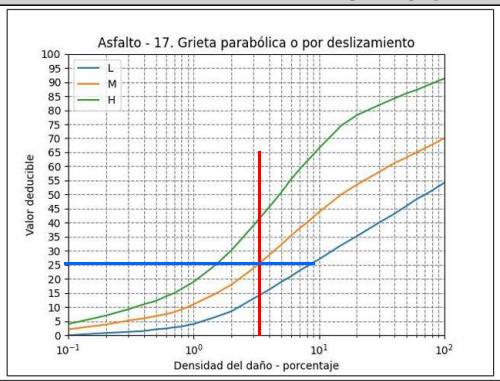
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

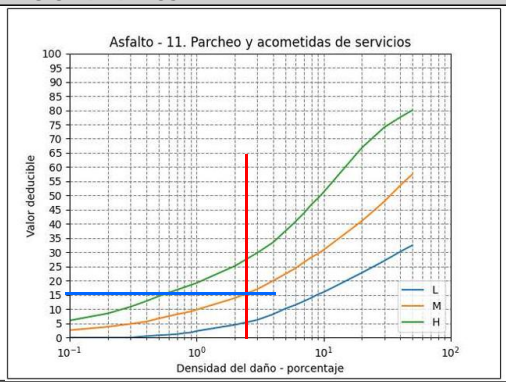
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	26	16								42	2	32
2	26	2								28	1	28
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		***32***

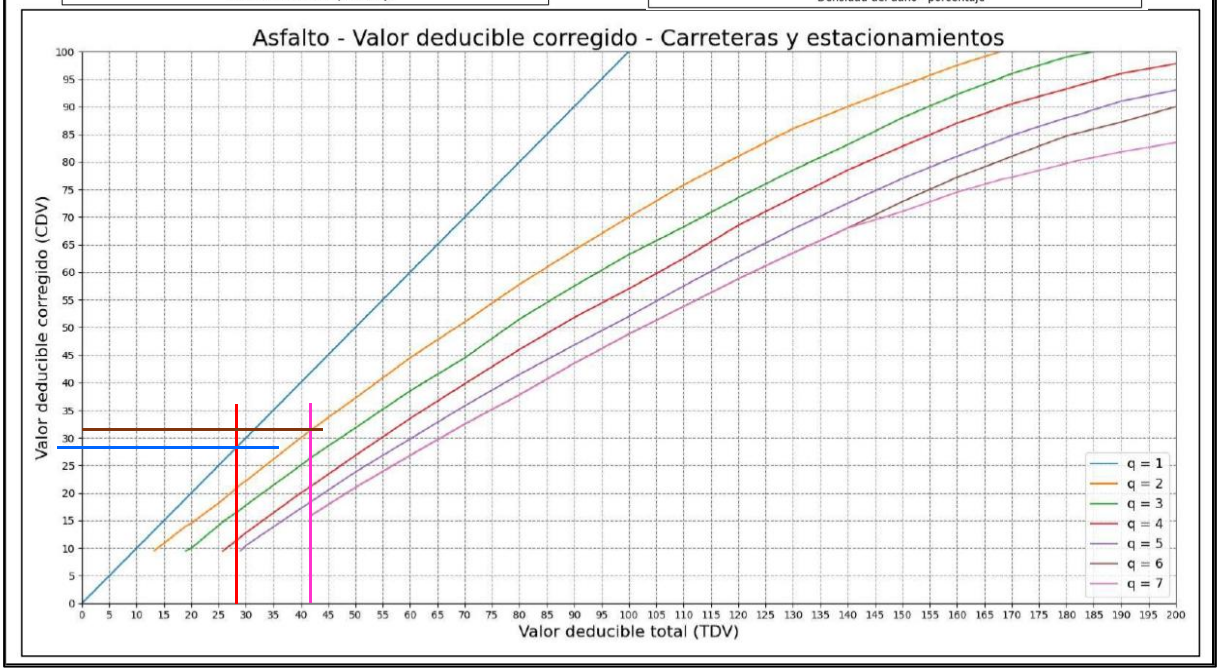
Cálculo del PCI	PCI	=	100	- CDV Máximo	***Bueno***
	PCI	=	100	- 32	
	PCI	=	***68***		

Anexo 74: Gráficas PCI unidad de muestreo U10.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS







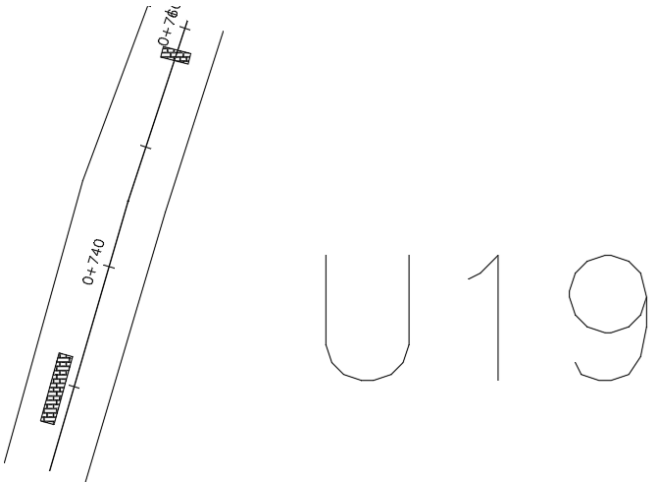
Anexo 75: PCI unidad de muestreo U19.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 0+726.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U19	**Abscisado Final :**	*K 0+763.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
1	M	5.627	1.12	1	5.627	5.627	2.42%	30
1	L	0.865	2.39	1	2.06735	2.06735	0.89%	28
						Valor Deducido =		*58*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	30
Número de valores máximo admitido	*7.43*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

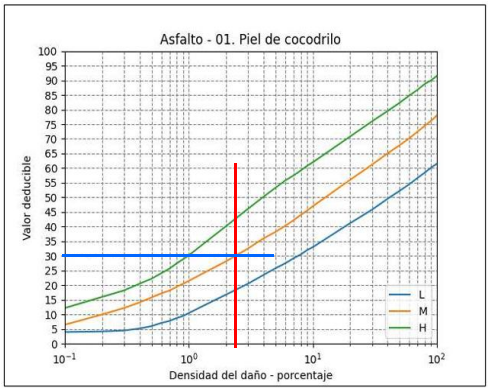
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

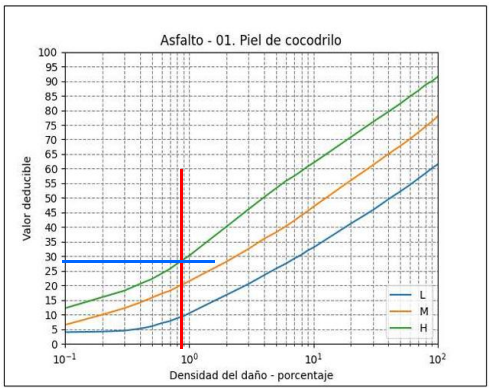
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	30	28								58	2	44
2	30	2								32	1	32
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*44*

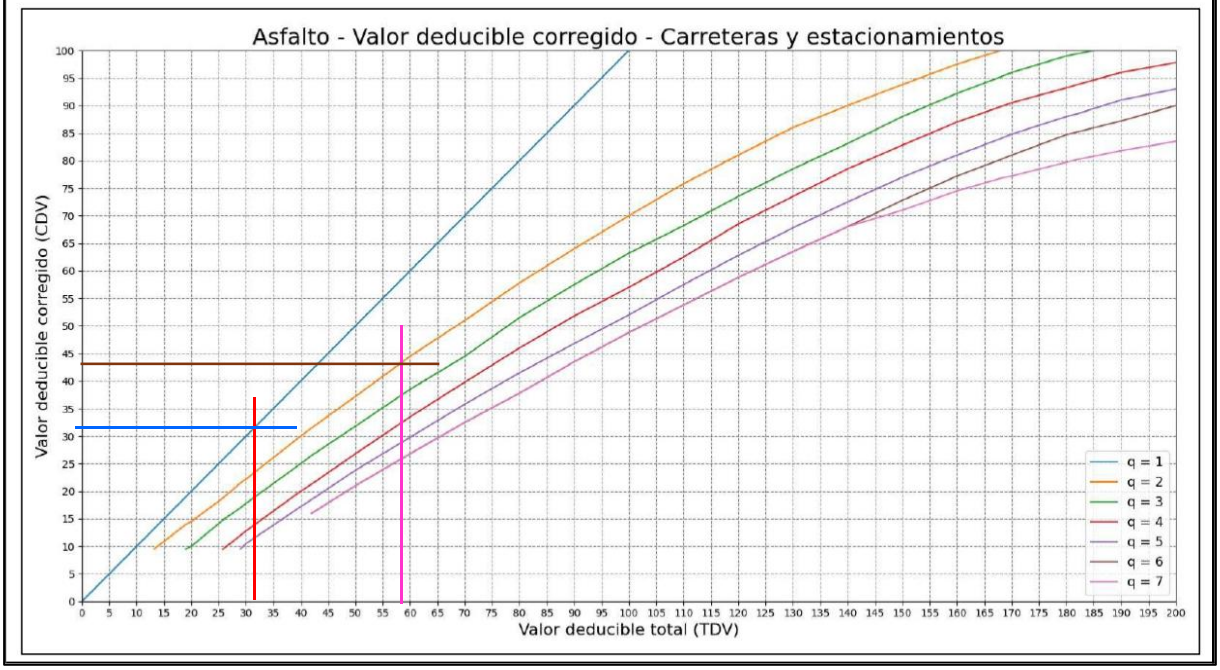
Cálculo del PCI	PCI	=	100	- CDV Máximo	***Bueno***
	PCI	=	100	- 44	
	PCI	=	*56*		

Anexo 76: Gráficas PCI unidad de muestreo U19.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS







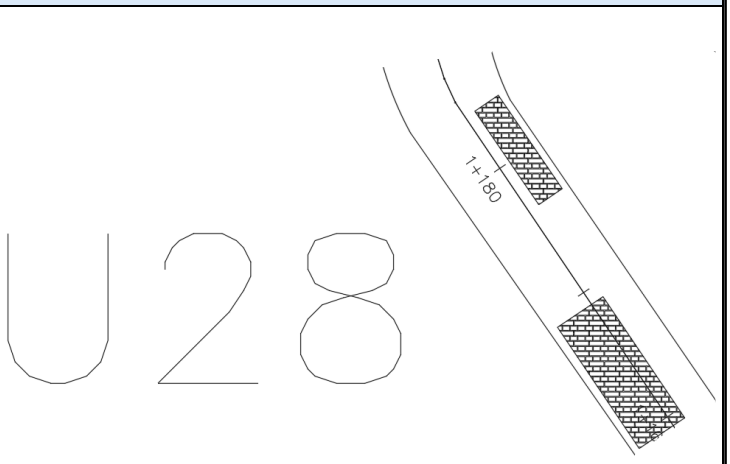
Anexo 77: PCI unidad de muestreo U28.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 1+059.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U28	**Abscisado Final :**	*K 1+096.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
1	M	9.754	3.66	1	9.754	24.05	10.32%	48
		7.556	1.892	1	14.29595			
						Valor Deducido =		*48*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	48
Número de valores máximo admitido	*5.78*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

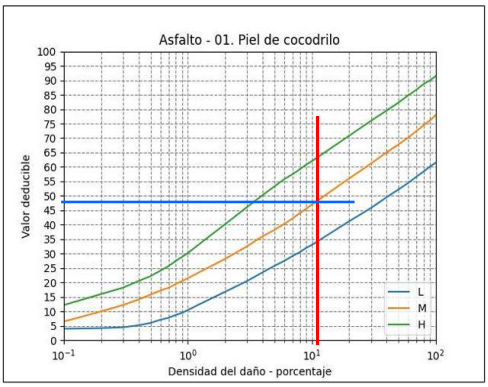
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

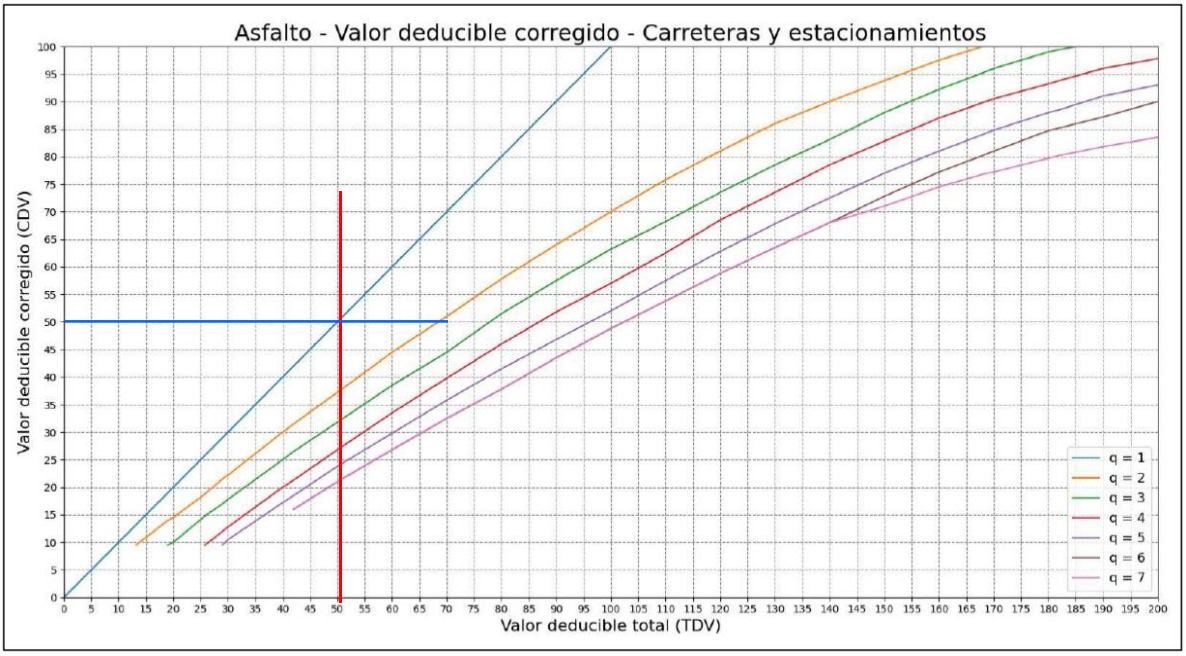
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	48	2								50	1	50
2												
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*50*

Cálculo del PCI	PCI	=	100	-	CDV Máximo	***Regular***
	PCI	=	100	-	50	
	PCI	=		*50*		

Anexo 78: Gráficas PCI unidad de muestreo U28.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS





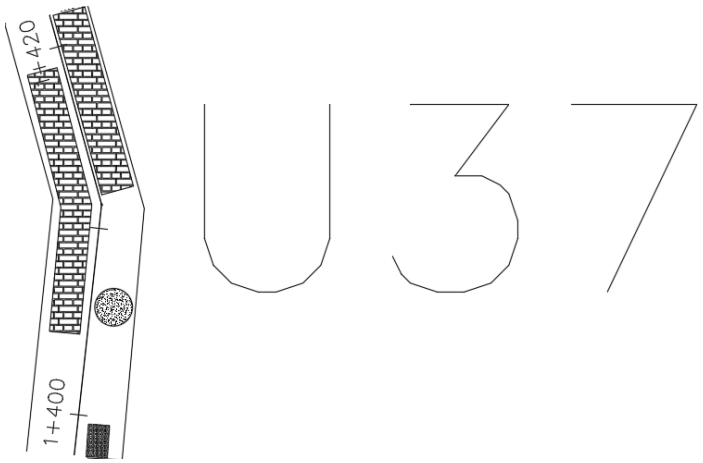
Anexo 79: PCI unidad de muestreo U37.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 1+392.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U37	**Abscisado Final :**	*K 1+429.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
11	L	1.726	1.13	1	1.726	1.726	0.74%	0.45
13	M			1	1	1	0.43%	19
1	H	13.9	1.624	1	22.5736	39.4036	16.91%	68
		9.9	1.7	1	16.83			
						Valor Deducido =		*87.45*

Total de unidades deducidas >2(q)	3
Valor máximo deducido (HDVi)	68
Número de valores máximo admitido	*3.94*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

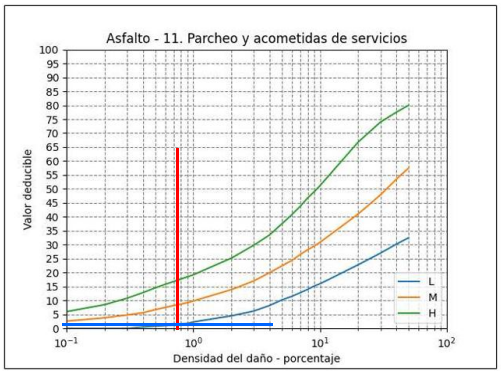
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

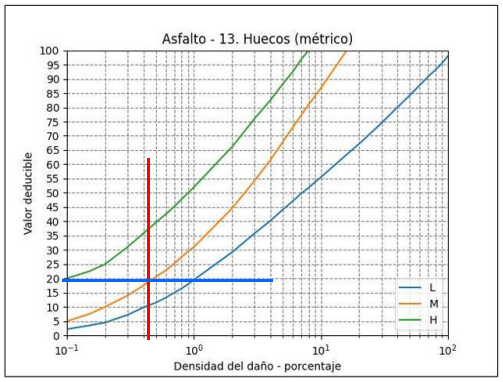
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	68	19	0.45							87.45	3	56
2	68	19	2							89	2	63.5
3	68	2	2							72	1	72
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*72*

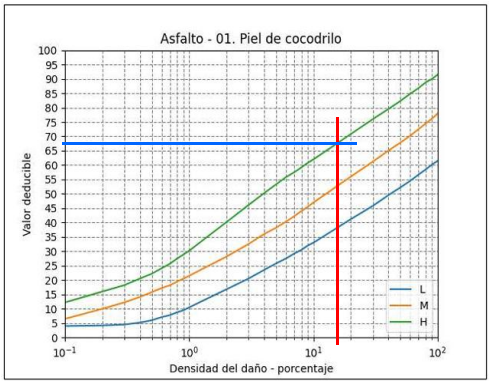
Cálculo del PCI	PCI	=	100	-	CDV Máximo	***Malo***
	PCI	=	100	-	72	
	PCI	=	***28***			

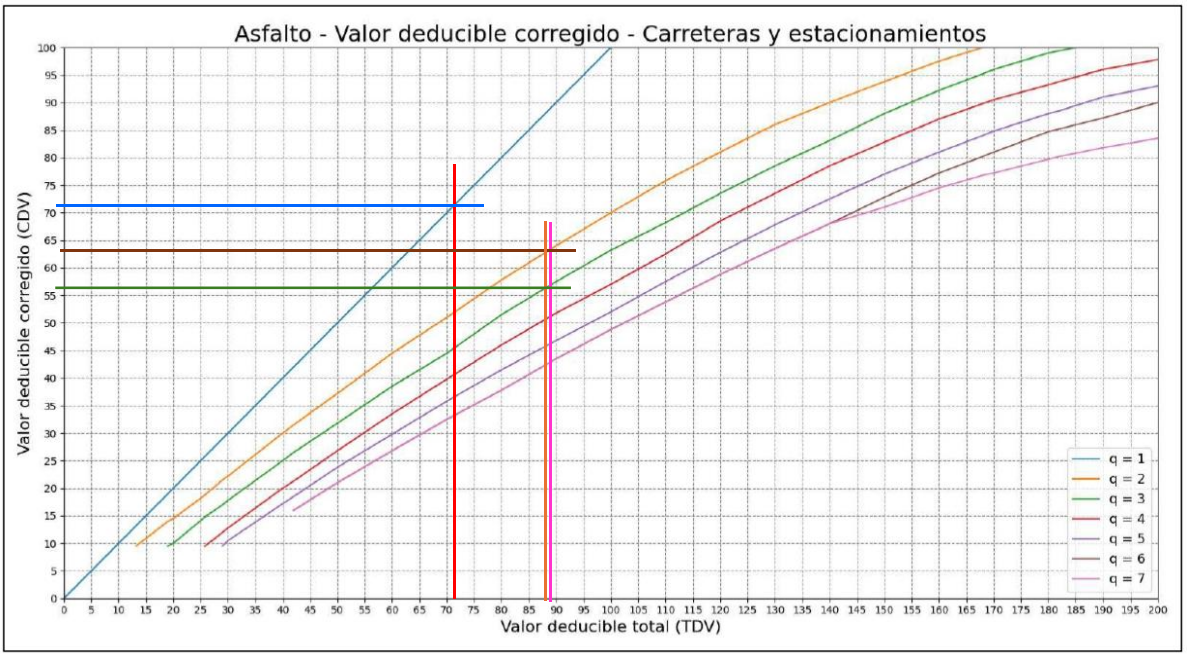
Anexo 80: Gráficas PCI unidad de muestreo U37.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS









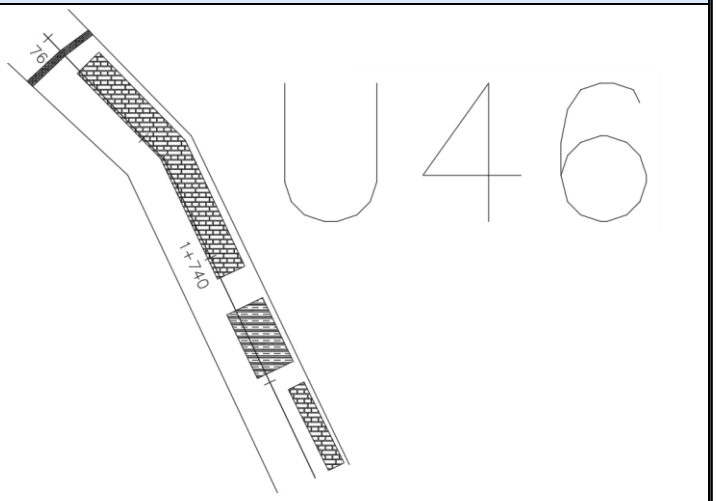
Anexo 81: PCI unidad de muestreo U46.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 1+725.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U46	**Abscisado Final :**	*K 1+762.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
3	H	5.125	2.875	1	5.125	5.125	2.20%	14
11	H	5.75	0.546	1	3.1395	3.1395	1.35%	21
1	H	6.535	1.254	1	8.19489	48.13	20.66%	71
		18.26	2.187	1	39.93462			
						Valor Deducido =		*106*

Total de unidades deducidas >2(q)	3
Valor máximo deducido (HDVi)	71
Número de valores máximo admitido	*3.66*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

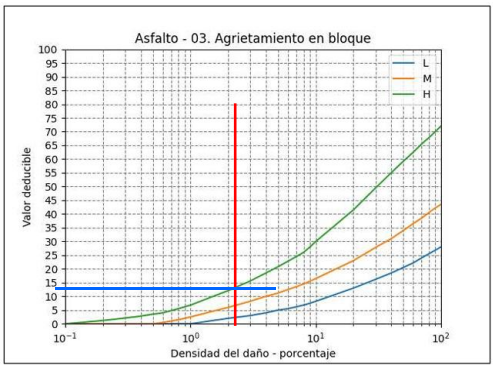
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

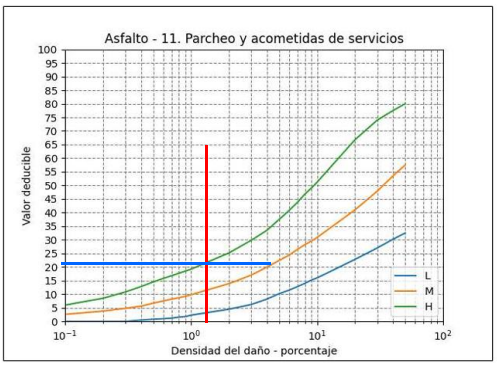
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	71	21	14							106	3	66
2	71	21	2							94	2	66.5
3	71	2	2							75	1	75
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*75*

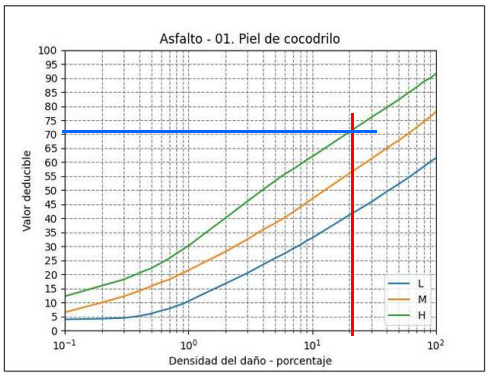
Cálculo del PCI	PCI	=	100	- CDV Máximo	***Malo***
	PCI	=	100	- 75	
	PCI	=	*25*		

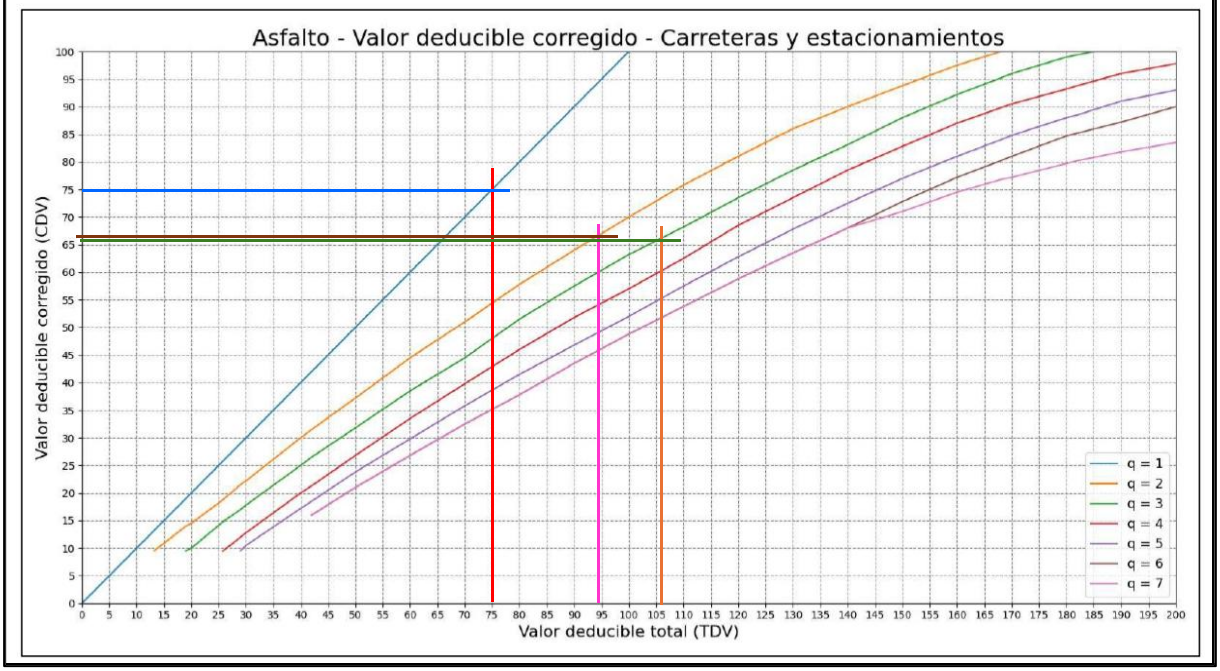
Anexo 82: Gráficas PCI unidad de muestreo U46.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS









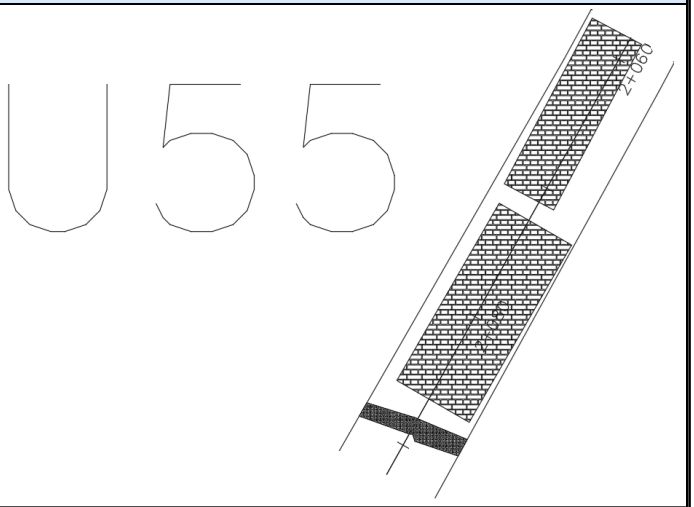
Anexo 83: PCI unidad de muestreo U55.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 2+058.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U55	**Abscisado Final :**	*K 2+095.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
1	M	12.736	3.8	1	12.736	91.59	39.31%	64
		13.9	5.673	1	78.8547			
11	H	7.44	1.04	1	7.7376	7.7376	3.32%	31
						Valor Deducido =		*95*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	64
Número de valores máximo admitido	*4.31*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

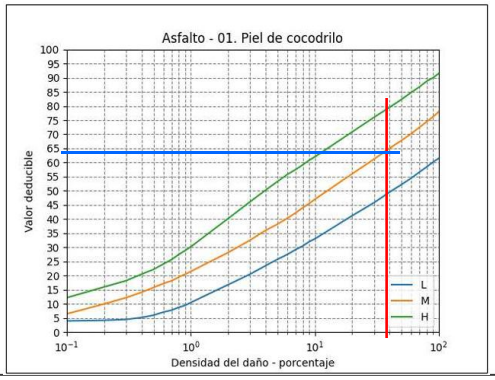
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

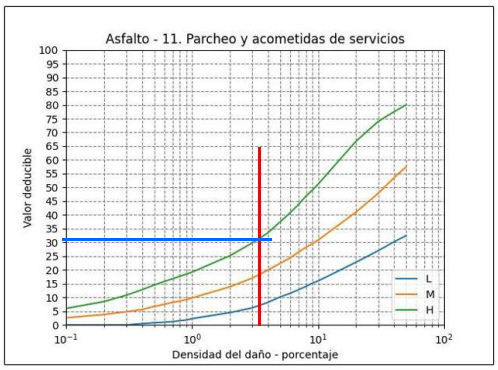
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	64	31								95	2	67
2	64	2								66	1	66
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*67*

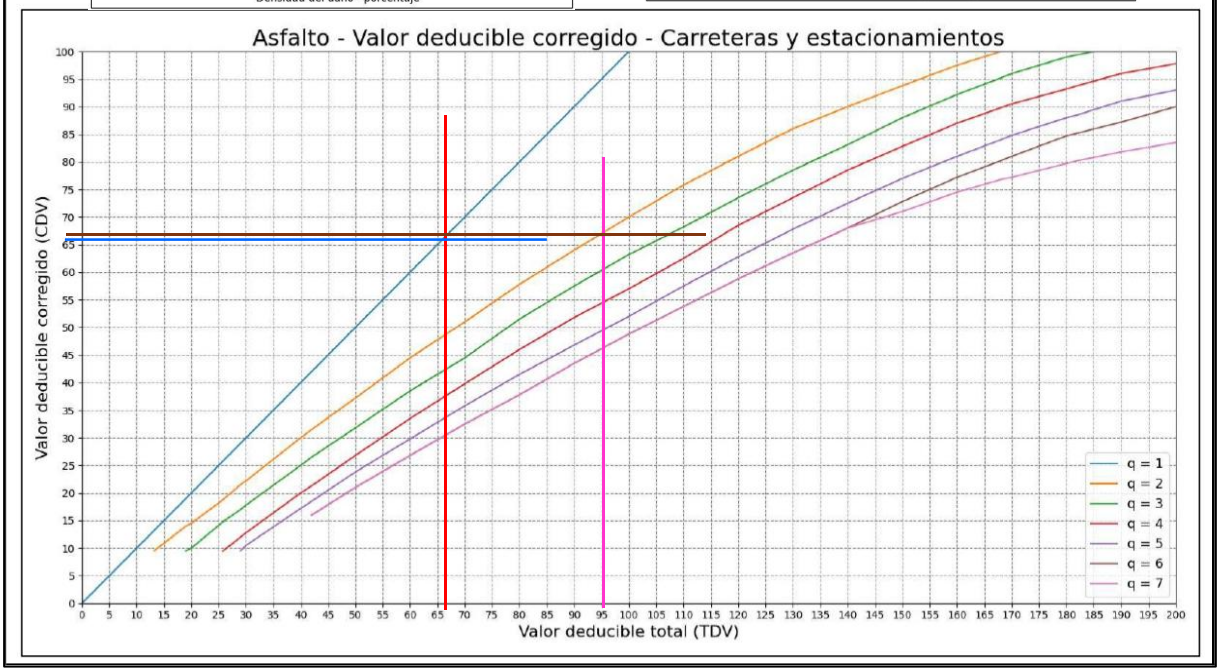
Cálculo del PCI	PCI	=	100	- CDV Máximo	***Malo***
	PCI	=	100	- 67	
	PCI	=	*33*		

Anexo 84: Gráficas PCI unidad de muestreo U55.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS







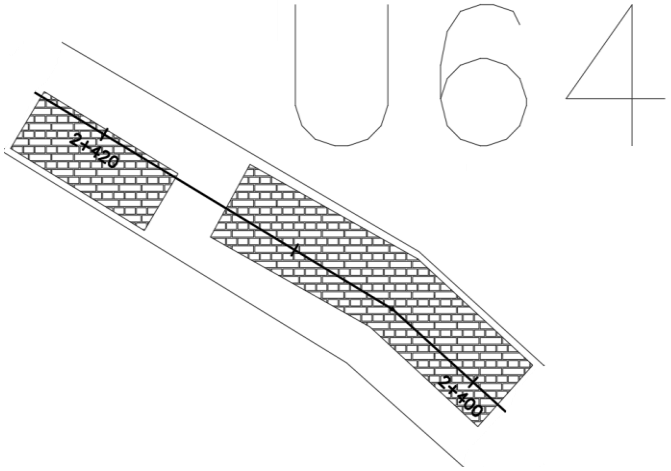
Anexo 85: PCI unidad de muestreo U64.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 2+391.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U64	**Abscisado Final :**	*K 2+428.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
1	H	14.8	3.68	1	14.8	35.4976	15.24%	66
		7.04	2.94	1	20.70			
						Valor Deducido =		*66*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	66
Número de valores máximo admitido	*4.12*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

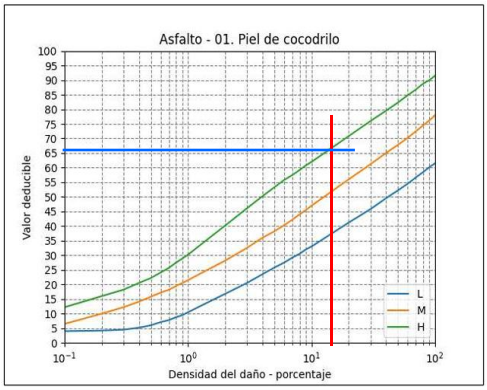
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

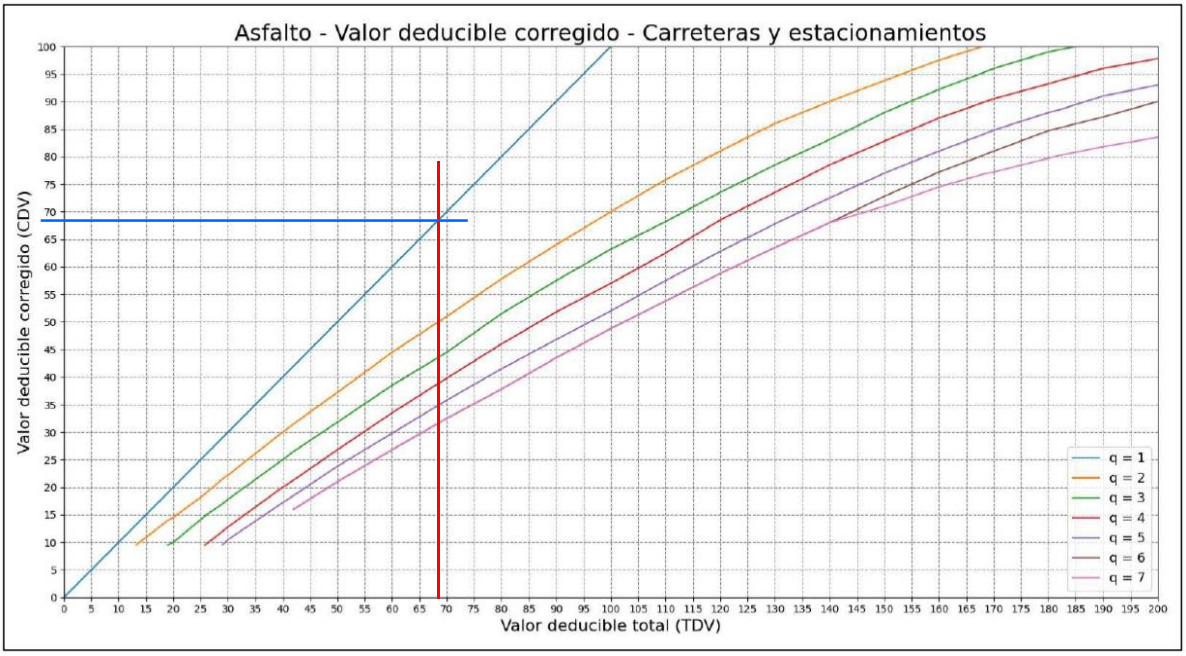
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	66	2								68	1	68
2												
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*68*

Cálculo del PCI	PCI	=	100	-	CDV Máximo	***Malo***
	PCI	=	100	-	68	
	PCI	=	*32*			

Anexo 86: Gráficas PCI unidad de muestreo U64.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS





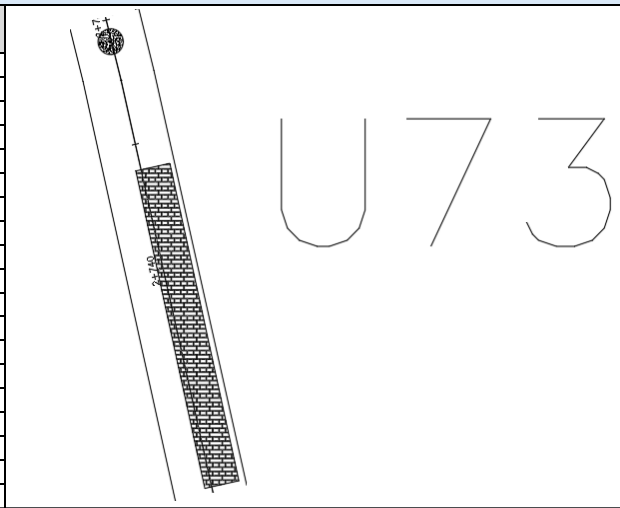
Anexo 87: PCI unidad de muestreo U73.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 2+724.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U73	**Abscisado Final :**	*K 2+761.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
1	H	25.474	2.774	1	25.474	25.474	10.93%	63
13	M			1	1	1	0.43%	19
						Valor Deducido =		*82*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	63
Número de valores máximo admitido	*4.40*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

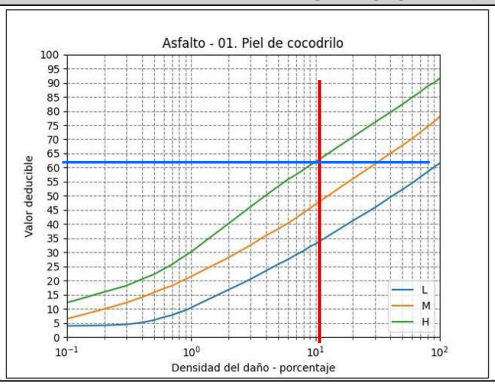
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

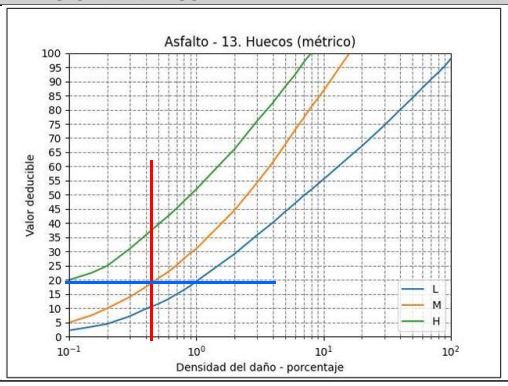
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	63	19								82	2	59
2	63	2								65	1	65
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*65*

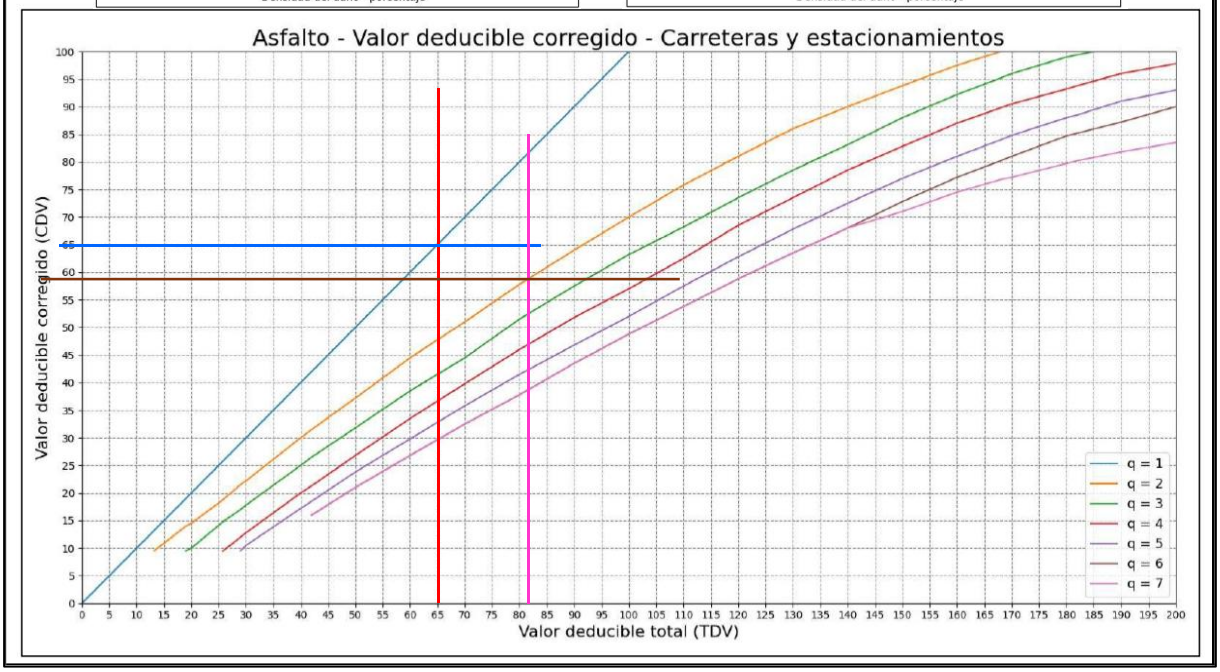
Cálculo del PCI	PCI	=	100	- CDV Máximo	***Malo***
	PCI	=	100	- 65	
	PCI	=	*35*		

Anexo 88: Gráficas PCI unidad de muestreo U73.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS







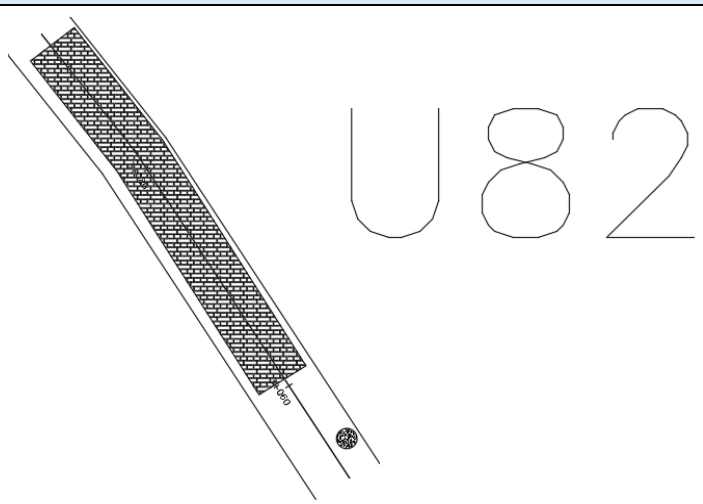
Anexo 89: PCI unidad de muestreo U82.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 3+057.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U82	**Abscisado Final :**	*K 3+094.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
13	M			1	1	1	0.43%	19
1	M	31.316	4.237	1	132.6859	132.69	56.95%	69
						Valor Deducido =		*88*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	69
Número de valores máximo admitido	*3.85*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

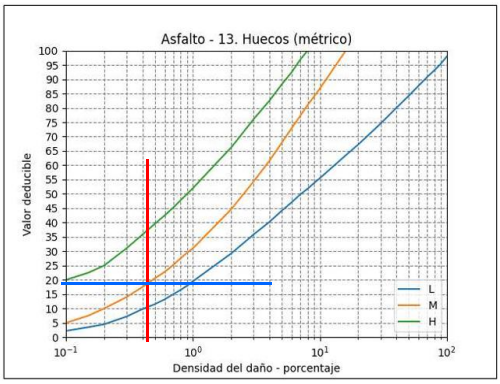
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

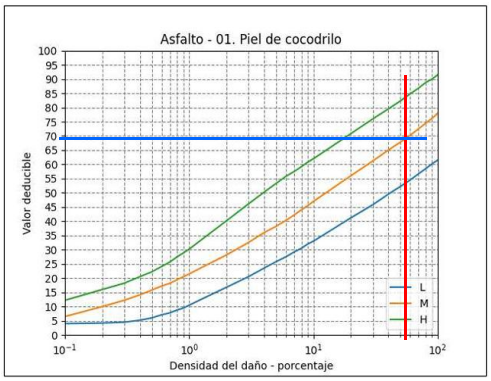
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	69	19								88	2	63
2	69	2								71	1	71
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*71*

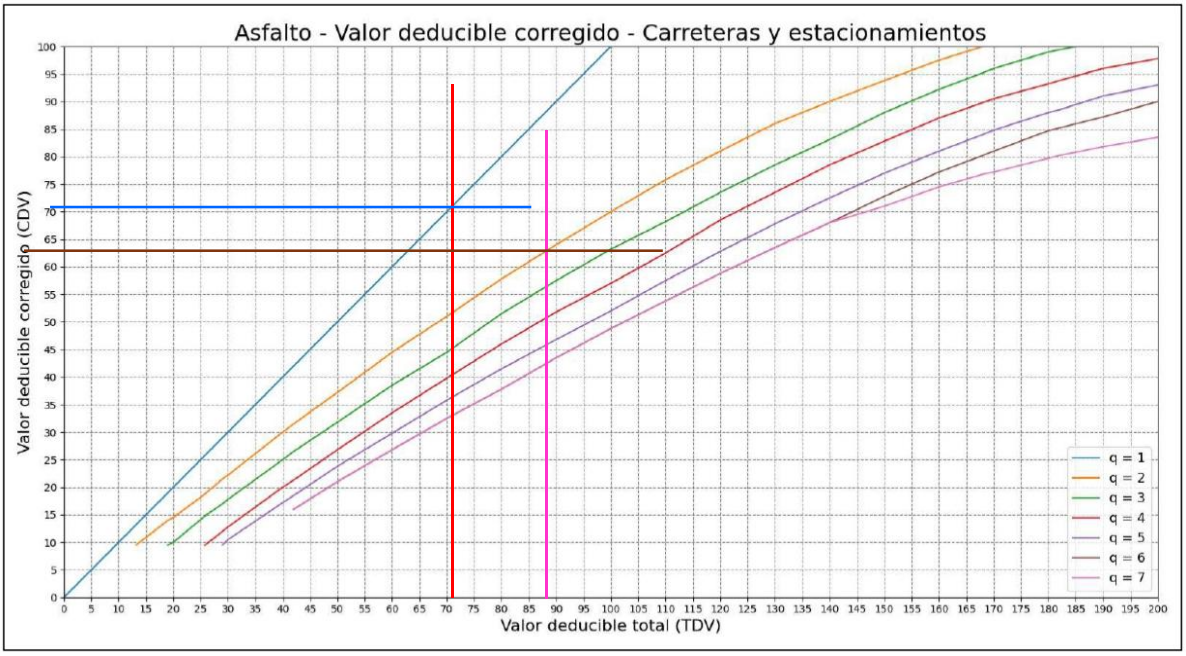
Cálculo del PCI	PCI	=	100	- CDV Máximo	***Malo***
	PCI	=	100	- 71	
	PCI	=	*29*		

Anexo 90: Gráficas PCI unidad de muestreo U82.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS







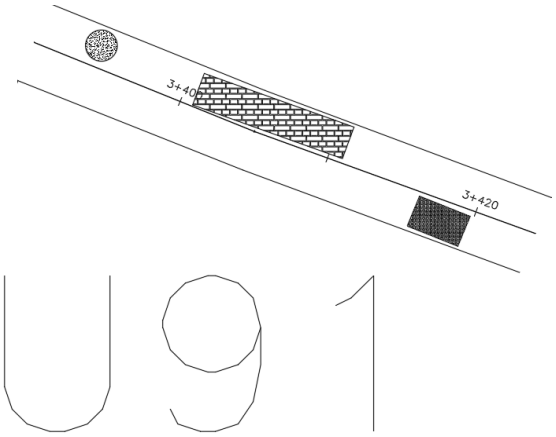
Anexo 91: PCI unidad de muestreo U91.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 3+390.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U91	**Abscisado Final :**	*K 3+427.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
13	M			1	1	1	0.43%	19
1	H	10.07	2.151	1	21.66057	21.66057	9.30%	62
11	H	3.453	2.075	1	7.164975	7.164975	3.08%	30
						Valor Deducido =		*111*

Total de unidades deducidas >2(q)	3
Valor máximo deducido (HDVi)	62
Número de valores máximo admitido	*4.49*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

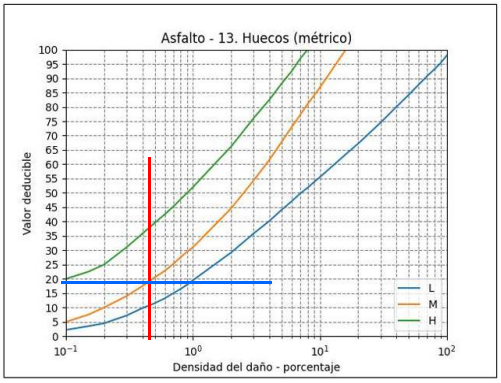
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

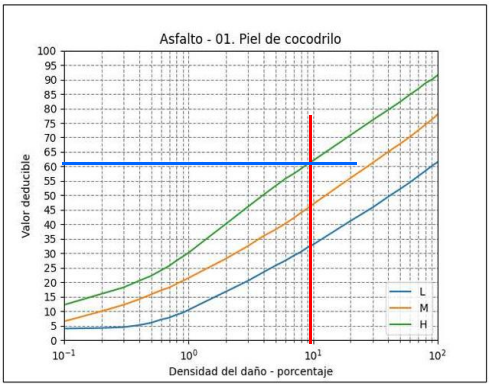
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	62	30	19							111	3	68
2	62	30	2							94	2	66.5
3	62	2	2							66	1	66
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*68*

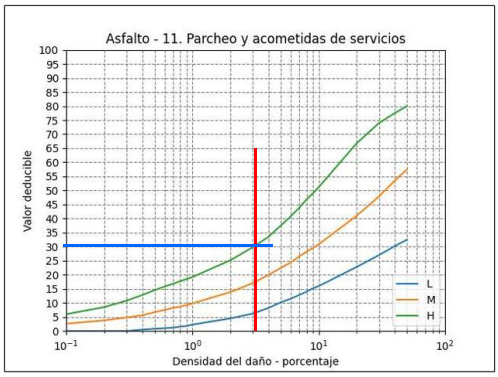
Cálculo del PCI	PCI	=	100	- CDV Máximo	***Malo***
	PCI	=	100	- 68	
	PCI	=	*32*		

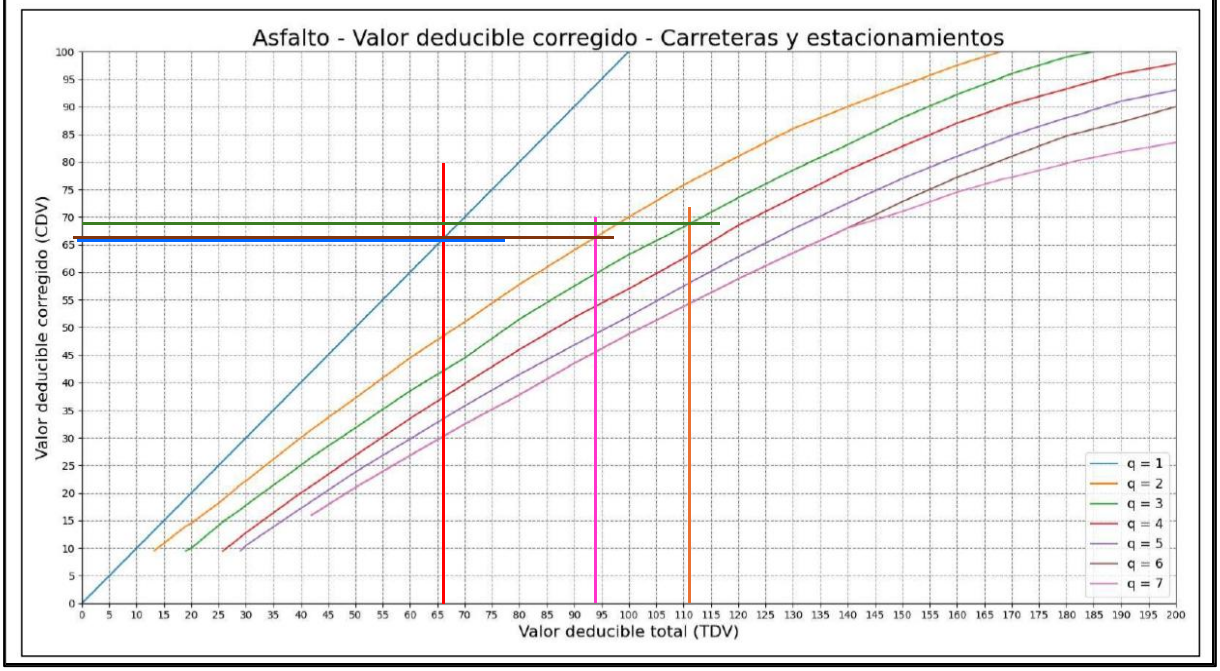
Anexo 92: Gráficas PCI unidad de muestreo U91.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS









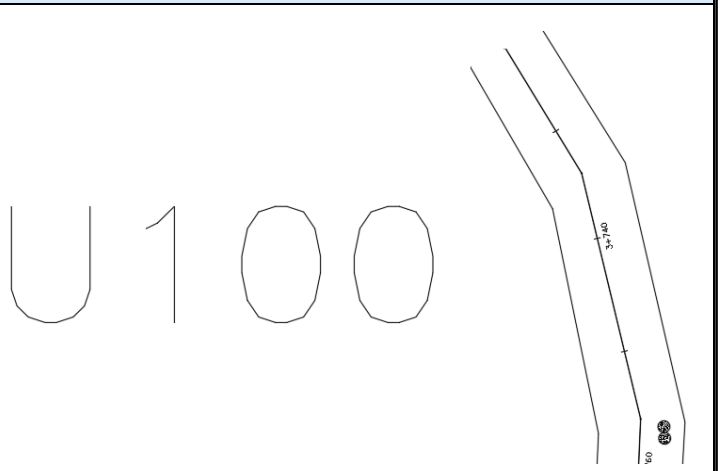
Anexo 93: PCI unidad de muestreo U100.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 3+723.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U100	**Abscisado Final :**	*K 3+760.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
13	M			1	1	2	0.86%	29
				1	1			
						Valor Deducido =		*29*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	29
Número de valores máximo admitido	*7.52*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

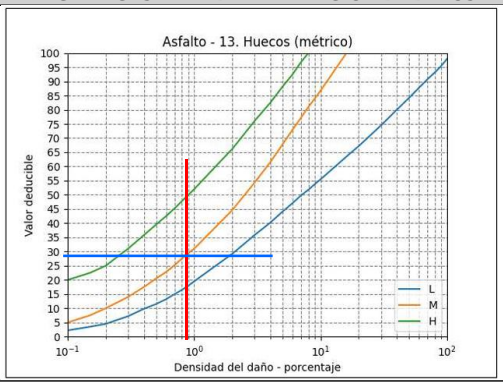
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

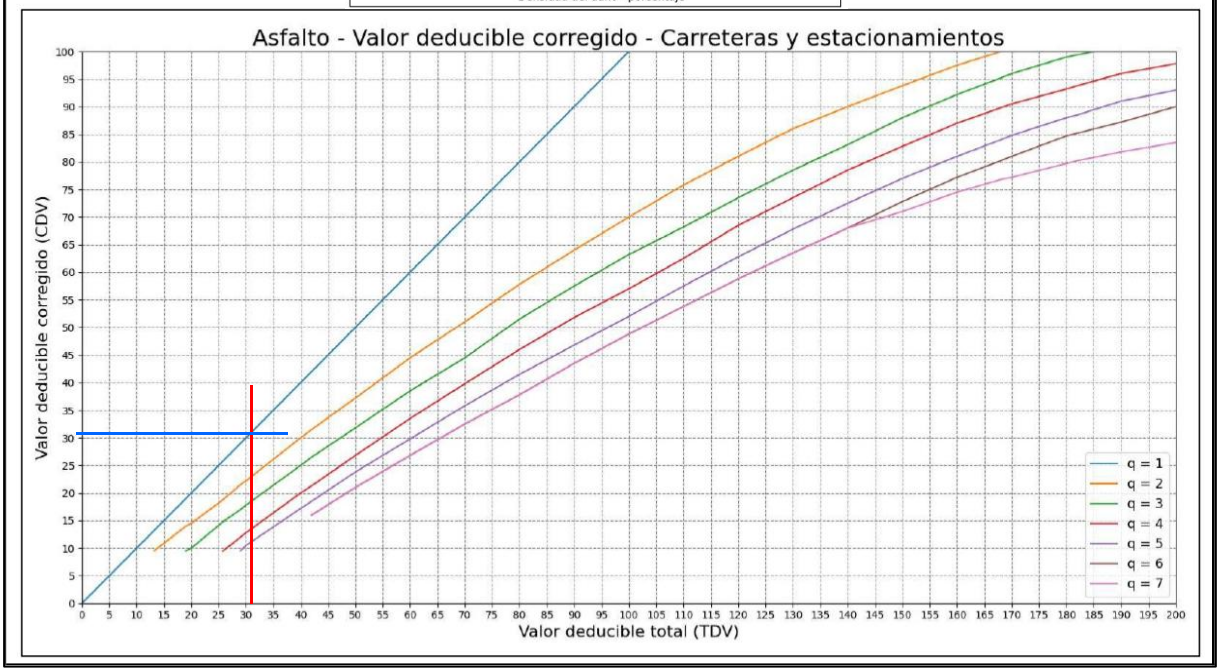
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	29	2								31	1	31
2												
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*31*

Cálculo del PCI	PCI	=	100	-	CDV Máximo	***Bueno***
	PCI	=	100	-	31	
	PCI	=		***69***		

Anexo 94: Gráficas PCI unidad de muestreo U100.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS





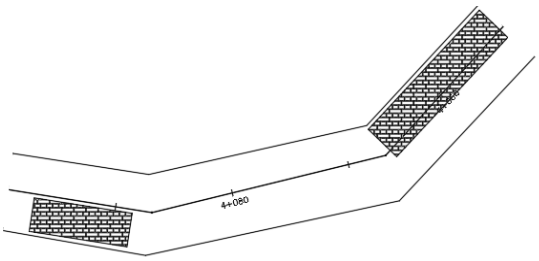
Anexo 95: PCI unidad de muestreo U109.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 4+056.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U109	**Abscisado Final :**	*K 4+093.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



U109

Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
1	H	13.52	3.26	1	13.52	36.65	15.73%	52
		8.29	2.79	1	23.1291			
						Valor Deducido =		*52*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	52
Número de valores máximo admitido	*5.41*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

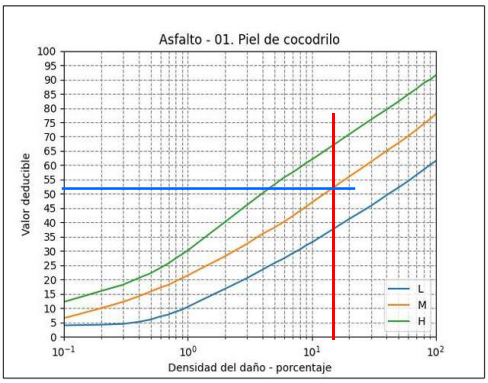
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

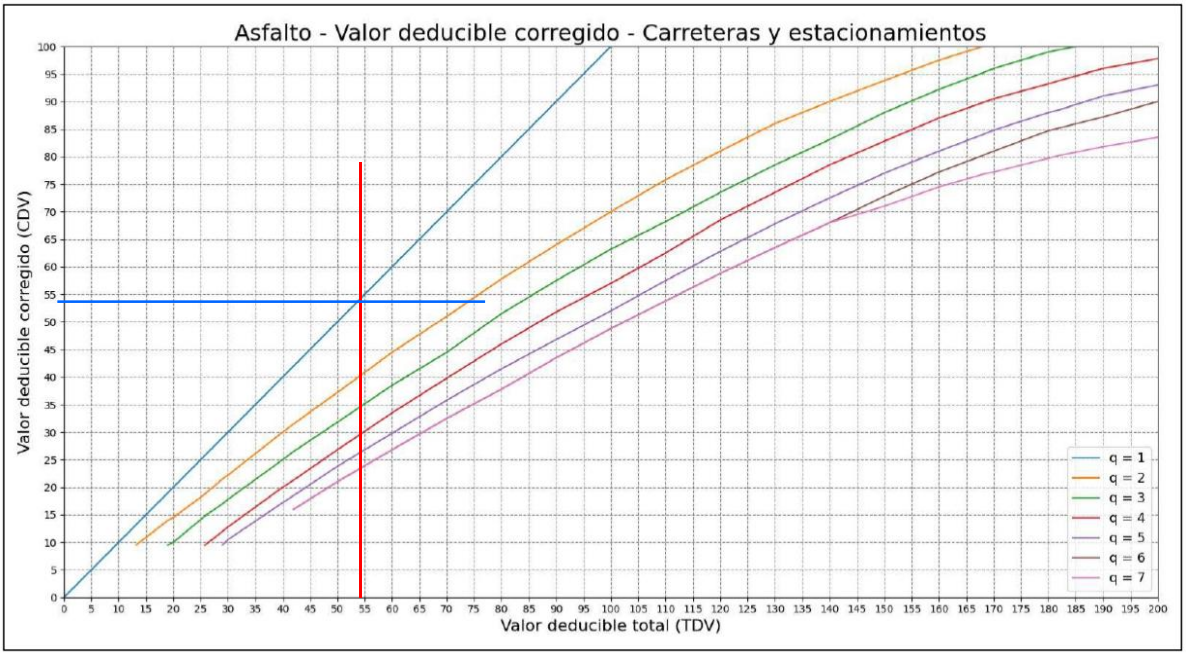
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	52	2								54	1	54
2												
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*54*

Cálculo del PCI	PCI	=	100	-	CDV Máximo	***Regular***
	PCI	=	100	-	54	
	PCI	=	*46*			

Anexo 96: Gráficas PCI unidad de muestreo U109.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS





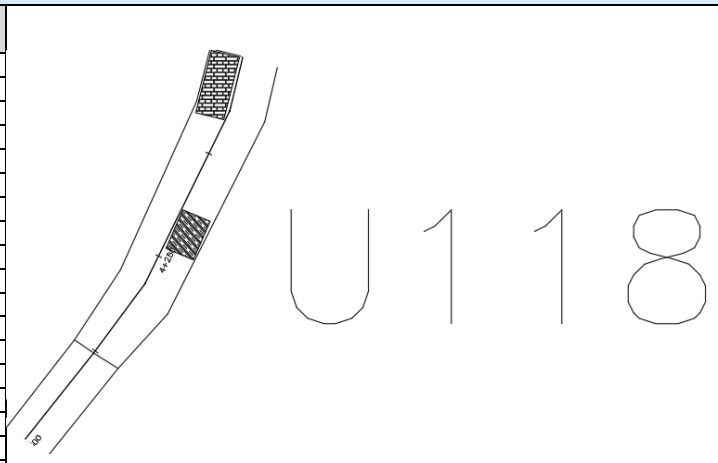
Anexo 97: PCI unidad de muestreo U118.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.			**Abscisado Inicial :**	*K 4+263.00*
ÁREA DEL MUESTREO (m2) :	233	**NOMENCLATURA:**	U118	**Abscisado Final :**	*K 4+300.00*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Tipo de Falla	Número	Unidad
Piel de Cocodrilo	1	m2
Exudación	2	m2
Agrietamiento en bloque	3	m2
Abultamientos y Hundimientos	4	m
Corrugación	5	m2
Depresión	6	m2
Grieta de Borde	7	m
Grieta de reflexión de junta	8	m
Desnivel carril/berma	9	m
Grietas longitudinales y transversales	10	m
Parcheo	11	m2
Pulimiento de agregados	12	m2
Baches / Huecos	13	cant.
Cruce de Vía Férrea	14	m2
Ahuellamiento	15	m2
Desplazamiento	16	m2
Grieta Parabólica	17	m2
Hinchamiento	18	m2
Desprendimiento de agregados	19	m2



Número de Falla	Magnitud	Porción			Cantidad Parcial	Total	Densidad (%)	Valor Deducible
		Longitud (m)	Ancho (m)	Cantidad				
1	H	5.63	2.35	1	5.63	5.63	2.42%	42.5
3	H	3.68	2.56	1	9.4208	9.4208	4.04%	19
						Valor Deducido =		*61.5*

Total de unidades deducidas >2(q)	2
Valor máximo deducido (HDVi)	42.5
Número de valores máximo admitido	*6.28*

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDVi)$$

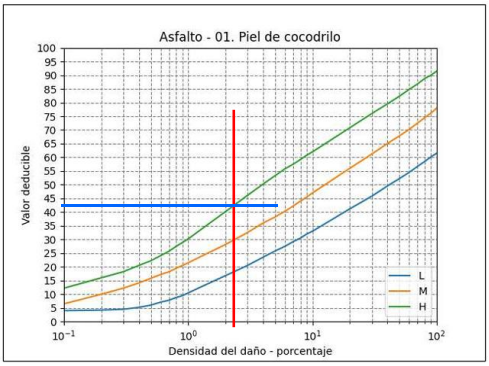
Determinación del PCI (Índice de Condición del Pavimento)

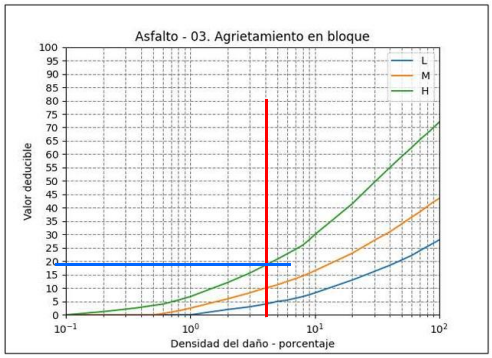
Número	Valores Comunes Deducidos									Sumatoria Total	q	CDV
1	42.5	19								61.5	2	45
2	42.5	2								44.5	1	44.5
3												
4												
5												
6												
7												
										CDV Máximo =		*45*

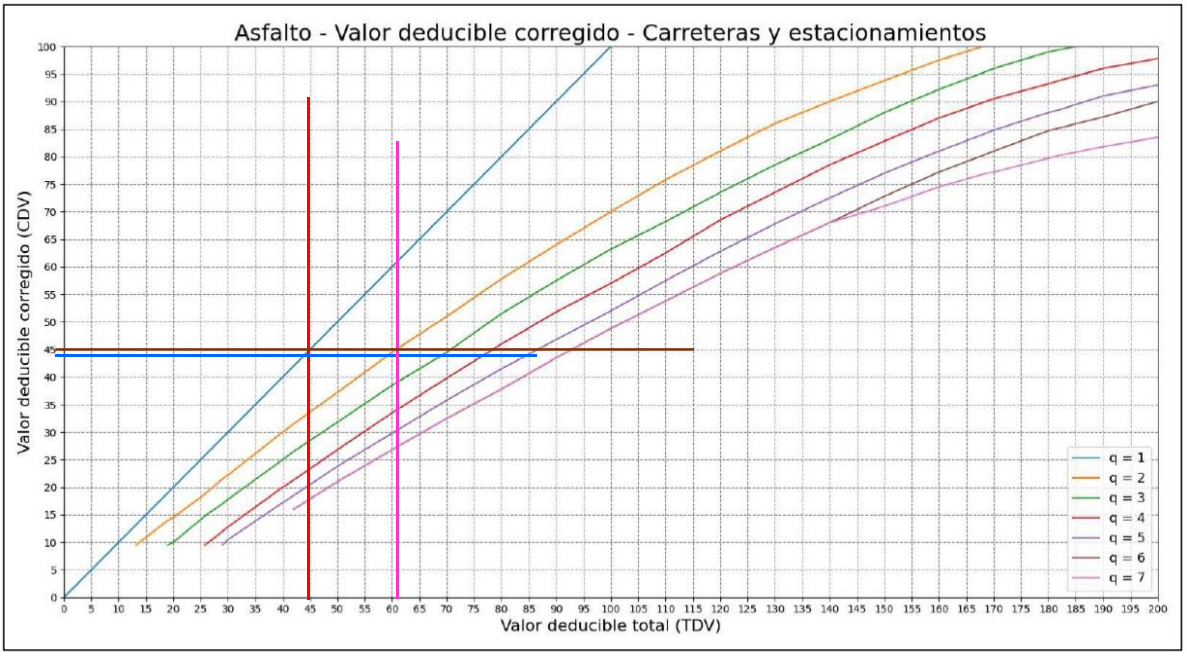
Cálculo del PCI	PCI	=	100	-	CDV Máximo	***Bueno***
	PCI	=	100	-	45	
	PCI	=		*55*		

Anexo 98: Gráficas PCI unidad de muestreo U118.

GRÁFICAS PARA DETERMINACIÓN DE DATOS







ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 99: Datos ensayo de Contenido de Humedad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
NORMATIVA:	AASHTO T 265		
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega		
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.		
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.	**FECHA:**	11/11/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente número		**1a**	**2a**
Peso húmedo + recipiente	**Wm+rec**	223.15	226.55
Peso seco + recipiente	**Ws+rec**	207.2	211.4
Peso recipiente	**rec**	48.2	48.6
Peso del agua	**Ww**	15.95	15.15
Peso de los sólidos	**Ws**	159.00	162.80
Contenido de humedad	**w%**	10.03	9.31
Contenido de humedad promedio	**w%**	***9.67***	

Anexo 100: Datos ensayo de Granulometría.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
NORMATIVA:	AASHTO T88
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua. **FECHA:** 14/11/2024

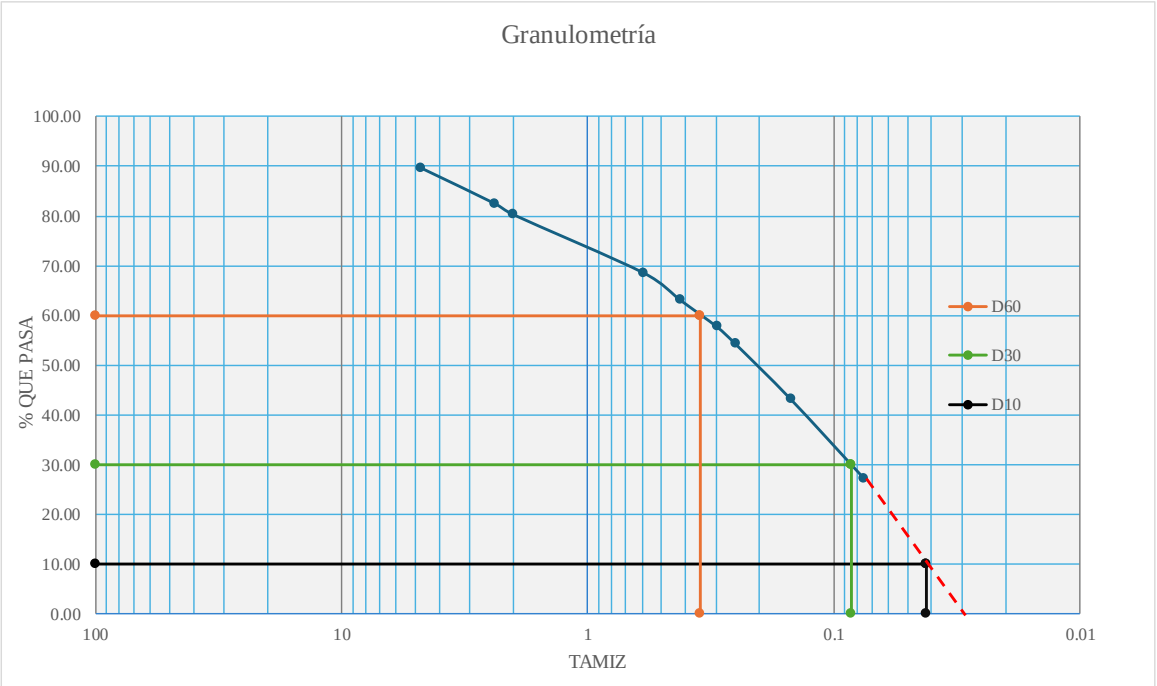
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso retenido (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	%QUE PASA
4	4.760	267.1	267.10	10.31	89.69
8	2.380	185.7	452.80	17.48	82.52
10	2.000	57.5	510.30	19.70	80.30
16	1.190	133.4	643.70	24.85	75.15
30	0.590	170.25	813.95	31.42	68.58
40	0.420	140.25	954.20	36.84	63.16
50	0.297	140.8	1095.00	42.27	57.73
60	0.250	88.6	1183.60	45.69	54.31
100	0.149	287.2	1470.80	56.78	43.22
200	0.075	412.5	1883.30	72.70	27.30
BANDEJA		707.1	2590.40	100.00	----

RESULTADOS

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		PORCENTAJE DEL MATERIAL		
D10	0.042	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcillas (Fino%)
D30	0.085			
D60	0.35			
Cu	8.33	10.31	62.39	27.30
Cc	0.49	***A-2-4 / Arena arcillosa***		

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Anexo 101: Datos ensayo de Límites de Atterberg.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA

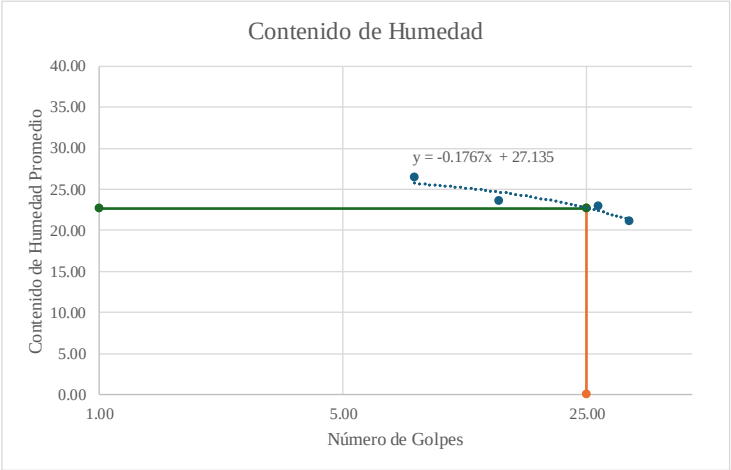
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
NORMATIVA:	AASHTO T89
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua. **FECHA:** 14/11/2024

ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente número :	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso humedo+Recipiente:	19.1	19.5	18.6	19.8	24.1	24.9	21.4	20.1
Peso seco + Recipiente:	16.97	17.61	16.84	17.38	20.85	21.76	18.36	17.7
Peso del recipiente:	7.60	7.90	8.10	8.00	7.70	7.80	7.70	7.80
Peso del Agua (Ww):	2.13	1.89	1.76	2.42	3.25	3.14	3.04	2.40
Peso de los solidos (Ws):	9.37	9.71	8.74	9.38	13.15	13.96	10.66	9.90
Contenido de humedad:	22.73	19.46	20.14	25.80	24.71	22.49	28.52	24.24
Contenido de humedad Promedio:	21.10		22.97		23.60		26.38	
Golpes:	33.00		27.00		14.00		8.00	
Límite Líquido	***22.72***							



LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente número :	1	2	3	4	5	6
Peso humedo+Recipiente:	8	9	8.9	8.7	8	8.1
Peso seco + Recipiente:	7.8	8.4	8.3	8.1	7.7	7.8
Peso del recipiente:	6.03	6.12	6.02	6.01	6.02	6.01
Peso del Agua (Ww):	0.20	0.60	0.60	0.60	0.30	0.30
Peso de los solidos (Ws):	1.77	2.28	2.28	2.09	1.68	1.79
Contenido de humedad:	11.30	26.32	26.32	28.71	17.89	16.77
Contenido de humedad Promedio:	***21.22***					

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido :	22.72	***Índice de Plasticidad (IP):***	***1.50***
Límite Plástico :	21.22		

Anexo 102: Datos ensayo de Proctor Modificado.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
NORMATIVA:	AASHTO T180
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua. **FECHA:** 26/11/2024

ENSAYOS DE COMPACTACIÓN O PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	16692	gramos
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	2120.58	cm^3
Peso inicial deseado	*5.000 gramos*	*5.000 gramos*		*5.000 gramos*	*5.000 gramos*	

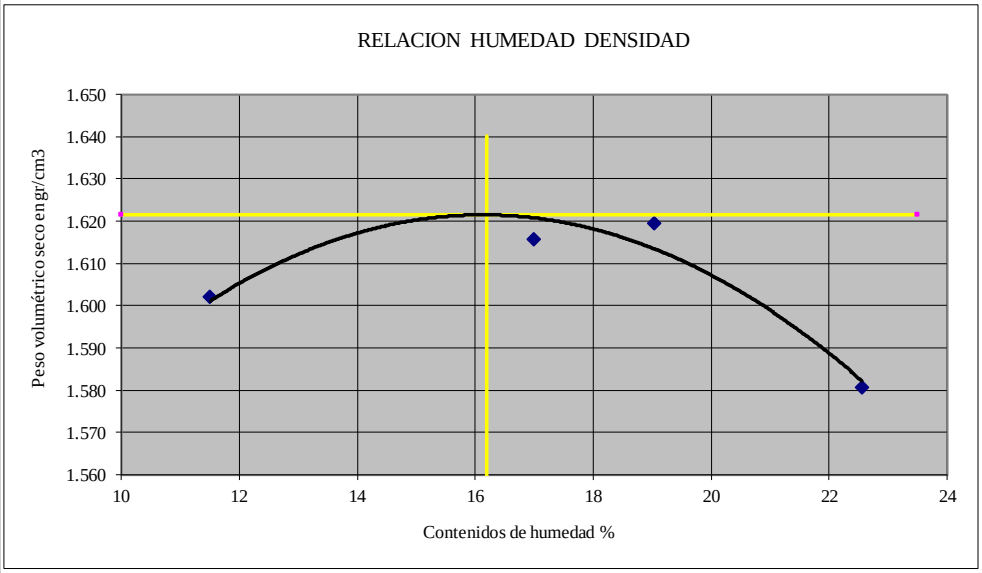
PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Ensayo número	*1*	*2*	*3*	*4*
Humedad incial añadida en %	6.00	10.00	14.00	18.00
Peso del molde + suelo húmedo	20480.00	20700.00	20780.00	20800.00
Peso del suelo húmedo	3788.00	4008.00	4088.00	4108.00
Peso volumetrico en gr/cm^3	1.786	1.890	1.928	1.937

DETERMINACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número		*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Peso húmedo + recipiente	**Wm+rec**	78.7	78.1	85.1	88.7	81.7	68.1	61.5	67.7
Peso seco + recipiente	**Ws+rec**	71.6	70.8	73.8	77.3	69.8	58.4	51.4	56.8
Peso recipiente	**rec**	9.7	7.6	7.5	10	7.6	7.2	7.5	7.5
Peso del agua	**Ww**	7.10	7.30	11.30	11.40	11.90	9.70	10.10	10.90
Peso de los sólidos	**Ws**	61.90	63.20	66.30	67.30	62.20	51.20	43.90	49.30
Contenido de humedad	**w%**	11.47	11.55	17.04	16.94	19.13	18.95	23.01	22.11
Contenido de humedad promedio	**w%**	11.51		16.99		19.04		22.56	
Peso volumétrico seco en gr/cm^3		1.602		1.616		1.619		1.581	

GRÁFICA DE LA MÁXIMA DENSIDAD Y HUMEDAD ÓPTIMA



DENSIDAD MAXIMA	
1.6215	***gr/cm^3***
serie x	serie y
10.00	1.622
23.50	1.622

HUMEDAD ÓPTIMA	
16.20	***%***
serie x	serie y
16.20	0.000
16.20	1.640

Anexo 103: Datos ensayo de CBR Primera Parte.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
NORMATIVA:	ASTM D-1883 - 16		
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega		
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.		
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.	**FECHA:**	5/12/2024

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

DATOS DEL MOLDE

Molde Nº	***11***	***1***	***9***
Nº de Capas	5	5	5
Nº de Golpes	***11***	***27***	***56***
Suelo húmedo + molde (gr)	13560.00	13800.00	12460.00
Masa de Molde (gr)	9500.00	9560.00	8240.00
Masa de suelo húmedo (gr)	4060.00	4240.00	4220.00
Volumen Muestra ($cm^{3)}$	2246.89	2246.89	2203.01
Peso Unitario Hum (gr/cm3)	1.807	1.887	1.916

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Nº Recipiente	***03***	***07***	***I***	***E2***	***T11***	***05***
Masa recipiente (gr)	7.60	7.50	9.90	9.60	7.10	7.60
Masa de suelo húmedo + recipiente (gr)	75.40	80.50	85.80	84.80	68.80	79.10
Masa de suelo seco + recipiente (gr)	62.70	66.70	71.30	70.40	57.30	65.90
Masa de agua Ww (gr)	12.70	13.80	14.50	14.40	11.50	13.20
Masa de suelo seco Ws (gr)	55.10	59.20	61.40	60.80	50.20	58.30
Contenido de humedad (W%)	23.05	23.31	23.62	23.68	22.91	22.64
W Promedio (%)	23.18		23.65		22.77	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.47		1.53		1.56	

DATOS DESPUES DE LA SATURACIÓN

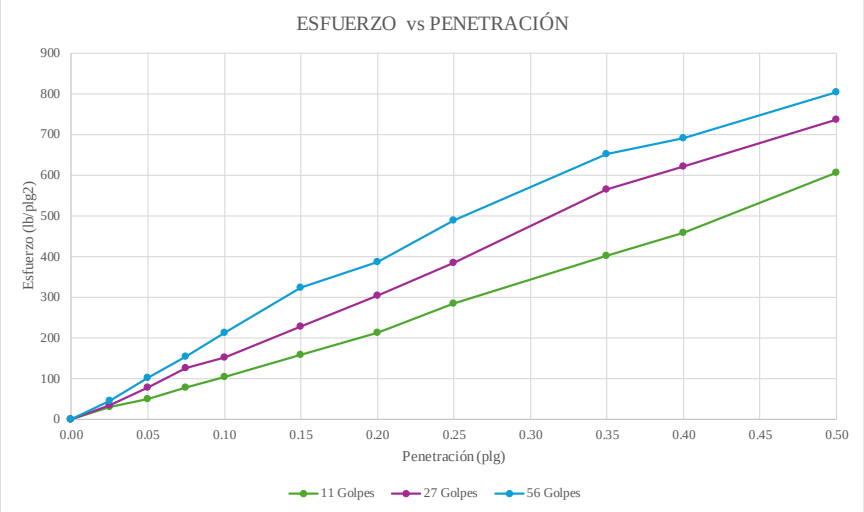
Suelo húmedo + molde (gr)	13720.00	13860.00	12340.00
Masa de Molde (gr)	9500.00	9560.00	8240.00
Masa de suelo húmedo (gr)	4220.00	4300.00	4100.00
Masa de agua absorbida (gr)	160.00	60.00	-120.00
% Agua absorbida	3.94	1.42	-2.84
Peso Unitario Hum (gr/cm3)	1.88	1.91	1.86

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

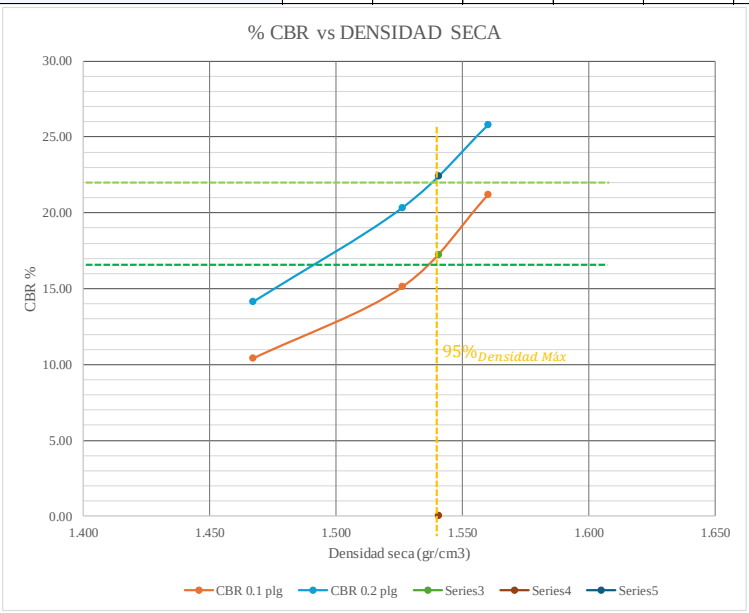
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Nº Recipiente	***03***	***07***	***I***	***E2***	***T11***	***05***
Masa recipiente (gr)	7.60	7.50	9.90	9.60	7.10	7.60
Masa de suelo húmedo + recipiente (gr)	75.40	80.50	85.80	84.80	68.80	79.10
Masa de suelo seco + recipiente (gr)	62.70	66.70	71.30	70.40	57.30	65.90
Masa de agua Ww (gr)	12.70	13.80	14.50	14.40	11.50	13.20
Masa de suelo seco Ws (gr)	55.10	59.20	61.40	60.80	50.20	58.30
Contenido de humedad (W%)	23.05	23.31	23.62	23.68	22.91	22.64
W Promedio (%)	23.18		23.65		22.77	

Anexo 104: Datos ensayo de CBR Segunda Parte.

ENSAYO CBR						
Máquina de compresión simple	Área del piston=3 plg		Vel Carga=1.27 mm/min			
Molde Nº	*11*		*1*		*9*	
Nº de Golpes	*11*		*27*		*56*	
Penetración (plg)	Dial	Presión lb/plg2	Dial	Presión lb/plg2	Dial	Presión lb/plg2
0.000	0	0	0	0	0	0
0.025	89.8	29.93	103.8	34.60	133.6	44.53
0.050	149.8	49.93	233.6	77.87	303.6	101.20
0.075	235.7	78.57	376.3	125.43	463.5	154.50
0.100	311.7	103.90	453.3	151.10	635.6	211.87
0.150	472.4	157.47	683.4	227.80	973.0	324.33
0.200	636.1	212.03	913.8	304.60	1158.8	386.27
0.250	851.2	283.73	1153.8	384.60	1463.0	487.67
0.350	1204.7	401.57	1695.0	565.00	1953.2	651.07
0.400	1375.2	458.40	1863.8	621.27	2075.0	691.67
0.500	1819.3	606.43	2206.6	735.53	2411.4	803.80



ENSAYO CBR						
Molde Nº	Presión lb/plg2	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión lb/plg2	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
11	103.90	10.39	1.467	212.03	14.14	1.467
1	151.10	15.11	1.526	304.60	20.31	1.526
9	211.87	21.19	1.560	386.27	25.75	1.560



DSM (gr/cm3)	0.95 DSM (gr/cm3)	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg
1.622	1.540	17.20	22.40
% CBR Mayor		***22.40***	

ANÁLISIS PRESUPUESTARIO

Anexo 105: Precio total del mejoramiento de la vía.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.				
PRECIO TOTAL DEL MEJORAMIENTO DE LA VÍA					
CÓDIGO	**Rubro / Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Precio Global**
Trabajos Preliminares					
1	Desbroce, Desbosque, Limpieza	Ha	2.67	467.06	1,247.62
2	Replanteo y nivelación con aparatos	Km	4.24	566.81	2,403.27
3	Excavación sin Clasificar (Con transporte incluido)	m3	66780.00	4.60	306,908.86
4	Relleno compactado (Con transporte incluido)	m3	40068.00	5.08	203,580.86
5	Excavación para Cunetas y Encajamiento	m3	296.80	24.89	7,386.69
Construcción de la Calzada					
6	Sub-Base Clase 3. e=15cm	m3	4006.80	26.95	107,989.25
7	Base Clase 3. e=15cm	m3	4006.80	30.80	123,416.24
8	Capa de rodadura de Hormigón Asfáltico mezclado en sitio. e=5cm (Se incluye imprimación y transporte)	m2	13356.00	8.65	115,512.04
9	Hormigón Estructural 180 kg/cm2	m3	29680.00	15.66	464,888.52
10	Acero de Refuerzo en barras	kg	466	4.07	1,897.82
Drenaje y Alcantarillado					
11	Tubería de acero corrugado (d=0.8, e=2mm)	m	85.00	356.32	30,287.06
Implementación de la Señalización					
12	Señalización Horizontal (Marcas Pavimento)	m	12720.00	0.94	11,917.83
13	Marcas sobresalientes en pavimento	u	300.00	5.47	1,642.48
14	Señal Vertical al lado carretera preventivas 0.75x0.75m	u	22.00	142.22	3,128.88
15	Señal Vertical al lado carretera reglamentarias D=0.75m	u	10.00	148.52	1,485.22
16	Señal Vertical al lado carretera informativas 1.20x0.60m	u	5.00	181.60	908.01
17	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80x1.20m	u	5.00	215.07	1,075.35
				Total USD $	***1,385,675.99***

Anexo 106: Detalle del Rubro 1.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Desbroce, Desbosque, Limpieza	**UNIDAD :**	Ha

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				4.50	
Retroexcavadora	1.00	37.18	37.18	223.08	6.00
Motosierra	2.00	5.00	10.00	60.00	6.00
			PARCIAL M	***287.58***	***12.00***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Peón Est. Ocup. E2	2.00	4.14	8.28	24.84	3.00
Operador de equipo liviano	2.00	4.19	8.38	50.28	6.00
Operador de retroexcavadora	1.00	4.42	4.42	26.52	6.00
			PARCIAL N	***101.64***	***15.00***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL O	***0.00***	***0.00***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :	**389.22**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%	**77.84**	
OTROS INDIRECTOS (%X)	**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :	**467.06**	
VALOR PROPUESTO USD $:	**467.06**	

Anexo 107: Detalle del Rubro 2.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Replanteo y nivelación con aparatos	**UNIDAD :**	Km

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				8.00	
RTX Trimble DA2	1.00	20.00	20.00	284.00	14.20
			PARCIAL M	***292.00***	***14.20***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Peón Est. Ocup. E2	2.00	4.14	8.28	117.58	14.20
Topógrafo 2 Est. Ocup.	1.00	4.42	4.42	62.76	14.20
			PARCIAL N	***180.34***	***28.40***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL O	***0.00***	***0.00***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :	**472.34**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%	**94.47**	
OTROS INDIRECTOS (%X)	**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :	**566.81**	
VALOR PROPUESTO USD $:	**566.81**	

Anexo 108: Detalle del Rubro 3.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Excavación sin Clasificar (Con transporte incluido)	**UNIDAD :**	m3

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.02	
Tractor de Oruga	1.00	37.18	37.18	0.56	0.02
Cargadora Frontal	1.00	35.20	35.20	0.53	0.02
Volqueta (12 metros cúbicos)	3.00	48.67	146.01	2.19	0.02
			PARCIAL M	***3.30***	***0.05***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Operador del Tractor de Oruga	1.00	4.42	4.42	0.07	0.02
Operador de la Cargadora Frontal	1.00	4.42	4.42	0.07	0.02
Ayudante de Maquinaria	2.00	4.26	8.52	0.13	0.02
CHOFER: Volquetas	3.00	6.08	18.24	0.27	0.02
			PARCIAL N	***0.53***	***0.06***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL O	***0.00***	***0.00***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :	**3.83**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%	**0.77**	
OTROS INDIRECTOS (%X)	**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :	**4.60**	
VALOR PROPUESTO USD $:	**4.60**	

Anexo 109: Detalle del Rubro 4.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Relleno compactado (Con transporte incluido)	**UNIDAD :**	m3

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.02	
Cargadora Frontal	1.00	35.20	35.20	0.74	0.02
Motoniveladora	1.00	44.00	44.00	0.92	0.02
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	35.39	35.39	0.74	0.02
Tanquero	1.00	20.00	20.00	0.42	0.02
Buldócer	1.00	40.00	40.00	0.84	0.02
			PARCIAL M	***3.69***	***0.11***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Operador de la Cargadora Frontal	1.00	4.42	4.42	0.09	0.02
Operador de la Motoniveladora	1.00	4.42	4.42	0.09	0.02
Operador del Rodillo	1.00	4.42	4.42	0.09	0.02
Operador del Buldócer	1.00	4.42	4.42	0.09	0.02
Ayudante de Maquinaria	1.00	4.26	4.26	0.09	0.02
Peón Est. Ocup. E2	1.00	4.14	4.14	0.09	0.02
			PARCIAL N	***0.55***	***0.13***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL O	***0.00***	***0.00***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :	**4.23**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%	**0.85**
OTROS INDIRECTOS (%X)	**-**
COSTO TOTAL RUBRO :	**5.08**
VALOR PROPUESTO USD $:	**5.08**

Anexo 110: Detalle del Rubro 5.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Excavación para Cunetas y Encajamiento	**UNIDAD :**	m3

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.01	
Retroexcavadora	1.00	37.18	37.18	4.83	0.13
Volqueta	2.00	48.67	97.34	12.65	0.13
			PARCIAL M	***17.50***	***0.26***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Operador de retroexcavadora	1.00	4.42	4.42	0.57	0.13
CHOFER: Volquetas	2.00	6.08	12.16	1.58	0.13
Ayudante de Maquinaria	1.00	4.26	4.26	0.55	0.13
Residente de Obra	1.00	4.10	4.10	0.53	0.13
			PARCIAL N	***3.24***	***0.52***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL O	***0.00***	***0.00***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**20.74**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**4.15**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :				**24.89**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**24.89**	

Anexo 111: Detalle del Rubro 6.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Sub-Base Clase 3. e=15cm	**UNIDAD :**	m3

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.02	
Motoniveladora	1.00	37.18	37.18	0.52	0.01
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	35.39	35.39	0.50	0.01
Volqueta	1.00	48.67	48.67	0.68	0.01
Tanquero	1.00	20.00	20.00	0.28	0.01
			PARCIAL M	***2.00***	***0.06***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Operador de la Motoniveladora	1.00	4.42	4.42	0.09	0.02
Operador del Rodillo	1.00	4.42	4.42	0.09	0.02
CHOFER: Volquetas	1.00	6.08	6.08	0.13	0.02
Ayudante de Maquinaria	1.00	4.26	4.26	0.09	0.02
Peón Est. Ocup. E2	1.00	4.14	4.14	0.09	0.02
			PARCIAL N	***0.49***	***0.11***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B
Sub-Base CLASE 3	m3	1.2	17.2	19.7
Agua	m3	0.1	2.5	0.3
			PARCIAL O	***19.97***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :	**22.46**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%	**4.49**	
OTROS INDIRECTOS (%X)	**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :	**26.95**	
VALOR PROPUESTO USD $:	**26.95**	

Anexo 112: Detalle del Rubro 7.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	Base Clase 3. e=15cm			**UNIDAD :**	m3
DETALLE :					
Equipo					
Descripción	**Cantidad A**	**Tarifa/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.02	
Motoniveladora	1.00	37.18	37.18	0.52	0.01
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	35.39	35.39	0.50	0.01
Volqueta (8 metros cúbicos)	1.00	48.67	48.67	0.68	0.01
Tanquero	1.00	20.00	20.00	0.28	0.01
			PARCIAL M	***2.00***	***0.06***
Mano de Obra					
Descripción	**Cantidad A**	**Jornada/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Operador de la Motoniveladora	1.00	4.42	4.42	0.09	0.02
Operador del Rodillo	1.00	4.42	4.42	0.09	0.02
CHOFER: Volquetas	1.00	6.08	6.08	0.13	0.02
Ayudante de Maquinaria	1.00	4.26	4.26	0.09	0.02
Peón Est. Ocup. E2	1.00	4.14	4.14	0.09	0.02
			PARCIAL N	***0.49***	***0.11***
Material					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Unitario B**	**Costo C=A*B**	
Base CLASE 3	m3	1.2	19.9	22.9	
Agua	m3	0.1	2.5	0.3	
			PARCIAL O	***23.18***	
Transporte					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Tarifa B**	**Costo C=A*B**	**Rendimiento**
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**25.67**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**5.13**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :				**30.80**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**30.80**	

Anexo 113: Detalle del Rubro 8.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	Capa de rodadura de Hormigón Asfáltico mezclado en sitio. e=5cm (Se incluye imprimación y transporte)		**UNIDAD :**	m2	
DETALLE :					
Equipo					
Descripción	**Cantidad A**	**Tarifa/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.02	
Planta Asfáltica	1.00	160.00	160.00	0.80	0.01
Cargadora Frontal	1.00	35.20	35.20	0.18	0.01
Volqueta (8 metros cúbicos)	1.00	48.67	48.67	0.24	0.01
Escoba Mecánica Autopropulsada 80HP	1.00	38.00	38.00	0.19	0.01
Camión Dsitribuidor de Asfalto	1.00	35.00	35.00	0.18	0.01
Fresadora de Asfalto	1.00	52.80	52.80	0.26	0.01
Rodillo Neumático	1.00	32.60	32.60	0.16	0.01
Rodillo Compactador	1.00	23.10	23.10	0.12	0.01
			PARCIAL M	***2.15***	***0.04***
Mano de Obra					
Descripción	**Cantidad A**	**Jornada/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Operador de la Planta Asfáltica	1.00	4.42	4.42	0.02	0.01
Operador de la Cargadora Frontal	1.00	4.42	4.42	0.02	0.01
CHOFER: Volquetas	1.00	6.08	6.08	0.03	0.01
Operador del Camión Distribuidor de Asfalto	1.00	4.42	4.42	0.02	0.01
Operador de la Fresadora de Asfalto	1.00	4.42	4.42	0.02	0.01
Operador de Barredora Autopropulsada	1.00	4.42	4.42	0.02	0.01
Operador de Rodillo	2.00	4.42	8.84	0.04	0.01
Peón	10.00	4.14	41.40	0.21	0.01
			PARCIAL N	***0.39***	***0.04***
Material					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Unitario B**	**Costo C=A*B**	
Asfalto	Lt	1.8	1.0	1.8	
Diesel	Lt	0.6	0.5	0.3	
Material para Carpeta Asfáltica	m3	0.1	25.3	2.3	
Adivito de Adherencia (Incluye el transporte)	Lt	0.7	0.4	0.3	
			PARCIAL O	***4.67***	
Transporte					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Tarifa B**	**Costo C=A*B**	**Rendimiento**
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**7.21**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**1.44**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				-	
COSTO TOTAL RUBRO :				**8.65**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**8.65**	

Anexo 114: Detalle del Rubro 9.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Hormigón Estructural 180 kg/cm2	**UNIDAD :**	m3

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.16	
Concretera de 1 saco	1.00	4.65	4.65	0.47	0.10
Vibrador	1.00	2.00	2.00	0.20	0.10
			PARCIAL M	***0.83***	***0.20***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Peón Est. Ocup. E2	5.00	4.14	20.70	2.07	0.10
Maestro Mayor Est. Ocup. E2	1.00	4.42	4.42	0.44	0.10
Albañil Est. Ocup. D2	2.00	4.19	8.38	0.84	0.10
			PARCIAL N	***3.35***	***0.30***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B
Arena	m3	0.06	16.47	0.99
Ripio	m3	0.09	16.64	1.50
Agua	m3	0.02	2.5	0.05
Cemento	saco	0.60	8.85	5.31
Tiras para el Encofrado	m	0.12	2.00	0.24
Tabla del Encofrado	m	0.12	2.85	0.34
Clavos	kg	0.25	1.80	0.45
			PARCIAL O	***8.88*** ***0.00***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :	**13.05**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%	**2.61**	
OTROS INDIRECTOS (%X)	**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :	**15.66**	
VALOR PROPUESTO USD $:	**15.66**	

Anexo 115: Detalle del Rubro 10.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Acero de Refuerzo en barras	**UNIDAD :**	kg

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.03	
			PARCIAL M	***0.03***	***0.00***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Peón Est. Ocup. E2	1.00	4.14	4.14	0.17	0.04
Maestro Mayor Est. Ocup. E2	1.00	4.42	4.42	0.18	0.04
Peón de Fierro Est. Ocup. D2	2.00	4.20	8.40	0.34	0.04
			PARCIAL N	***0.68***	***0.12***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B
Acero de Refuerzo (fy=4200 kg/cm2)	kg	1.2	2.23	2.6
Alambre GALV #10 LIBRA	lb	0.1	1.18	0.1
			PARCIAL O	***2.68***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :	**3.39**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%	**0.68**	
OTROS INDIRECTOS (%X)	**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :	**4.07**	
VALOR PROPUESTO USD $:	**4.07**	

Anexo 116: Detalle del Rubro 11.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	Tubería de acero corrugado (d=0.8, e=2mm)			**UNIDAD :**	m
DETALLE :					
Equipo					
Descripción	**Cantidad A**	**Tarifa/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo	5.00	0.20	1.00	0.60	0.60
			PARCIAL M	***0.60***	***0.60***
Mano de Obra					
Descripción	**Cantidad A**	**Jornada/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Peón Est. Ocup. E2	5.00	4.14	20.70	12.42	0.60
Maestro Mayor Est. Ocup. E2	1.00	4.42	4.42	2.65	0.60
			PARCIAL N	***15.07***	***1.20***
Material					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Unitario B**	**Costo C=A*B**	
Tubería de Acero Corrugado (d=0.8, e=2mm)	m	1.0	281.26	281.3	
			PARCIAL O	***281.26***	
Transporte					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Tarifa B**	**Costo C=A*B**	**Rendimiento**
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**296.93**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**59.39**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :				**356.32**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**356.32**	

Anexo 117: Detalle del Rubro 12.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Señalización Horizontal (Marcas Pavimento)	**UNIDAD :**	m

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.001	
Franjeadora	1.00	4.42	4.42	0.004	0.001
Camión Mediano	1.00	6.08	6.08	0.006	0.001
Camioneta Doble Tracción	2.00	5.00	10.00	0.010	0.001
Escoba Mecánica Autopropulsada 80HP	1.00	38.00	38.00	0.038	0.001
			PARCIAL M	***0.06***	***0.004***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Peón Est. Ocup. E2	4.00	4.14	16.56	0.02	0.001
Operador de la Freanjeadora	1.00	4.42	4.42	0.00	0.001
Operador de Barredora Autopropulsada	1.00	4.42	4.42	0.00	0.001
Ayudante de Maquinaria	2.00	4.26	8.52	0.01	0.001
Chofer Est. Ocup. C1	2.00	6.08	12.16	0.01	0.001
			PARCIAL N	***0.05***	***0.01***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B
Pintura de Tráfico Amarilla	gl	0.01	21.92	0.2
Microesfera de Vidrio	kg	0.57	0.80	0.5
			PARCIAL O	***0.68***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**0.78**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**0.16**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :				**0.94**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**0.94**	

Anexo 118: Detalle del Rubro 13.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	Marcas sobresalientes en pavimento			**UNIDAD :**	u
DETALLE :					
Equipo					
Descripción	**Cantidad A**	**Tarifa/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
HERRAMIENTA MENOR 5%Mo				0.02	
			PARCIAL M	***0.02***	***0.00***
Mano de Obra					
Descripción	**Cantidad A**	**Jornada/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Peón Est. Ocup. E2	3.00	4.14	12.42	0.26	0.02
Operador de equipo liviano	1.00	4.19	4.19	0.09	0.02
Peón de Fierro Est. Ocup. D2	1.00	4.20	4.20	0.09	0.02
			PARCIAL N	***0.44***	***0.06***
Material					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Unitario B**	**Costo C=A*B**	
Marcas Sobresalidas en Pavimento (Tachas bidireccionales) (en aluminio 60x60)	u	1.00	3.06	3.1	
Pegamento CIPATEX	gl	0.03	35.00	1.1	
			PARCIAL O	***4.11***	
Transporte					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Tarifa B**	**Costo C=A*B**	**Rendimiento**
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**4.56**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**0.91**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				-	
COSTO TOTAL RUBRO :				**5.47**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**5.47**	

Anexo 119: Detalle del Rubro 14.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	Señal Vertical al lado carretera preventivas 0.75x0.75m			**UNIDAD :**	u
DETALLE :					
Equipo					
Descripción	**Cantidad A**	**Tarifa/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Aplicador	1.00	2.70	2.70	0.18	0.07
Mesa	1.00	1.50	1.50	0.10	0.07
Cortadora Dobladora de Hierro	1.00	2.75	2.75	0.19	0.07
Volquetera (8 metros cúbicos)	1.00	20.00	20.00	1.36	0.07
			PARCIAL M	***1.83***	***0.27***
Mano de Obra					
Descripción	**Cantidad A**	**Jornada/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Maestro Mayor Est. Ocup. E2	1.00	4.42	4.42	0.30	0.07
Albañil Est. Ocup. D2	1.00	4.19	4.19	0.28	0.07
Peón Est. Ocup. D2	1.00	4.14	4.14	0.28	0.07
Maestro Soldador Especializado Est. Ocup. C1	1.00	4.65	4.65	0.32	0.07
Chofer Est. Ocup. C1	1.00	6.08	6.08	0.41	0.07
			PARCIAL N	***1.60***	***0.34***
Material					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Unitario B**	**Costo C=A*B**	
Placas Aluminio Anodizado (2mm, 2.44x1.22)	m2	0.50	33.00	16.5	
TUBO IMC Ø 1 1/4 " 3m, galvanizado, con rosca y unión	u	4.00	17.73	70.9	
Perno Hexagonal 1/2x1/4 G2	u	2.00	0.48	1.0	
ElectroCorte	m2	0.50	30.00	15.0	
Hormigón Premezclado f'c=180 kg/cm2	m3	0.08	108.86	8.7	
Varios (otros)	set	1.00	3.00	3.0	
			PARCIAL O	***115.09***	
Transporte					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Tarifa B**	**Costo C=A*B**	**Rendimiento**
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**118.52**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**23.70**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :				**142.22**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**142.22**	

Anexo 120: Detalle del Rubro 15.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	Señal Vertical al lado carretera reglamentarias D=0.75m			**UNIDAD :**	u
DETALLE :					
Equipo					
Descripción	**Cantidad A**	**Tarifa/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Aplicador	1.00	2.70	2.70	0.18	0.07
Mesa	1.00	1.50	1.50	0.10	0.07
Cortadora Dobladora de Hierro	1.00	2.75	2.75	0.19	0.07
Volquetera (8 metros cúbicos)	1.00	20.00	20.00	1.36	0.07
			PARCIAL M	***1.83***	***0.27***
Mano de Obra					
Descripción	**Cantidad A**	**Jornada/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Maestro Mayor Est. Ocup. E2	1.00	4.42	4.42	0.30	0.07
Albañil Est. Ocup. D2	1.00	4.19	4.19	0.28	0.07
Peón Est. Ocup. D2	1.00	4.14	4.14	0.28	0.07
Maestro Soldador Especializado Est. Ocup. C1	1.00	4.65	4.65	0.32	0.07
Chofer Est. Ocup. C1	1.00	6.08	6.08	0.41	0.07
			PARCIAL N	***1.60***	***0.34***
Material					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Unitario B**	**Costo C=A*B**	
Placas Aluminio Anodizado (2mm,	m2	0.50	33.00	16.5	
TUBO IMC Ø 1 1/4 " 3m, galvanizado, con rosca y unión	u	4.00	17.73	70.9	
Ángulo Exrerno 40x25	u	3.00	1.75	5.3	
Perno Hexagonal 1/2x1/4 G2	u	2.00	0.48	1.0	
ElectroCorte	m2	0.50	30.00	15.0	
Hormigón Premezclado f'c=180 kg/cm2	m3	0.08	108.86	8.7	
Varios (otros)	set	1.00	3.00	3.0	
			PARCIAL O	***120.34***	
Transporte					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Tarifa B**	**Costo C=A*B**	**Rendimiento**
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**123.77**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**24.75**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :				**148.52**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**148.52**	

Anexo 121: Detalle del Rubro 16.

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO :	Señal Vertical al lado carretera informativas 1.20x0.60m	**UNIDAD :**	u

DETALLE :

Equipo

Descripción	Cantidad A	Tarifa/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Aplicador	1.00	2.70	2.70	0.35	0.13
Mesa	1.00	1.50	1.50	0.20	0.13
Cortadora Dobladora de Hierro	1.00	2.75	2.75	0.36	0.13
Volquetera (8 metros cúbicos)	1.00	20.00	20.00	2.60	0.13
			PARCIAL M	***3.50***	***0.52***

Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornada/Hora B	Costo Hora C=A*B	Costo D=C*R	Rendimiento
Maestro Mayor Est. Ocup. E2	1.00	4.42	4.42	0.57	0.13
Albañil Est. Ocup. D2	1.00	4.19	4.19	0.54	0.13
Peón Est. Ocup. D2	1.00	4.14	4.14	0.54	0.13
Maestro Soldador Especializado Est. Ocup. C1	1.00	4.65	4.65	0.60	0.13
Chofer Est. Ocup. C1	1.00	6.08	6.08	0.79	0.13
			PARCIAL N	***3.05***	***0.65***

Material

Descripción	Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C=A*B
Placas Aluminio Anodizado (2mm, 2.44x1.22)	m2	0.80	33.00	26.4
TUBO IMC Ø 1 1/4 " 3m, galvanizado, con rosca y unión	u	4.00	17.73	70.9
Perno Hexagonal 1/2x1/4 G2	u	2.00	0.48	1.0
Ángulo Exrerno 40x25	u	4.00	1.75	7.0
Platina Laminada 1/2x3/16 (12x4)	u	1.00	3.79	3.8
ElectroCorte	m2	0.80	30.00	24.0
Hormigón Premezclado f'c=180 kg/cm2	m3	0.08	108.86	8.7
Varios (otros)	set	1.00	3.00	3.0
			PARCIAL O	***144.78***

Transporte

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	Rendimiento
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :	**151.33**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%	**30.27**	
OTROS INDIRECTOS (%X)	**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :	**181.60**	
VALOR PROPUESTO USD $:	**181.60**	

Anexo 122: Detalle del Rubro 17.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega				
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.				
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80x1.20m		**UNIDAD :**	u	
DETALLE :					
Equipo					
Descripción	**Cantidad A**	**Tarifa/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Aplicador	1.00	2.70	2.70	0.77	0.29
Mesa	1.00	1.50	1.50	0.43	0.29
Cortadora Dobladora de Hierro	1.00	2.75	2.75	0.79	0.29
Volquetera (8 metros cúbicos)	1.00	20.00	20.00	5.74	0.29
			PARCIAL M	***7.73***	***1.15***
Mano de Obra					
Descripción	**Cantidad A**	**Jornada/Hora B**	**Costo Hora C=A*B**	**Costo D=C*R**	**Rendimiento**
Maestro Mayor Est. Ocup. E2	1.00	4.42	4.42	1.27	0.29
Albañil Est. Ocup. D2	1.00	4.19	4.19	1.20	0.29
Peón Est. Ocup. D2	1.00	4.14	4.14	1.19	0.29
Maestro Soldador Especializado Est. Ocup. C1	1.00	4.65	4.65	1.33	0.29
Chofer Est. Ocup. C1	1.00	6.08	6.08	1.74	0.29
			PARCIAL N	***6.74***	***1.44***
Material					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Unitario B**	**Costo C=A*B**	
Placas Aluminio Anodizado (2mm, 2.44x1.22)	m2	1.00	33.00	33.0	
TUBO IMC Ø 1 1/4 " 3m, galvanizado, con rosca y unión	u	1.00	17.73	17.7	
Perno Hexagonal 1/2x1/4 G2	u	4.00	0.48	1.9	
Ángulo Exrerno 40x25	u	7.00	1.75	12.3	
Platina Laminada 1/2x3/16 (12x4)	u	2.00	3.79	7.6	
ElectroCorte	m2	2.25	30.00	67.5	
Hormigón Premezclado f'c=180 kg/cm2	m3	0.20	108.86	21.8	
Varios (otros)	set	1.00	3.00	3.0	
			PARCIAL O	***164.75***	
Transporte					
Descripción	**Unidad**	**Cantidad A**	**Tarifa B**	**Costo C=A*B**	**Rendimiento**
			PARCIAL P	***0.00***	***0.00***
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) :				**179.23**	**100%**
INDIRECTOS Y UTILIDAD : 20%				**35.85**	
OTROS INDIRECTOS (%X)				**-**	
COSTO TOTAL RUBRO :				**215.07**	
VALOR PROPUESTO USD $:				**215.07**	

Anexo 123: Especificaciones técnicas.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

RUBRO: DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

Descripción.- Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes Especificaciones y los demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarascas. También se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza.

Estos trabajos incluirán todas las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las afueras de esta, que estén señaladas en los planos o por el Fiscalizador, como fuentes designadas u opcionales de materiales de construcción. Además, comprenderán la remoción de obstáculos misceláneos, conforme se estipula en la subsección 301-2 de las especificaciones técnicas del MOP, en caso de no estar incluidos en el contrato los rubros anotados en dicha Sección.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

Procedimientos de trabajo.- El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que de resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En todo caso, se pagará al contratista solamente por los trabajos efectuados dentro de los límites de Desbroce, Desbosque y Limpieza señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Cuando en el contrato se prevea la conservación y colocación en áreas de siembra, de la capa de tierra vegetal, este material será almacenado en sitios aprobados por el Fiscalizador, hasta su incorporación a la obra nueva, y todo el trabajo de transporte, almacenamiento y colocación será pagado de acuerdo con lo estipulado en la Secciones 206 y 207 de las especificaciones técnicas del MOP.

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 m deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado, y si en los documentos contractuales se lo exige, remover y almacenar para su uso posterior la capa de tierra vegetal superficial.

En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 m la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 cm sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras. Los árboles deberán ser removidos por completo en los lugares donde esté prevista la construcción de estructuras o sub-drenes, pilotes, excavación en forma escalonada para terraplenado, remoción de capa de tierra vegetal o la remoción de material inadecuado.

En las zonas que deban ser cubiertas por terraplenes y en que haya que eliminar la capa vegetal, material inadecuado, tocones o raíces, se emparejará y compactará la superficie resultante luego de eliminar tales materiales. El relleno y la compactación se efectuarán de acuerdo con lo estipulado en la subsección 305-1 de las especificaciones técnicas del MOP.

El destronque de zonas para cunetas, rectificaciones de canales o cauces, se efectuará hasta obtener la profundidad necesaria para ejecutar la excavación correspondiente a estas superficies.
En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 cm. No se requerirá en estas áreas la remoción de arbustos ni de otra vegetación que no sea árboles.
Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes.
No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce, Desbosque y Limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.

Disposición de materiales removidos.- Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se queme los materiales removidos.
Cualquier material cuya recuperación esté prevista en los documentos contractuales u ordenada por el Fiscalizador será almacenado para uso posterior, de acuerdo con las estipulaciones del contrato y las instrucciones del Fiscalizador.
Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MOP más cercanas.

Medición.- La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

Pago.- La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.
Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago para tales trabajos.
Cuando en el contrato no se incluya el rubro de Desbroce, Desbosque y Limpieza, se considerará que todos estos trabajos que sean requeridos serán pagados por los precios contractuales para la excavación y relleno.
Designación
Unidad de Medición
.Hectárea
Desbroce, Desbosque y Limpieza....

RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON APARATOS

Descripción.- Incluye todos los trabajos topográficos necesarios dentro del área total de trabajo, que permitan delimitar la zona donde se ejecutara los trabajos de toda la obra.

Procedimiento de trabajo.- Se trazará en el terreno a partir de un bench mark o punto de referencia de partida -con cota absoluta o de referencia- trabajos que incluyen el control estricto y permanente de las cotas, dimensiones y profundidades durante todo el proceso de ejecución del movimiento de tierras según lo especificado en los planos y aprobados por la fiscalización.

Condiciones para recepción de trabajos.- El fiscalizador ejercerá control permanente de los trabajos, a fin de asegurar que las indicaciones del proyecto sean llevadas fielmente a la zona de trabajo y que la obra cumpla, una vez concluida, con los requerimientos y especificaciones del proyecto, requiriéndose para ello permanente control de los niveles y medidas.

Medición.- La unidad de medida será el (km) replanteado, longitud considerada en la zona de trabajo.

Pago.- El pago se hará según el precio unitario del contrato y de acuerdo al método de medición, constituyendo dicho precio unitario, compensación plena por mano de obra, equipos, herramientas y otros como necesarios para completar la actividad.
Designación
Replanteo y nivelación.....
Unidad de Medición
Quilómetro (km)

RUBRO: EXCAVACION SIN CLASIFICAR Y RELLENO

Descripción.- Este trabajo consistirá en la excavación, en forma aceptable al Fiscalizador, de todo el material cuya remoción sea necesaria para formar la obra básica del camino y cuya medición y pago no estén previstos por otros rubros del contrato. Se incluye la construcción de cunetas laterales, taludes, terraplenes, escalones para terraplenado a media ladera, zonas de empalmes y accesos, la remoción y reemplazo de material inadecuado para la construcción del camino, la excavación y acarreo de material designado para uso, como suelo seleccionado, la remoción de desprendimientos y deslizamientos, conforme a lo estipulado en el párrafo denominado: Desprendimientos y deslizamientos, y el desecho de todo material excedente. Todo lo cual se deberá ejecutar de acuerdo con las presentes Especificaciones, las disposiciones especiales y con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. La excavación podrá ser sin clasificación o clasificada de acuerdo con las definiciones que se presentan a continuación.

Excavación sin Clasificación.- Es la excavación en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca.

Excavación sin clasificación y excavación en suelo.- Todo el material resultante de estas excavaciones que sea adecuado y aprovechable, a criterio del Fiscalizador, deberá ser utilizado para la construcción de terraplenes o rellenos, o de otro modo incorporado en la obra, de acuerdo con lo señalado en los planos y a lo indicado por el Fiscalizador.

Materiales plásticos y provenientes de la excavación sin clasificación y la de suelo que presenten un contenido de humedad excesivo y que pueden secarse a una condición utilizable, mediante el empleo de medios razonables, tales como aireación, escarificación o arado, se considerarán como aprovechables para la construcción de terraplenes o rellenos y no deberán ser desechados, siempre que cumplan con los requisitos estipulados en la Sección 817 de las especificaciones técnicas del MOP a no ser que los materiales de excavación disponibles excedan la cantidad requerida para tal construcción; sin embargo, el Contratista tendrá la opción de desechar el material plástico inestable y reemplazarlo con material de mejor calidad, a su propio costo.

Medición.- Las cantidades a pagarse por la excavación de la plataforma del camino serán los volúmenes medidos en su posición original y calculados de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-5.01 de las especificaciones técnicas del MOP, de la excavación efectivamente ejecutada y aceptada, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Las áreas transversales que se utilizan en el cálculo de volúmenes serán computadas en base a las secciones transversales originales del terreno natural después de efectuarse el desbroce y limpieza, y las secciones transversales tomadas del trabajo terminado y aceptado.
La medición deberá incluir:

- La excavación necesaria para la construcción de la obra básica en zonas de corte. Se medirá como excavación según la naturaleza del material removido y de acuerdo con los rubros del contrato. No se incluirá en la medición la sobreexcavación. Como excavación en suelo, roca o sin clasificación. La clasificación se hará de conformidad con lo establecido anteriormente.
- La excavación autorizada de escalones o terrazas en las laderas o terraplenes existentes, para permitir la adecuada construcción o ampliación de terraplenes, de acuerdo con la subsección 305-1 de las especificaciones técnicas del MOP.
- Cunetas laterales y los canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea de 3 m o más.
- No se medirá como excavación el material excavado para la plataforma del camino que sea pagado bajo otro rubro.

Pago.- Las cantidades establecidas en la medición, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.
Estos precios y pago constituirán la compensación total por la excavación, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos.
Designación
Excavación sin clasificar y relleno.....
Unidad de Medición ..Metro cúbico (m3)

RUBRO: TRANSPORTE DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN

Descripción.- Comprende todas las precauciones y medidas que el Contratista deberá tomar con el fin de causar el mínimo malestar a la salud humana al ambiente que rodea a la obra.

Procedimiento de Trabajo.- Durante la construcción, rehabilitación o concesión viales, y particularmente con motivo de los movimientos de tierra que se tengan que ejecutar para cumplir las condiciones de diseño de la obra, en las etapas de extracción, carga, transporte o de colocación de materiales, se deberá evitar que estas tareas produzcan contaminación

atmosférica por acción de las partículas de polvo, debiendo el Contratista tomar todas las precauciones necesarias para tal efecto, por ejemplo, regar el área afectada.
El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para evitar el vertido de material durante el transporte, como, por ejemplo, contar con lonas de recubrimiento, envases herméticos u otros. El Fiscalizador podrá ordenar el retiro de los camiones que no cumplan con esta disposición.
Los trabajos de transporte de materiales para la obra sean o no propiedad del Contratista, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a caminos públicos y privados, a las construcciones, a los cultivos y a otros bienes públicos o privados. Tal programación deberá ser puesta a consideración del Fiscalizador para su conocimiento y aprobación.
Cuando para realizar los transportes se deban utilizar sectores de calles o caminos públicos, el Contratista deberá asegurarse que los vehículos no excedan los pesos por eje máximos autorizados.
El Contratista deberá evitar la compactación de suelos debido al tránsito innecesario de maquinaria, sobre todo en aquellas áreas que no formen parte de la infraestructura básica de la obra vial. El Fiscalizador podrá ordenar la recuperación de aquellas áreas que hayan sido innecesariamente transitadas, por cuenta y cargo del Contratista.
Todo material que sea encontrado fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, como restos de hormigón, rocas, restos de vegetación, etc., será retirado por el Contratista y sin derecho a pago. En caso de no hacerlo, la Fiscalización podrá ordenar el retiro del material a terceros, a costo del Contratista.

Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección serán cancelados por m3-km transportado de material.
Designación
Unidad de Medición
Transporte de materiales de excavación.....Metro cúbico/Kilómetro (m3)

RUBRO: ACABADO DE LA OBRA BÁSICA

Descripción.- Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.
Este trabajo será realizado en dos casos fundamentales, cuando el acabado se ejecute en plataforma nueva y cuando se trate de trabajos de mejoramiento o complementarios de la plataforma ya existente.

Procedimiento de trabajo.- Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

Obra básica nueva.- Después de que la plataforma del camino haya sido sustancialmente terminada, será acondicionada en su ancho total, retirando cualquier material blando o inestable que no pueda ser compactado debidamente, y será reemplazado con suelo seleccionado, de acuerdo a lo previsto en la Sección 306 de las especificaciones técnicas del MOP; luego de lo cual, toda la plataforma será conformada y compactada, como se estipula en las subsecciones 305-1, 305-2 de las especificaciones técnicas del MOP. De ser necesario, se harán trabajos de escarificación, emparejamiento, rastrillada, humedecimiento u aireación,

además de la conformación y compactación para lograr una plataforma del camino perfectamente compactada y conformada, de acuerdo con las cotas y secciones transversales señaladas en los planos y lo indicado en el numeral 303-1.02 de las especificaciones técnicas del MOP. También se efectuará la conformación y acabado de los taludes de acuerdo a lo exigido en los documentos contractuales y ordenados por el Fiscalizador.
La plataforma acabada será mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque por encima la capa de sub-base o de rodadura, señalada en los planos o, en el caso de no ser requerida tal capa, hasta la recepción definitiva de la obra.

Obra básica existente.- Cuando se señale en los planos y otros documentos contractuales o lo indique el Fiscalizador, las plataformas existentes serán escarificadas, conformadas, humedecidas u oreadas y compactadas de acuerdo con estas Especificaciones y en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones transversales del proyecto en ejecución.
Cualquier material excedente será utilizado para ampliar taludes o transportado a los sitios de depósito, según lo disponga el Fiscalizador y en concordancia con lo dispuesto en el numeral 303-2.02.6 de las especificaciones técnicas del MOP. Todo el material que pueda ser requerido para ampliar o nivelar la plataforma existente, será conseguido de acuerdo a lo indicado en las Secciones 303 y 304 de las especificaciones técnicas del MOP.
Para los sectores de rectificación y mejoramiento de las carreteras existentes, las operaciones deberán programarse con avance limitado y su desalojo ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de permitir el tránsito público en el período de construcción y evitando el deterioro de la capa de rodadura existente. La eventual incidencia en los costos de construcción del sistema de trabajo a emplearse deberá ser considerado en el análisis de precio unitario de excavación para la plataforma. El Ministerio no reconocerá pago adicional alguno por este concepto.

Medición.- La terminación o acabado de la obra básica nueva, no será medida a efectos de pago directo, considerándose compensada por los pagos que se efectúen por los varios rubros de excavación y relleno.
La cantidad a pagarse por el acabado de la obra básica existente será el número de metros cuadrados medidos a lo largo del eje del camino de la plataforma, aceptablemente terminada, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y del Fiscalizador.

Pago.- El acabado de la obra básica nueva, tal como se ha indicado en la subsección 308-3 de las especificaciones técnicas del MOP, no se pagará en forma directa. El acabado de la obra básica existente se pagará al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato. Si dicho rubro no está incluido en el contrato, se considerará que el trabajo de acabado de la obra básica existente está compensado con los pagos efectuados por los varios rubros de excavación y relleno.
Este precio y pago constituirán la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta subsección, con las excepciones que se enumeran a continuación:
a)
b)
Cuando la cantidad de excavación requerida para la explanación y conformación de la plataforma existente sea mayor de 1.500 m3 por km. se pagará toda la excavación de acuerdo a la subsección 303-2 de las especificaciones técnicas del MOP.

El material adicional requerido para completar y terminar la plataforma del camino, en concordancia con la sección transversal de la obra, se pagará de conformidad a lo establecido en la subsección 303-2, y Secciones 304 y 307 de las especificaciones técnicas del MOP.
Designación
Unidad de Medición
Acabado de la obra básica existente.....Metro cuadrado (m2)

RUBRO: SUB-BASE CLASE III

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816 de las especificaciones técnicas del MOP. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos. Materiales. Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.
- Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en las especificaciones técnicas del MOP, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría. Por lo menos el 30% del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.
- Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos de las especificaciones técnicas del MOP, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría.
- Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816 de las especificaciones técnicas del MOP, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Equipo.- El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios,

Ensayos y Tolerancias.- La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados en la subsección 816-2 de las especificaciones técnicas del MOP, los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.
Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la subsección 816-2 de las especificaciones técnicas del MOP o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Optima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.
En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.
En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.
La superficie de la sub-base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.
Procedimientos de trabajo.

Preparación de la Subrasante.- Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 de las especificaciones técnicas del MOP deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.
En caso de ser necesaria la construcción de sub-drenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.
Selección y Mezclado. Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.
En caso de que se tenga que conseguir la granulometria y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras

máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.
Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos. No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

Tendido, Conformación y Compactación.- Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.
El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo con las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.
Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniformne, con una superficie lisa y conformada de acuerdo con las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas. En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.
Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.
Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.
El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el

Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 403-1.04 de las especificaciones técnicas del MOP, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.
El Porcentaje de compactación será del 100 % y su verificación se realizará, una vez que la Subbase se encuentre conformada, realizando los ensayos de densidad de campo y calculando la compactación tomando en cuenta una densidad Máxima de laboratorio y la humedad óptima del ensayo PROCTOR a realizarse sobre el material de Subbase a emplearse.
En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub-base.

Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.
Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.
Pago. Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.
Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.
Designación
Sub-base Clase.....
Unidad de Medición
....Metro cúbico (m3)

RUBRO: BASE CLASE III

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.
Materiales. Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz No 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, excentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- **Clase 1:** Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subsección 814-2 de las especificaciones técnicas del MOP y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 404-1.1.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hiciere falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación se podrá completar con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados necesariamente en planta.

- **Clase 2:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4 de las especificaciones técnicas del MOP.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.2.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación podrá completarse con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados preferentemente en planta.

- **Clase 3:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4 de las especificaciones técnicas del MOP.

Si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación, se podrá completar con material procedente de trituración adicional, o con arena fina, que podrán ser mezclados en planta o en el camino.

Equipo.- El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios.

Ensayos y Tolerancias.- La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra.

Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814 de las especificaciones técnicas del MOP, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.0 T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones AASHTO

T-180, método D. En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.
Estos espesores y la densidad de la base serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alterados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, entes de corregir los espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.
En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.
Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en fonna transversal.
En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.
Procedimiento de trabajo.

Preparación de la Sub-base.- La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404 de las especificaciones técnicas del MOP. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

Selección y Mezclado.- Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.
En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.
El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado

grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño.
Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.
Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.
En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

Tendido y Conformación.- Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.
El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos. Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez tenninada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.
En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.
Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10 centímetros.
Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.
El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.
El Porcentaje de compactación será del 100 % y su verificación se realizará una vez que la capa de Base se encuentre conformada, realizando los ensayos de densidad de campo y calculando la compactación en base a los resultados del ensayo Proctor a realizarse sobre el material de base a utilizarse.
Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 404-1.04 de las especificaciones técnicas del MOP, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador, previamente a la imprimación de la base.
En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.
Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.
Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.
Designación
Unidad de Medición
.....Metro cúbico (m3)

RUBRO: CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN SITIO (SE INCLUYE IMPRIMACIÓN Y TRANSPORTE)

Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.
Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

Materiales.- El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de las especificaciones técnicas del MOP. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado en la subsección 810-4 de las especificaciones técnicas del MOP.
Durante las aplicaciones puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, para dar mayor eficiencia al riego de imprimación. En este caso, el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el Contrato. Sin embargo, no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.
De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas y que cumpla cualquiera de las granulometrías para capa de sello indicadas en la subsección 405-6 de estas especificaciones. La arena deberá hallarse preferentemente seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

Equipo.- El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.
El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.
El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que pennita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor dispondrá de sistema de calentamiento regulado con recirculación para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

Procedimientos de trabajo.- El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

Distribución del material bituminoso.- El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda.

La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada. Será necesario tomar las precauciones necesarias en los riegos, a fin de empalmar o superponer ligeramente las uniones de las fajas, usando en caso de necesidad el rociador manual para retocar los lugares que necesiten.
Para evitar superposición en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al final de cada aplicación, y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. De igual manera, para comenzar el nuevo riego se colocará el papel grueso al final de la aplicación anterior, para abrir las boquillas sobre él y evitar el exceso de asfalto en los empalmes. Los papeles utilizados deberán ser desechados.
El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. En ningún caso deberá descargarse el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias.
La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimarse y al tipo de asfalto empleado. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS-Ih, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 Vm2 (De acuerdo con el Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto, de acuerdo con lo especificado en la Sección 810 de las especificaciones técnicas del MOP.
Cuando la cantidad de aplicación y el tipo de material lo justifiquen, la distribución deberá dividirse en dos aplicaciones para evitar la inundación de la superficie.

Aplicación de la arena.- La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en 24 horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.
La arena deberá distribuirse uniformemente en la superficie por cubrir, de acuerdo con lo dispuesto por el Fiscalizador. No se permitirá la formación de corrugaciones en el material de secado ni se deberán dejar montones de arena sobre la capa; el Contratista estará obligado a mantener la superficie cubierta en condición satisfactoria hasta que concluya la penetración y secado, luego de lo cual deberá remover y retirar la arena sobrante.

Circulación de vehículos.- No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de 20 Km/h. a fin de evitar que el asfalto se adhiera a las llantas y se pierda la imprimación. De todas maneras, todas las zonas deterioradas por falta o exceso de asfalto deberán corregirse oportunamente, con tiempo suficiente, antes de proceder a construir las capas superiores de pavimento. El Fiscalizador deberá determinar en cada caso el tiempo mínimo en que la superficie se mantendrá imprimada antes de cubrirla con la capa siguiente.

Medición. Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador.
La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 °C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5 de las especificaciones técnicas del MOP.
La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos.

Pago.- Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.
Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la súperficie por imprimarse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.
Designación
Unidad de Medición
Imprimación Asfalto RC-250 rata 1.50 lt/m2.....Litro (Gal)

CARPETA ASFÁLTICA E-9.00 CM

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfăltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Materiales.- El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento. asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.4. El cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2 de las especificaciones técnicas del MOP. Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2 de las especificaciones técnicas del MOP, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.
Las mezclas asfálticas a emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2. Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405- 5.1. En el contrato se determinará el tipo y graduación de los agregados, de acuerdo con las condiciones de empleo y utilización que se previene para la carpeta asfáltica.

Plantas mezcladoras.- Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista, podrán ser continuas o por paradas, y deberán cumplir los requisitos que se establezcan más adelante para cada una de ellas específicamente, además de lo cual todas deberán satisfacer las exigencias siguientes:

Equipo para manejo del asfalto: Los tanques para almacenamiento del asfalto deberán estar equipados con serpentines de circulación de vapor o aceite que permitan un calentamiento seguro, sin que existan probabilidades de producirse incendios u otros accidentes; y con dispositivos que posibiliten un control efectivo de temperaturas en cualquier momento. Los tanques para almacenamiento deberán tener capacidad suficiente de reserva para al menos un día de trabajo sin interrupciones; el sistema de circulación a las balanzas de dosificación, mezcladora, etc., deberá tener capacidad suficiente para un caudal uniforme, y deberá estar provisto de camisas de aislamiento térmico y conservación de la temperatura. Deberá proveerse de dispositivos confiables para medición y muestreo del asfalto de los tanques.
Secador: La planta deberá estar equipada con un horno secador rotativo para agregados, con suficiente capacidad para proveer los agregados secos y a la temperatura necesaria, a fin de mantener a la mezcladora trabajando continuamente y a su máximo rendimiento. Dispondrá de dispositivos para medición de la temperatura de los agregados al salir del homo, que trabajen con un máximo de error de 5 °C. EI homo secador estará diseñado con una longitud y un número de revoluciones tales que permitan recibir los agregados y movilizarlos hacia la salida en una forma regular y continua, a fin de entregarlos al alimentador de las cribas totalmente secos y en la temperatura necesaria, mediante un flujo permanente, adecuado y sin interrupciones. De todas maneras, el Fiscalizador deberá obtener las muestras necesarias en forma periódica de los agregados transportados a la planta, para comprobar la calidad del secamiento en el núcleo de estos.
Cribas y tolvas de recepción: La planta dispondrá de las cribas suficientes para tamizar el agregado proveniente del secador y separarlo en las graduaciones requeridas para alojarlas en las diferentes tolvas individuales de recepción. Los tamices a utilizarse para la separación de las diferentes graduaciones no permitirán que cualquier tolva reciba más de un 10% de material de tamaño mayor o menor que el especificado. Las tolvas para almacenamiento del agregado caliente deberán tener tamaño suficiente, para conservar una cantidad de agregados que permita la alimentación de la mezcladora trabajando a su máximo rendimiento. Existirán al menos tres tolvas para las diferentes graduaciones, y una adicional para el relleno mineral que se utilizará cuando sea necesario. Cada tolva individual estará provista de un desbordamiento que impida la entrada del exceso de material de uno a otro compartimiento, y que descargue este exceso hasta el piso por medio de una tubería, para evitar accidentes. Las tolvas estarán provistas de dispositivos para control de la cantidad de agregados y extracción de muestras en cualquier momento.
Dispositivos para dosificación del asfalto: La planta estará provista de balanzas de pesaje o de dispositivos de medición y calibración del asfalto, para asegurar que la dosificación de la mezcla se halle dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula maestra de obra. El asfalto medido, ya sea por peso o por volumen, deberá ser descargado a la mezcladora, mediante una abertura o una barra esparcidora cuya longitud será al menos igual a las tres cuartas partes de la longitud de la mezcladora, a fin de lograr una distribución uniforme e inmediata al mezclado en seco. Los dispositivos para la dosificación estarán provistos de medios exactos de medición y control de temperaturas y pesos o volúmenes. La temperatura será medida en la cañería que conduce el asfalto a las válvulas de descarga a la entrada de la mezcladora. Colector de polvo: La planta estará equipada con un colector de polvo de tipo ciclón que recolecte el polvo producido en el proceso de alimentación y mezclado. Este

colector estará diseñado en forma de poder devolver, en caso necesario, el polvo recolectado o parte de él a la mezcladora, o de conducirlo al exterior a un lugar protegido para no causar contaminación ambiental.
Laboratorio de campo: Se deberá contar con el equipo necesario para poder realizar ensayos de la categoría 1 según la subsección 810-2.04, con el objetivo de que antes de descargar el cemento asfáltico a los reservorios desde el tanquero-cistema este sea evaluado y certificado. Se contará también con el equipo necesario para evaluar la composición de las mezclas y la tempereatura de fabricación de estas. Medidas de seguridad: Las plantas deberán disponer de escaleras metálicas seguras para el acceso a las plataformas superiores, dispuestas de tal manera de tener acceso a todos los sitios de control de las operaciones. Todas las piezas móviles como poleas, engranajes, cadenas, correas, etc., deberán hallarse debidamente protegidas para evitar cualquier posibilidad de accidentes con el personal. El espacio de acceso bajo la mezcladora para los camiones deberá ser amplio, para maniobrar con facilidad a la entrada y a la salida. El contratista proveerá además de una plataforma de altura suficiente, para que el Fiscalizador pueda acceder con facilidad a tomar las muestras necesarias en los camiones de transporte de la mezcla.

1.- Exigencias especiales para plantas discontinuas:
Dispositivos de dosificación: Las balanzas para pesar los agregados deberán ser capaces de producir medidas exactas para cada fracción, con una precisión de 0.5% del peso indicado para cualquier carga. Cada fracción que deba pesarse ingresará a un cajón de pesaje suspendido por las balanzas, con capacidad suficiente para recibir la totalidad de la parada con margen de seguridad para evitar el desborde. El cajón permanecerá cerrado y no deberá perder ningún material, hasta completar la parada total de agregados que ingresarán a la mezcladora el momento de la descarga de una manera instantánea. Los soportes del cajón de pesaje estarán libres de cualquier interferencia para permitir un pesaje efectivo en todo momento. Las balanzas serán de tipo dial sin resortes, de fabricación comercial reconocida y con escala que permita apreciar al menos 5 Kg, empezando su funcionamiento con un peso máximo de 45 Kg. La capacidad total de la balanza será hasta 1.5 veces la capacidad de la mezcladora por paradas. El dial deberá estar provisto de agujas para señalar los pesos de cada fracción que se vaya vertiendo en el cajón de pesaje. El movimiento de las agujas estará diseñado para evitar cualquier reflexión sobre el dial y el cristal de protección no deberá permitir refracciones que dificulten la lectura precisa. La balanza para pesar el material bituminoso deberá ser de idéntica factura que las balanzas para agregados, pero la subdivisión mínima de la escala será de 1 Kg y el dial deberá iniciar el control de pesaje con un peso máximo de 5 Kg. La capacidad de estas balanzas para pesar materiales bituminosos será 1.15 veces mayor que el peso del asfalto a agregar a cada parada. Las balanzas, tanto para los agregados como para el asfalto deberán ser calibradas tantas veces como el Fiscalizador lo juzgue conveniente para asegurar la continuidad y uniformidad del pesaje. El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la calibración, incluyendo las pesas apropiadas, y deberá prestar todas las facilidades para que se efectúe la comprobación a satisfacción del Fiscalizador. La precisión del equipo para medir el asfalto estará dentro del 0.5% de tolerancia sobre cualquier peso requerido. Una vez pesado el asfalto que se utilizará en una parada, se accionarán las válvulas manual o automáticamente, para descargar el asfalto dentro de la mezcladora en un lapso máximo de 15 segundos. La descarga del asfalto deberá producirse en cuanto la mezcladora termine su período de mezclado de los agregados en seco.
Mezcladora: La mezcladora será de paletas giratorias dobles, para mezcla tipo amasado, con un número suficiente de paletas para producir una mezcla homogénea y dentro de las tolerancias fijadas para la fórmula maestra de obra. La separación entre ejes y paletas será tal

que no cause fracturación del agregado grueso al momento del mezclado. La mezcladora podrá ser de cajón cerrado o abierto con tapa móvil, para evitar pérdida del relleno mineral o material fino al momento del mezclado inicial. En todo caso, su diseño permitirá tomar con facilidad las muestras necesarias de la mezcla. Estará equipada con dispositivos exactos para medir y controlar el tiempo de mezclado por cada parada, con precisión de 5 segundos. Contará también con un registrador automático del número de paradas producidas.

2.- Exigencias especiales para plantas continúas:
Dispositivos de dosificación, control y calibración: La planta de mezcla continua deberá incluir los dispositivos necesarios para la dosificación exacta de los agregados y el asfalto, sea por volumen o por peso. Previamente al ingreso al secador de la planta, los agregados en frío deberán estar completamente secos. Cuando se efectúe un control de los agregados por volumen, cada tolva de almacenamiento individual dispondrá de una compuerta regulable exactamente, para formar el orificio de dosificación volumétrica, el cual será rectangular y ajustable en sus dimensiones, y deberá estar provisto de registradores para indicar la abertura en cualquier momento. Las aberturas de salida de las tolvas serán calibradas por medio del pesaje de muestras tomadas de cada compartimiento, utilizando el equipo de control de las muestras proporcionado por el Contratista, equipo que permitirá una exactitud de pesaje dentro del 0.5% de error sobre el peso indicado. Cuando se requiera de relleno mineral, éste será introducido a la mezcladora desde una tolva individual, equipada con un dispositivo exacto para la dosificación, y que trabajará sincronizadamente con los alimentadores del agregado y del asfalto.
Sincronización de la alimentación: La planta deberá contar con los medios adecuados para asegurar una sincronización efectiva entre el suministro de los agregados provenientes de las tolvas a la mezcladora, y el suministro del asfalto desde el dispositivo de dosificación, para lograr mezclas homogéneas y uniformes. Las tolvas individuales de los agregados deberán estar provistas de dispositivos de señalización, para indicar el nivel del agregado y detener automáticamente el funcionamiento de la planta cuando la cantidad de agregado en la tolva sea insuficiente. Así mismo, el sistema de almacenamiento del asfalto dispondrá de dispositivos similares para control y parada de la planta en el momento oportuno.
Mezcladora: La planta estará dotada de una mezcladora continua, de diseño capaz de producir una mezcla uniforme dentro de los límites de tolerancia fijados para la fórmula maestra de obra. Las paletas serán reversibles y de ángulo ajustable, para calibrar el paso de la mezcla. El embudo de descarga de la mezcla será tal que permita una descarga rápida y completa de toda la mezcla. La planta deberá disponer de los datos de fábrica que señalen el régimen de alimentación de los agregados por minuto, para operación a velocidad normal. Deberá contar también con una placa que indique el contenido neto volumétrico de la mezcladora, a los varios niveles marcados en un limnímetro permanente.

Equipo de transporte.- Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

Equipo de distribución de la mezcla.- La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados.

Las terminadoras estarán provistas de una tolva delantera de suficiente capacidad para recibir la mezcla del camión de volteo; trasladará la mezcla al cajón posterior, que contendrá un tornillo sinfín para repartirla uniformemente en todo el ancho, que deberá ser regulable. Dispondrá también de una plancha enrasadora vibrante para igualar y apisonar la mezcla; esta plancha podrá ser fijada en diferentes alturas y pendientes para lograr la sección transversal especificada.
La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora deberá efectuarse cuidadosamente, en tal forma de impedir que los camiones golpeen la máquina y causen movimientos bruscos que puedan afectar a la calidad de la superficie terminada.
Para completar la distribución en secciones irregulares, así como para corregir algún pequeño defecto de la superficie, especialmente en los bordes, se usarán rastrillos manuales de metal y madera que deberán ser provistos por el Contratista.

Equipo de compactación.- El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables. Los rodillos lisos de tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tandem entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm. de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm2.

Ensayos y Tolerancias.- Los agregados deberán cumplir los requisitos de calidad, cuyas pruebas están determinadas en la subsección 811-2 de las especificaciones técnicas del MOP.
La granulometría será comprobada mediante el ensayo INEN 696, que se efectuará sobre muestras que se tomarán periódicamente de los acopios de existencia, de las tolvas de recepción en caliente y de la mezcla asfáltica preparada, para asegurar que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra.
La calidad del material asfáltico será comprobada mediante las normas indicadas en la subsección 810-2 de las especificaciones técnicas del MOP para cementos asfálticos.
La mezcla deberá cumplir los requisitos especificados en la Tabla 405-5.2.
Las muestras de hormigón asfáltico serán tomadas de la mezcla preparada de acuerdo con la fórmula maestra de obra, y sometidas a los ensayos según el método Marshall.
El espesor de la capa terminada de hormigón asfáltico no deberá variar en más de 6 mm de lo especificado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores medidos, en ningún caso será menor que el espesor establecido en el contrato.
Las cotas de la superficie terminada no deberán variar en más de un centímetro de las cotas establecidas en los planos. La pendiente transversal de la superficie deberá ser uniforme y lisa, y en ningún sitio tendrá una desviación mayor a 6 mm con el perfil establecido.
Concluida la compactación de la carpeta asfáltica, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 500 a 800 metros lineales en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino, mediante extracción de muestras. El contratista deberá rellenar los huecos originados por las comprobaciones, con la misma mezcla asfáltica y compactarla a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago adicional por este trabajo.
Cuando las mediciones de comprobación indicadas señalen para el espesor una variación mayor que la especificada arriba, o cuando el ensayo de densidad indique un valor inferior al 97% de la densidad máxima establecida en el laboratorio, o cuando la composición de la mezcla no se encuentre dentro de las tolerancias admitidas, el Fiscalizador efectuará las

mediciones adicionales necesarias para definir con precisión el área de la zona deficiente. En caso de encontrarse sectores inaceptables, tanto en espesor como en composición o en densidad, el Contratista deberá reconstruir completamente el área afectada, a su costa, y de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador.
En las vías con tráfico catalogado como muy pesado, las mezclas asfálticas a emplearse para la capa de rodadura deben de ser sometidas además a un estudio detallado que incluya:
Ya que estos estudios pueden realizarse con diferentes equipos y procedimientos, los mismos estarán especificados en el contrato.
Para el diseño de las mezclas asfálticas abiertas se recomienda determinar previamente un contenido de asfalto referencial por alguna ecuación que relacione el mismo con la superficie específica de los agregados combinados.
En las mezclas asfálticas tipo E y G, si existe material retenido en el tamiz INEN 25.4 mm, tanto la estabilidad como el flujo se deberán evaluar siguiendo el llamado Método Marshall Modificado. El procedimiento es básicamente el mismo que el método estándar excepto por ciertas diferencias debido al tamaño del agregado, las cuales son:
El martillo pesa 10.2 Kg. y tiene 149.4 mm de diámetro. Solo se permite utilizar un equipo mecánico para darle los 457 mm de caída, igual que al método estándar. La briqueta tiene 152.4 mm de diámetro y un promedio de 95.2 mm de altura. Se elabora una briqueta a la vez, la mezcla necesaria para la misma pesa alrededor de 4 Kg.
Tanto el molde de compactación como el molde de ensayo serán de 152.4 mm de diámetro.
La mezcla es colocada en el molde en dos capas, a cada capa se la debe escarificar con la espátula como a una briqueta estándar.
El número de golpes requerido para estas briquetas es 1.5 veces que el requerido para las briquetas de tamaño estándar para obtener una compactación equivalente. La estabilidad mínima será de 2.25 veces y el flujo máximo será 1.5 veces el mismo criterio listado en la tabla 405.5.4 para briquetas de tamaño estándar.
Similar al procedimiento estándar, la Tabla No. 405.5.3. debe ser usada para convertir la estabilidad medida a un valor equivalente referido a un espécimen de 95.2 mm de altura.
Altura Aproximada
Se realizará una serie de 3 extracciones de núcleos como mínimo cada 10.000 m2 o por cada 1.000 toneladas de mezcla para la carpeta de rodadura con vista a comprobar la densidad en el sitio. Se harán por lo menos 15 determinaciones de densidades por medio de un densímetro nuclear cada 10.000 m2 o por cada 1.000 toneladas de carpeta de rodadura.
Los puntos específicos donde se realizarán estas evaluaciones deberán determinarse previamente por métodos estadísticos empleando una tabla de números aleatorios.

Procedimientos de trabajo.
Fórmula Maestra de Obra.- Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405-5.04 de las especificaciones técnicas del MOP, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales.
La fórmula maestra establecerá:
Notas:
1.- Las mezclas asfálticas en caliente de base que no cumplan estos criterios, cuando se ensayen a 60 °C, se consideran satisfactorias si cumplen con los criterios cuando se ensayan a 38 °C, y se colocan 100mm por debajo de la superficie.

2.- Clasificación del tráfico.- Es función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDP) esperada por el carril de diseño en el momento de poner en funcionamiento la vía, luego de su construcción o de su rehabilitación. Los vehículos pesados no comprenden autos, camionetas ni tractores sin remolque. El porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación con el peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral y aditivos para el asfalto si se los utilizare; la temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora, y la temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en sitio.

Dosificación y Mezclado.- Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y el desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.
Los agregados se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesarios para reducir la humedad a un máximo de 1%; al momento de efectuar la mezcla, deberá comprobarse que los núcleos de los agregados cumplan este requisito. El calentamiento será uniforme y graduado, para evitar cualquier deterioro de los agregados. Los agregados secos y calientes pasarán a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, desde donde serán dosificados
en sus distintas fracciones, de acuerdo con la fórmula maestra de obra, para ser introducidos en la mezcladora.

Dosificación: El contratista deberá disponer del número de tolvas que considere necesarias para obtener una granulometría que cumpla con todos los requerimientos según el tipo de mezcla asfáltica especificada para el respectivo proyecto. De ser necesario podrá utilizar relleno mineral, que lo almacenará en un compartimiento cerrado, desde donde se lo alimentará directamente a la mezcladora, a través de la balanza para el pesaje independiente de los agregados, en el caso de usarse plantas mezcladora por paradas. Si se utiliza una planta de mezcla continua, el relleno mineral será introducido directamente a la mezcladora, a través de una alimentadora continua eléctrica o mecánica, provista de medios para la calibración y regulación de cantidad.
Mezclado: La mezcla de los agregados y el asfalto será efectuada en una planta central de mezcla continua o por paradas. Según el caso, los agregados y el asfalto podrán ser dosificados por volumen o al peso. La cantidad de agregados y asfalto por mezclar estará dentro de los límites de capacidad establecida por el fabricante de la planta, para la carga de cada parada o la razón de alimentación en las mezcladoras continuas. De todos modos, de existir sitios en donde los materiales no se agiten suficientemente para lograr una mezcla uniforme, deberá reducirse la cantidad de los materiales para cada mezcla. La temperatura del cemento asfáltico, al momento de la mezcla, estará entre los 135 °C y 160 °C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120 °C y 160 °C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto. El tiempo de mezclado de una carga se medirá desde que el cajón de pesaje comience a descargar los agregados en la mezcladora, hasta que se descargue la mezcla. Este tiempo debe ser suficiente para que todos los agregados estén recubiertos del material bituminoso y se logre una mezcla uniforme; generalmente se emplea un tiempo de un minuto aproximadamente. En caso de que la planta esté provista de dispositivos de dosificación y control automáticos, el contratista podrá utilizarlos ajustándolos a la fórmula maestra y calibrando los tiempos de ciclo. Si se utilizan plantas de mezcla continua, se introducirá a la mezcladora cada fracción de agregados y el relleno

mineral si es necesario, por medio de una alimentadora continua, mecánica o eléctrica, que los traslade de cada tolva individual con abertura debidamente calibrada. El asfalto se introducirá a la mezcladora por medio de una bomba, que estará provista de un dispositivo de calibración y de control de flujo. La temperatura a la que se debe mezclar los agregados y el cemento asfáltico será proporcionada por el gráfico temperatura-viscosidad según el cemento asfáltico recibido en la planta. Para mezclas cerradas y semicerradas la temperatura de mezclado más adecuada es aquella en que la viscosidad del ligante está comprendida entre 1,5 y 3,0 Poises, mientras que para mezclas abiertas la viscosidad debe estar entre 3,0 y 10,0 Poises. Se tenderá a que la temperatura del cemento asfáltico y los agregados sea la misma.

Distribución. La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.
Esta distribución no se iniciará si no se dispone en la obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación, etc., para lograr un trabajo eficiente y sin demoras que afecten a la obra.
Además, el Fiscalizador rechazará todas las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas o carbonizadas, todas las que tengan espuma o presenten indicios de humedad y todas aquellas en que la envoltura de los agregados con el asfalto no sea perfecta.
Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón asfáltico sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el contratista deberá disponer de un equipo de comunicación confiable, entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía.
La colocación de la carpeta deberá realizarse siempre bajo una buena iluminación natural o artificial. La distribución que se efectúe con las terminadoras deberá guardar los requisitos de continuidad, uniformidad, ancho, espesor, textura, pendientes, etc., especificados en el contrato.
El Fiscalizador determinará el espesor para la distribución de la mezcla, a fin de lograr el espesor compactado especificado. De todos modos, el máximo espesor de una capa será aquel que consiga un espesor compactado de 7.5 centímetros. El momento de la distribución se deberá medir los espesores a intervalos, a fin de efectuar de inmediato los ajustes necesarios para mantener el espesor requerido en toda la capa.
Las juntas longitudinales de la capa superior de una carpeta deberán ubicarse en la unión de dos carriles de tránsito; en las capas inferiores deberán ubicarse a unos 15 cm de la unión de los carriles en forma alterada, a fin de formar un traslapo. Para formar las juntas transversales de construcción, se deberá recortar verticalmente todo el ancho y espesor de la capa que vaya a continuarse.
En secciones irregulares pequeñas, en donde no sea posible utilizar la terminadora, podrá completarse la distribución manualmente, respetando los mismos requisitos anotados arriba.

Compactación.- La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.
Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va sellando la superficie.

Al utilizar compactadores vibratorios se tendrá en cuenta el ajuste de la frecuencia y la velocidad del rodillo, para que al menos se produzcan 30 impactos de vibración por cada metro de recorrido. Para ello se recomienda usar la frecuencia nominal máxima y ajustar la velocidad de compactación. Con respecto a la amplitud de la vibración, se deberá utilizar la recomendación del fabricante para el equipo en cuestión.

En la compactación de capas delgadas no se debe usar vibración y la velocidad de la compactadora no deberá superar los 5 km/hora. Además, ante mezclas asfálticas con bajas estabilidades el empleo de compactadores neumáticos deberá hacerse con presiones de neumáticos reducidas.

Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia. Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso)

En capas de gran espesor o ante materiales muy calientes se recomienda dar las dos primeras pasadas sin vibración para evitar marcas difíciles de eliminar posteriormente. Ante esta situación, si se utilizaran rodillos neumáticos, se aconseja comenzar a compactar con presiones bajas en los neumáticos aumentando paulatinamente la misma según el comportamiento de la capa.

Se deben realizar tramos de prueba para establecer el patrón de compactación para minimizar el número de pasadas en la zona apropiada de temperatura y obtener la densidad deseada. El patrón de compactación podrá variar de proyecto en proyecto, según las condiciones climáticas, los equipos utilizados, el tipo de mezcla, el patrón de recorrido, etc. La secuencia de las operaciones de compactación y la selección de los tipos de compactadores tiene que proveer la densidad de pavimentación especificada. El Fiscalizador deberá aprobar el patrón de compactación propuesto por el Contratista para la obra en cuestión.

A menos que se indique lo contrario, la compactación tiene que comenzar en los costados y proceder longitudinalmente paralelo a la línea central del camino, recubriendo cada recorrido la mitad del ancho de la compactadora, progresando gradualmente hacia el coronamiento del camino. Cuando la compactación se realice en forma escalonada o cuando límite con una vía colocada anteriormente, la junta longitudinal tiene que ser primeramente compactada, siguiendo con el procedimiento normal de compactación. En curvas peraltadas, la compactación tiene que comenzar en el lado inferior y progresar hacia el lado superior, superponiendo recorridos longitudinales paralelos a la línea central.

Para impedir que la mezcla se adhiera a las compactadoras, puede que sea necesario mantener las ruedas adecuadamente humedecidas con agua, o agua mezclada con cantidades muy pequeñas de detergente u otro material aprobado. No se admitirá el exceso de líquido ni el empleo de fuel oil para este fin.

En los lugares inaccesibles a los rodillos se deberá efectuar la compactación de la mezcla con pisones mecánicos, hasta obtener la densidad y acabado especificados.

La capa de hormigón asfáltico compactada deberá presentar una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades, y estará construida de conformidad con los alineamientos, espesores, cotas y perfiles estipulados en el contrato. Mientras esté en proceso la compactación, no se permitirá ninguna circulación vehicular.

Cuando deba completarse y conformarse los espaldones adyacentes a la carpeta, deberán recortarse los bordes a la línea establecida en los planos.

El contratista deberá observar cuidadosamente la densidad durante el proceso de compactación mediante la utilización de instrumentos nucleares de la medición de la densidad para asegurar que se está obteniendo la compactación mínima requerida.

Sellado.- Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes determinados en la subsección 405-6 y cuando el Fiscalizador lo autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta haya sido abierta al tránsito público.

Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfaltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.
En casos especiales la medición para el pago podrá también ser efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la carpeta, de acuerdo con los planos, especificaciones y más estipulaciones contractuales. En este caso, se computarán para el pago las toneladas pesadas y transportadas en los volquetes.
En todo caso, la forma de pago estará determinada en el contrato, sea en toneladas de hormigón suelto o en metros cuadrados de carpeta compactada al espesor requerido.

Pago.- Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.
Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.
Designación
Carpeta Asfáltica en Caliente,
Mezclado en Planta e=5.00 cm...
Unidad de Medición
..Metro cuadrado (m2)

RUBRO: HORMIGÓN ESTRUCTURAL 180KG/CM2

Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en, alcantarillas de cajón, muros de ala y de cabezal, muros de contención, bordillos, aceras y otras estructuras de hormigón en concordancia con estas especificaciones, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. Este trabajo incluye la fabricación, transporte, almacenamiento y colocación de vigas losas y otros elementos estructurales prefabricados.
El hormigón para estructuras estará constituido por cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de acuerdo con lo estipulado en esta sección y en el Capítulo 800 de las especificaciones técnicas del MOP.
La clase de hormigón a utilizarse en una estructura determinada será indicada en los planos o en las disposiciones especiales y satisfará los requerimientos previstos en la Sección 801 de las especificaciones técnicas del MOP.

Clasificación y mezclas de diseño.- El Contratista debe suministrar el diseño de la mezcla, y la clasificación de estas para los diferentes elementos estructurales. El contratista deberá determinar y medir la cantidad de cada grupo y de cada uno de los ingredientes que conforman la mezcla incluido el agua. Es conveniente realizar pruebas con muestras de todos los materiales que se utilizarán en la construcción, con el fin de evaluar el grado de

confiabilidad del diseño. Para definir y mejorar el diseño, el contratista tiene la opción de utilizar aditivos para el hormigón.

Materiales.- El hormigón y los materiales utilizados para su elaboración satisfarán los requisitos señalados en las Secciones 801 a 805 de las especificaciones técnicas del MOP.
Dosificación, Mezclado y Transporte y Pruebas del Hormigón.

Dosificación.- La mezcla de hormigón deberá ser correctamente dosificada y presentará condiciones adecuadas de trabajabilidad y terminado. Será durable, impermeable y resistente al clima. Los materiales del hormigón serán dosificados de acuerdo con lo especificado en la Sección 801 de las especificaciones técnicas del MOP, en concordancia con los requerimientos de cada clase.
El diseño de la mezcla cumplirá con las especificaciones indicadas en los planos o documentos contractuales, será aprobado por el Fiscalizador y determinará las proporciones definitivas de los materiales y la consistencia requerida.

Calidad del hormigón.- El hormigón debe diseñarse para ser uniforme, trabajable, transportable, fácilmente colocable y de una consistencia aceptable para la Fiscalización. (En estas condiciones el hormigón es dócil).
Para obtener buena docilidad del hormigón se deberá evitar usar áridos de formas alargadas y con aristas. Es necesario indicar que el cemento influye en la docilidad del hormigón. El contenido de cemento, relación máxima agua/cemento permitido, máximo revenimiento y otros requerimientos para todas las clases de hormigón a utilizarse en una construcción, deberán conformar como requisitos indispensables de las especificaciones técnicas de construcción.
Cuando la resistencia a la compresión está especificada a los 28 días, la prueba realizada a los 7 días deberá tener mínimo el 70% de la resistencia especificada a los 28 días. La calidad del hormigón debe permitir que la durabilidad de este tenga la capacidad de resistencia a lo largo del tiempo, frente a agentes y medios agresivos.

Mezclado y Transporte.- El mezclado y transporte del hormigón satisfará los requerimientos y exigencias indicadas en la Sección 801.

Pruebas.- La calidad del hormigón se determinará de acuerdo con los ensayos señalados en la Sección 801 de las especificaciones técnicas del MOP.
Procedimiento de Trabajo.

Encofrados.- Todos los encofrados se construirán de madera o metal adecuados y serán impermeables al mortero y de suficiente rigidez para impedir la distorsión por la presión del hormigón o de otras cargas relacionadas con el proceso de construcción. Los encofrados se construirán y conservarán de manera de evitar torceduras y aberturas por la contracción de la madera, y tendrán suficiente resistencia para evitar una deflexión excesiva durante el vaciado del hormigón. Su diseño será tal que el hormigón terminado se ajuste a las dimensiones y contornos especificados. Para el diseño de los encofrados, se tomará en cuenta el efecto de la vibración del hormigón durante en vaciado.
Los encofrados para superficies descubiertas se harán de madera labrada de espesor uniforme u otro material aprobado por el Fiscalizador; cuando se utilice forro para el encofrado, éste deberá ser impermeable al mortero y del tipo aprobado por el Fiscalizador. Todas las esquinas expuestas deberán ser achaflanadas.

Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes. No se vaciará hormigón alguno en los encofrados hasta que todas las instalaciones que se requieran embeber en el hormigón se hayan colocado, y el Fiscalizador haya inspeccionado y aprobado dichas instalaciones. El ritmo de vaciado del hormigón será controlado para evitar que las deflexiones de los encofrados o paneles de encofrados no sean mayores que las tolerancias permitidas por estas especificaciones. De producirse deflexiones u ondulaciones en exceso a lo permitido, se suspenderá el vaciado hasta corregirlas y reforzar los encofrados para evitar una repetición del problema.
Las ataduras metálicas o anclajes, dentro de los encofrados, serán construidos de tal forma que su remoción sea posible hasta una profundidad de por lo menos 5 centímetros desde la cara, sin causar daño al hormigón. Todos los herrajes de las ataduras de alambre especiales serán de un diseño tal que, al sacarse, las cavidades que queden sean del menor tamaño posible.
Estas cavidades se llenarán con mortero de cemento y la superficie se dejará sana, lisa, igual y de color uniforme. Todos los encofrados se construirán y mantendrán según el diseño de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensiones indicadas en los planos y esté de acuerdo con las pendientes y alineaciones establecidas. Los encofrados permanecerán colocados por los períodos que se especifican más adelante,
La forma, resistencia, rigidez, impermeabilidad, textura y color de la superficie en los encofrados usados deberá mantenerse en todo tiempo. Cualquier madera torcida o deformada deberá corregirse antes de volver a ser usada. Los encofrados que sean rechazados por cualquier causa, no se volverán a usar.
Los enlaces o uniones de los distintos elementos de los encofrados serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad. Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Tolerancias.- Las estructuras, una vez removida la obra falsa, deberán representar las líneas y cotas señaladas. Los elementos estructurales tendrán las dimensiones, forma y alineamientos indicados en los planos.
Pago. Las cantidades determinadas en la forma indicada en la subsección anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato.
Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del hormigón simple o ciclópeo para estructuras, alcantarillas, construcción de juntas, bordillos, aceras y otras estructuras de hormigón para instalaciones de servicio público, construcción y retiro de encofrados y obra falsa, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección. Designación
Hormigón simple, (210 kg/cm2)...
Unidad de Medición
..Metro cúbico (m3)

RUBRO: TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO

Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, sifones, tubos ranurados y otros conductos o drenes con tubos o arcos de metal corrugado de los tamaños, tipos, calibre, espesores y dimensiones indicados en los planos, y de acuerdo con

las presentes especificaciones. Serán colocados en los lugares con el alineamiento y pendiente señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.
Este trabajo incluirá el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones, tomas y muros terminales necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos.
Los tubos o arcos de metal corrugado que se utilicen en las carreteras serán de acero, según se estipule en los documentos contractuales, y deberán cumplir los requerimientos previstos en la Sección 821.
Procedimiento de trabajo.

Colocación de tubos.- Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador. La excavación y relleno estructural se realizará de acuerdo con lo previsto en las subsecciones 307-1 y 601-3.
Los tubos deberán ser colocados en una zanja excavada de acuerdo con la alineación y pendiente indicadas en los planos o por el Fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser preparado en tal forma que ofrezca un apoyo firme y uniforme a todo lo largo de la tubería, Todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado será extraído, recolocado o reemplazado por el Contratista a su cuenta. Las secciones de tubo deberán colocarse en la zanja con el traslapo circunferencial exterior hacia aguas arriba y con la costura longitudinal en los costados. Las secciones se unirán firmemente con el acoplamiento adecuado. Las corrugaciones de la banda de acoplamiento deberán encajar en las del tubo antes de ajustar los pernos.
Tubos de acero corrugado.
Descripción. Los tubos de acero corrugado se utilizarán para alcantarillas, sifones, drenes y otros conductos y deberán cumplir lo previsto en la subsección inmediatamente anterior. Las dimensiones, tipos y calibres o espesores de los tubos se conformarán con lo especificado en AASHO M-36 y con lo indicado en los documentos contractuales. Podrán ser remachados con suelda de puntos o con costura helicoidal, a opción del Contratista.
Medición y pago. Medición. Las cantidades a pagarse por tubería de metal corrugado serán los metros lineales, medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.
La medición se efectuará a lo largo de la tubería instalada de acuerdo a lo estipulado en la subsección 103-5 y a las instrucciones del Fiscalizador; cualquier exceso no autorizado no será pagado.
Los muros de cabezal, muros terminales u otras estructuras realizadas para la completa terminación de la obra, serán medidos para el pago de acuerdo a lo estipulado en las secciones correspondientes de las presentes especificaciones.
La excavación y relleno para estructuras se medirán para el pago de acuerdo con lo previsto en la subsección 307-1, excepto en el caso de la instalación de tubos mediante gatos, para el cual se considerará incluida en el precio contractual de la tubería, la compensación por la excavación y rellenos estructurales.

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato, además de la Sección 307 y los correspondientes a estructuras.
Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, colocación, instalación, juntura, apuntalado, sellado y comprobación de la tubería de metal

corrugado, incluyendo cualquier refuerzo de extremidades y las capas de protección, el revestimiento y pavimentado requeridos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.
Designación
Suministro e Instalación de Tubería
Metálica D=1.20 m e=2,5 mm...
Unidad de Medición
..Metro lineal (m)

RUBRO: SEÑALIZACION HORIZONTAL (Marcas pavimento)

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.
Los detalles no contemplados en los planos se realizarán conforme al "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" (MUTCD) (Manual de Mecanismos de Control de Tráfico en los Estados Unidos), U.S. Department of Transportation y Federal Highways and Transportation y Normas Panamericanas.

Materiales.- Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826. Además, los materiales cumplirán las siguientes especificaciones:
Las microesferas de vidrio
Las franjas de material termoplástico tipo en eyección caliente.
AASHTO M 247, Tipo 1
AASHTO M 249, Para moldeado del
Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado y además los requisitos contractuales:
1.5 mm. de polímero flexible retroreflectivo
1.5 mm. de premezcla de polímero flexible 2.3 mm. de plástico frío.
Las marcas que sobresalgan del pavimento serán de acuerdo con el tipo y tamaños definidos en los planos y a los requisitos indicados en el contrato.
Procedimiento de Trabajo.

Generales.- 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 9 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.
Marcas de Pinturas. 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 y como se indica en la numeral 705-3.01.
Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 It/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. respectivamente.
La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 It/m2 de marcas. Las microesferas 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 o microesferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

Métodos de medida.- Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera:
a) **Método lineal.-** Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas linealmente en metros o kilómetros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje del camino o sobre las franjas, de principio a fin, sean estas entrecortadas o continuas. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.
El precio contractual para cada tipo o color de línea se basará en un ancho de línea de 10 cm. Cuando el ancho de la línea sea diferente de 10 cm., deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a pagarse será ajustada con relación al ancho especificado de 10 cm.; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 10 cm.
b) **Método unitario.-** La cantidad a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador.
Pago. Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo con el listado de rubros que se indican a continuación y que se presentan en el cronograma de trabajo. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección.
Designación
Unidad de Medición
Señalización Horizontal (Marcas Pavimento ml).....Metro Lineal (ml)

RUBROS: LETREROS DE SEÑALIZACION

Descripción.- Se refiere a las señales verticales que serán sostenidas mediante postes tipo pedestal empotrados al suelo y que figuran en el proyecto, dentro de la actividad están incluidos la señal y el poste tipo pedestal, así como todo el trabajo de pintado, colocación y empotramiento respectivo.

Método de Construcción.- Las placas preventivas tendrán un fondo reflectivo amarillo, para lo cual se utilizará lámina reflectante amarilla scotchlite amarilla 3871; el borde interno, los símbolos y cara posterior de la placa se pintará en color negro opaco con pintura esmalte super sintética.

La pintura super sintética a emplearse deberá tener una durabilidad no menor de 10 años a la intemperie. Los postes que sostienen a las señales serán pintados al óleo sobre pintura anticorrosiva de acción eficaz. La altura de colocación de las placas será de 2.50 m. al borde inferior, para las placas de orientación.
El método de sujeción de los letreros a los postes consistirá en pernos y otras piezas metálicas, según lo indicado en los planos. El poste se nivelará y aplomará. El relleno del cimiento será de concreto f'c=140 Kg./cm2. En todos los casos la cara del letrero deberá estar orientada directamente hacia los carriles de tránsito para los que se ha dispuesto (según planos).
El fiscalizador se reserva el derecho de modificar las ubicaciones y tipos de señales que figuran en el Proyecto contratado, dentro de las características generales de las mismas si fuese necesario.
Todos los textos, dimensiones y ubicación se conformarán a los requisitos y diseños indicados en los planos y complementados por la presente especificación. En lo que refiere al espesor de las placas, estas serán de 4 mm

Control.- El fiscalizador se reserva el derecho de modificar las ubicaciones y tipos de señales que figuran en el Proyecto contratado, dentro de las características generales de las mismas si fuese necesario. Todos los textos, dimensiones y ubicación se conformarán a los requisitos y diseños indicados en los planos y complementados por la presente especificación. En lo que refiere al espesor de las placas, estas serán de 4 mm

Medición.- La cantidad que han de pagarse por este trabajo será el número de letreros instalados y verificados por el Fiscalizador.

Pago.- El pago por este trabajo se hará de acuerdo con el precio asignado y establecido contractualmente, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá la mano de obra, herramientas, materiales imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la actividad.

RUBRO: SEÑALES PREVENTIVAS REGLAMENTARIAS E INFORMATIVAS

Descripción. Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MTOP y las instrucciones del Fiscalizador.
Las placas o paneles para señales al lado de la carretera serán montados en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a lo especificado en la Sección 830. Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos.

Instalación de postes.- Los postes y astas se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción, conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador.
El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.
El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador, o con hormigón de cemento Portland, de acuerdo con las estipulaciones de los planos o a las especificaciones especiales.

Los orificios para pernos, vástagos roscados o escudos de expansión se realizarán en el hormigón colado y fraguado, por métodos que no astillen el hormigón adyacente a los orificios.
Si los postes son de acero, deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la ASTM A 499, y si son galvanizados, estarán de acuerdo con la ASTM A 123. Si los postes son de aluminio, deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la ASTM 322.

Instalación de placas para señales.- Las placas o tableros para señales se montarán en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador; el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena.
Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el Contratista. Cuando se utilicen láminas reflectivas, el color especificado será conforme a los requerimientos aplicables a la AASHTO M 268 y se colocará en superficies exteriores lisas. Tendrá que ser visible a una distancia no menor de 100 m.

Medición.- Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera, serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.
Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

PLANOS

Anexo 124: Planos del proyecto técnico.

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

PROYECTO: "Propuesta de Mejoramiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro con el puente del Río Cutuchi tramo Km 0+300 – 4+300 de la parroquia Presidente Urbina, cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua"

ESCALA : 1:1000000

UBICACIÓN: MACRO

DIBUJO: DETALLE DE DE UBICACIÓN MACRO DEL PROYECTO.

SISTEMA DE REFERENCIA
DATUM WGS84 / ZONA 17 SUR

DOCENTE (TUTOR)
ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO

TIPO CARRETERA	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
CLASE II	PRESIDENTE URBINA	PÍLLARO	TUNGURAHUA



ESTUDIANTE
FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA

SIMBOLOGÍA DEL PLANO

PROVINCIAS

Ecuador

- AZUAY
- BOLIVAR
- CAÑAR
- CARCHI
- CHIMBORAZO
- COTOPAXI
- EL ORO
- ESMERALDAS
- GALAPAGOS
- GUAYAS
- IMBABURA
- LOJA
- LOS RIOS
- MANABI
- MORONA SANTIAGO
- NAPO
- ORELLANA
- PASTAZA
- PICHINCHA
- SANTA ELENA
- SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS
- SUCUMBIOS
- TUNGURAHUA
- ZAMORA CHINCHIPE
- ZONA NO DELIMITADA

Map Base

ESCALA GRÁFICA

0 50000 100000
Metros

LÁMINA #: 1 DE 3

740000.000 750000.000 760000.000 770000.000 780000.000 790000.000 800000.000 810000.000 820000.000 830000.000 840000.000

9910000.000 9900000.000 9890000.000 9880000.000 9870000.000 9860000.000 9850000.000 9840000.000

SIGCHOS
SAQUISILI
LATACUNGA
ARCHIDONA
CANTÓN DE PÍLLARO
TENA
PUJILI
SALCEDO
SANTIAGO DE PILLARO
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA
PATATE
AMBATO
GUARANDA
SANTA CLARA
BAÑOS DE AGUA SANTA
MERA
CEVALLOS
SAN PEDRO DE PELILEO
TISALEO
MOCHA
QUERO
GUANO
PENIPE
RIOBAMBA

740000.000 750000.000 760000.000 770000.000 780000.000 790000.000

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

PROYECTO: "Propuesta de Mejoramiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro con el puente del Río Cutuchi tramo Km 0+300 – 4+300 de la parroquia Presidente Urbina, cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua"

ESCALA : 1:100000

UBICACIÓN: MESO

DIBUJO: DETALLE DE DE UBICACIÓN MESO DEL PROYECTO.

SISTEMA DE REFERENCIA
DATUM WGS84 / ZONA 17 SUR

TIPO CARRETERA	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
CLASE II	PRESIDENTE URBINA	PÍLLARO	TUNGURAHUA

DOCENTE (TUTOR)
ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO



ESTUDIANTE
FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA

ESCALA GRÁFICA

0 7000 14000 Metros

LÁMINA #: 2 DE 3

762000.000 764000.000 766000.000 768000.000 770000.000 772000.000 774000.000 776000.000 778000.000 780000.000 782000.000

9880000.000 9878000.000 9876000.000 9874000.000 9872000.000 9870000.000 9868000.000 9866000.000

N W E S

PARROQUIA DE PRESIDENTE URBINA

ANTONIO JOSE HOLGUIN (SANTA LUCIA)

PANSALEO

MULALILLO

SAN ANDRES

SAN MIGUEL

SAN JOSE DE POALO

CUNCHIBAMBA

PRESIDENTE URBINA (CHAGRAPAMBA -PATZUCUL)

AUGUSTO N. MARTINEZ (MUNDUGLEO)

UNAMUNCHO

PILLARO

MARCOS ESPINEL (CHACATA)

CONSTANTINO FERNANDEZ (CAB. EN CULLITAHUA)

ATAHUALPA (CHISALATA)

IZAMBA

EMILIO MARIA TERAN (RUMIPAMBA)

BARTOLOME DE PINLLOG

762000.000 764000.000 766000.000 768000.000 770000.000 772000.000 774000.000

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

PROYECTO: "Propuesta de Mejoramiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro con el puente del Río Cutuchi tramo Km 0+300 – 4+300 de la parroquia Presidente Urbina, cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua"

ESCALA : 1:20000

UBICACIÓN: MICRO

DIBUJO: DETALLE DE DE UBICACIÓN MICRO DEL PROYECTO.

SISTEMA DE REFERENCIA
DATUM WGS84 / ZONA 17 SUR

TIPO CARRETERA	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
CLASE II	PRESIDENTE URBINA	PÍLLARO	TUNGURAHUA

DOCENTE (TUTOR)
ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO

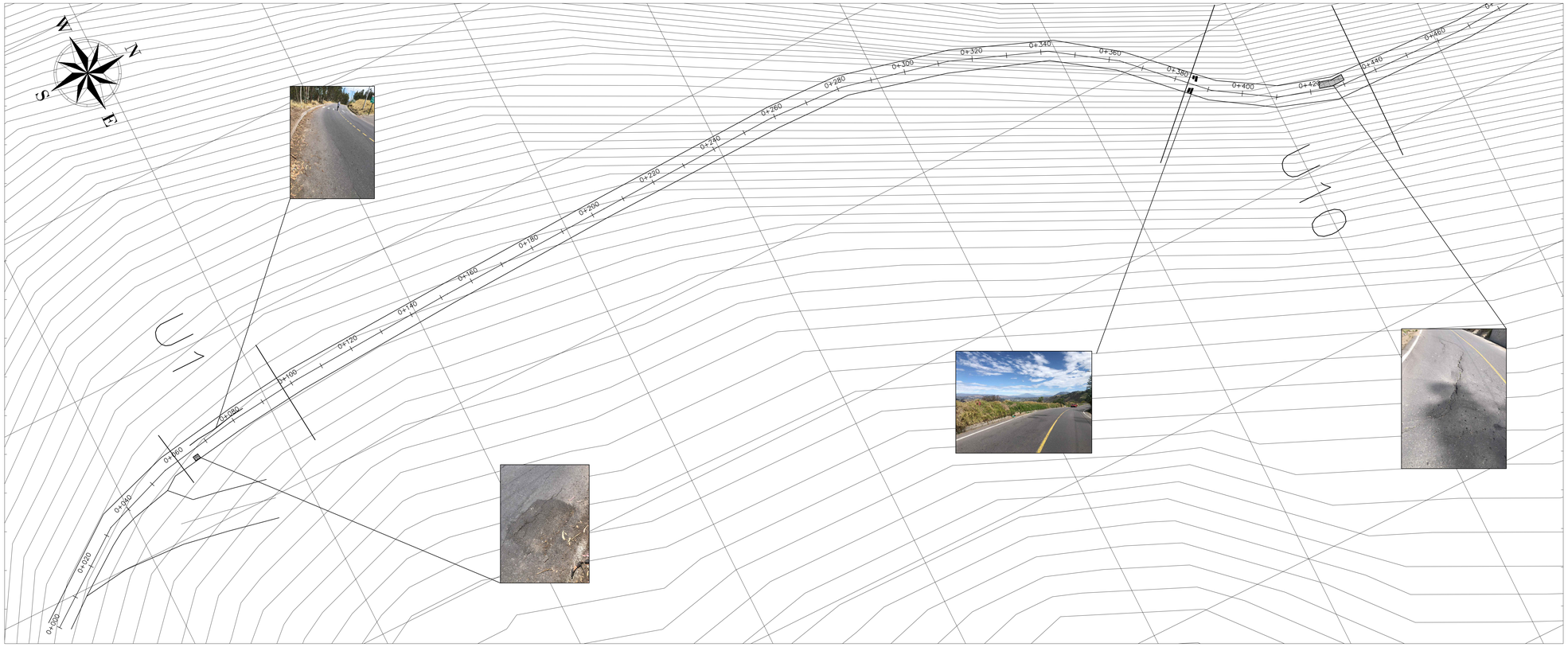


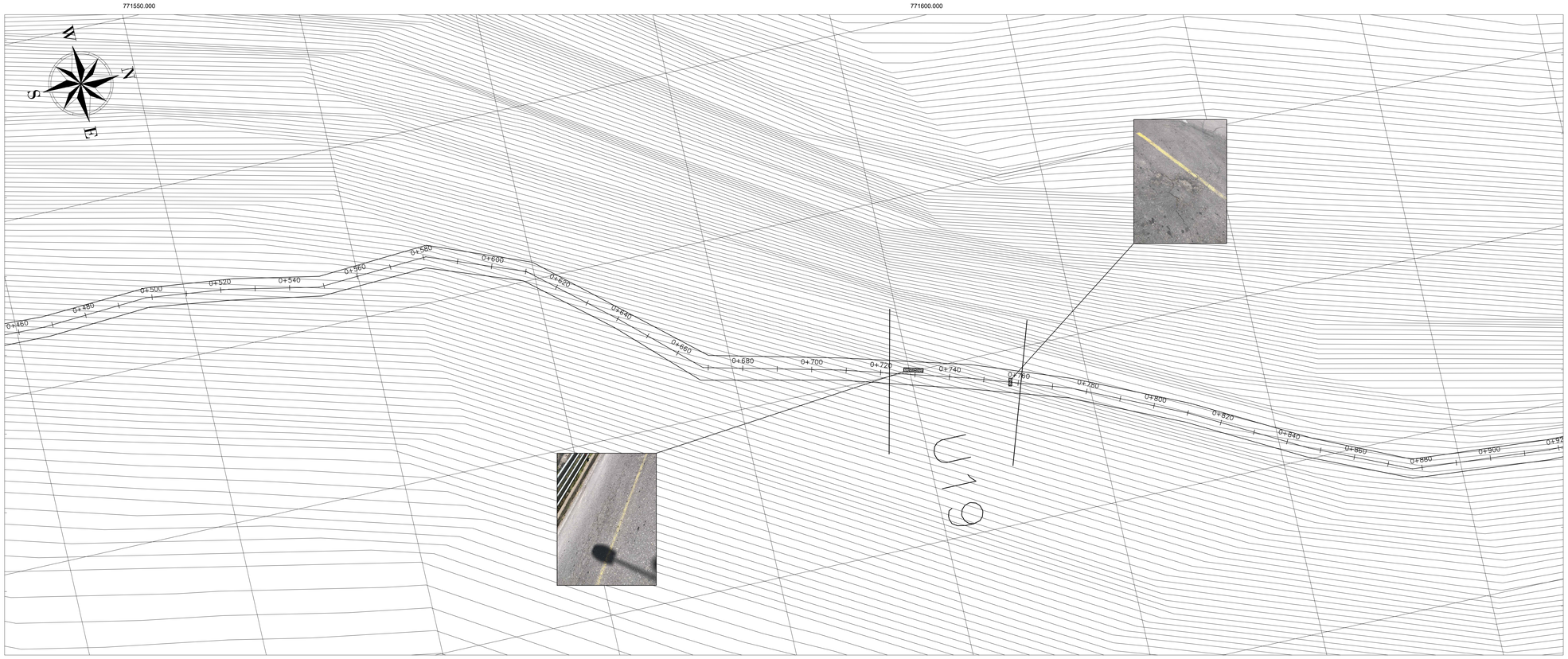
ESTUDIANTE
FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA

ESCALA GRÁFICA

0 1400 2800 Metros

LÁMINA #: 3 DE 3





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

PROYECTO: "Propuesta de Mejoramiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro con el puente del Río Cutuchi tramo Km 0+300 – 4+300 de la parroquia Presidente Urbina, cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua"

ESCALA 1: 1:500

ESCALA 2: 1:500

DIBUJO: DETALLE DE VÍA CON CURVAS DE NIVEL Y FALLAS DETERMINADAS POR PCI.

SISTEMA DE REFERENCIA
DATUM WGS84 / ZONA 17 SUR

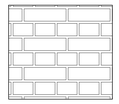
DOCENTE (TUTOR)
ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO

TIPO CARRETERA	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
CLASE II	PRESIDENTE URBINA	PÍLLARO	TUNGURAHUA

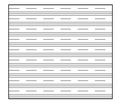


ESTUDIANTE
FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA

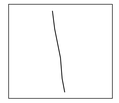
SIMBOLOGÍA DEL PLANO



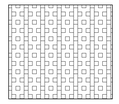
FALLA 1
Piel de Cocodrilo (m2)



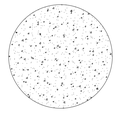
FALLA 3
Agrietamiento en Bloque (m2)



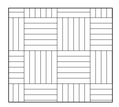
FALLA 10
Grietas Longitudinales y Transversales (m)



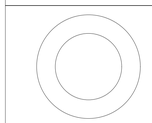
FALLA 11
Parcheo (m2)



FALLA 13
Baches / Huecos (cant.)

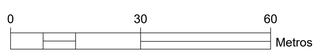


FALLA 17
Grieta Parabólica (m2)



BM
Bench Mark
Punto de referencia topográfico

ESCALA GRÁFICA VISTA SUPERIOR



ESCALA GRÁFICA VISTA INFERIOR

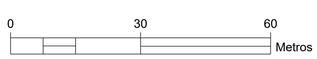
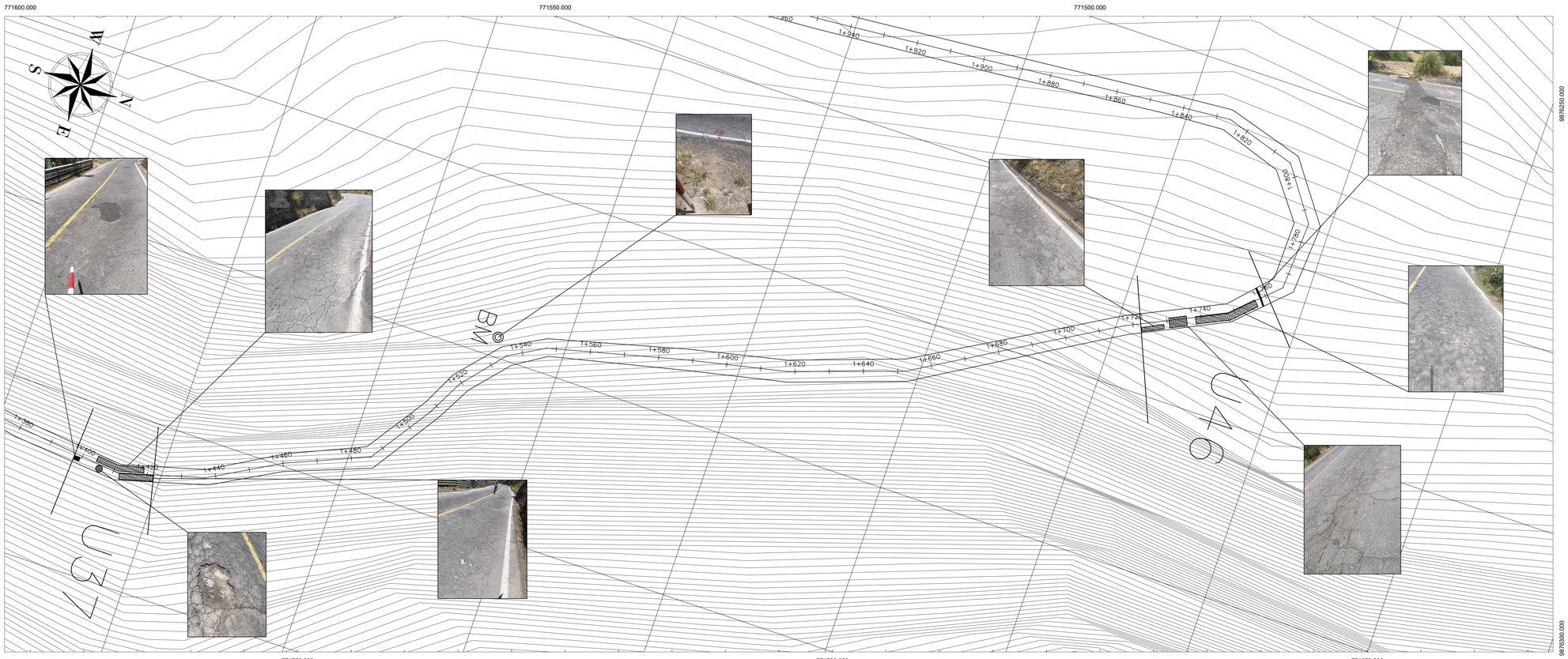


LÁMINA #: 1 DE 5





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

PROYECTO: "Propuesta de Mejoramiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro con el puente del Río Cutuchi tramo Km 0+300 – 4+300 de la parroquia Presidente Urbina, cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua"

ESCALA 1: 1:500

ESCALA 2: 1:500

DIBUJO: DETALLE DE VÍA CON CURVAS DE NIVEL Y FALLAS DETERMINADAS POR PCI.

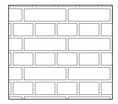
SISTEMA DE REFERENCIA
DATUM WGS84 / ZONA 17 SUR

DOCENTE (TUTOR)
ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO

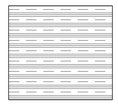
TIPO CARRETERA	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
CLASE II	PRESIDENTE URBINA	PÍLLARO	TUNGURAHUA

ESTUDIANTE
FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA

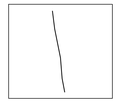
SIMBOLOGÍA DEL PLANO



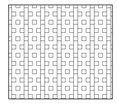
FALLA 1
Piel de Cocodrilo (m2)



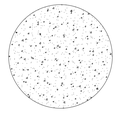
FALLA 3
Agrietamiento en Bloque (m2)



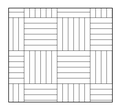
FALLA 10
Grietas Longitudinales y Transversales (m)



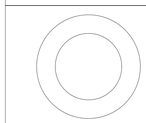
FALLA 11
Parcheo (m2)



FALLA 13
Baches / Huecos (cant.)



FALLA 17
Grieta Parabólica (m2)



BM
Bench Mark
Punto de referencia topográfico

ESCALA GRÁFICA VISTA SUPERIOR



ESCALA GRÁFICA VISTA INFERIOR

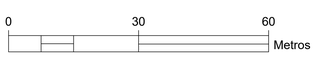


LÁMINA #: 2 DE 5

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

PROYECTO: "Propuesta de Mejoramiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro con el puente del Río Cutuchi tramo Km 0+300 – 4+300 de la parroquia Presidente Urbina, cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua"

ESCALA 1: 1:500

ESCALA 2: 1:500

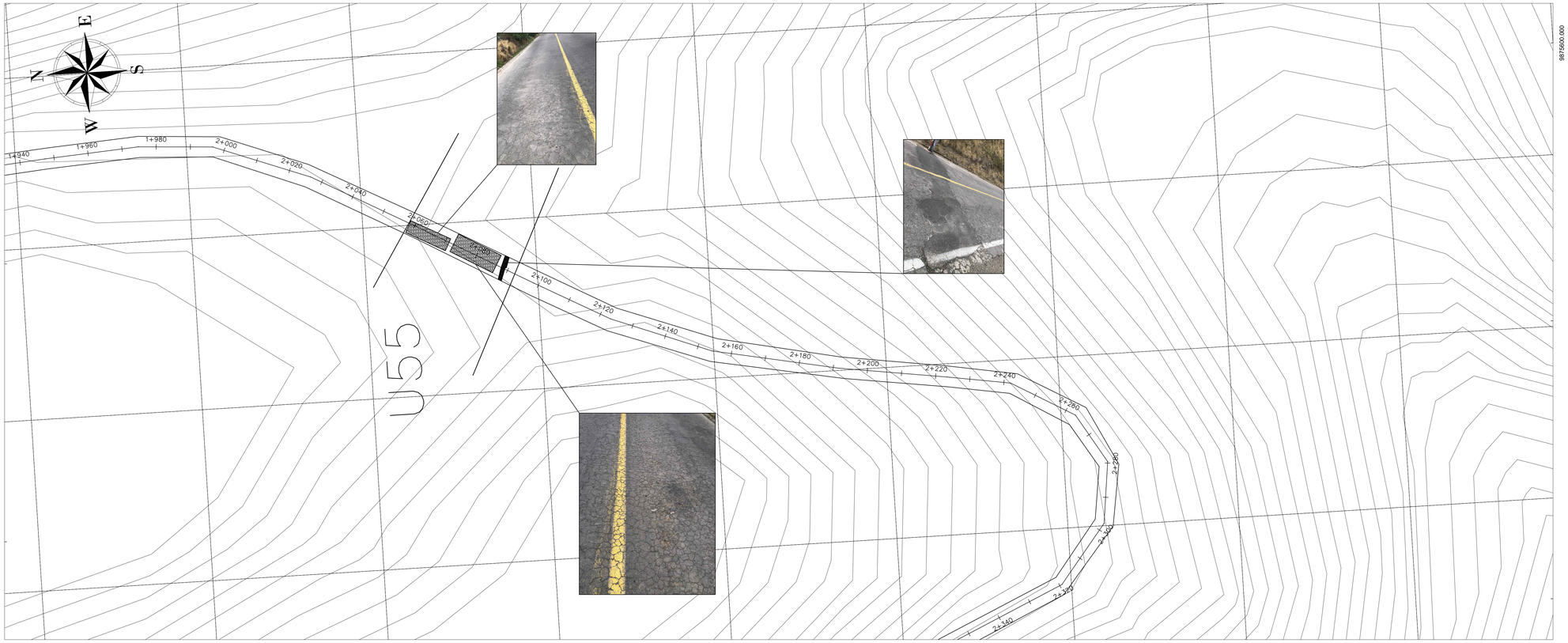
DIBUJO: DETALLE DE VÍA CON CURVAS DE NIVEL Y FALLAS DETERMINADAS POR PCI.

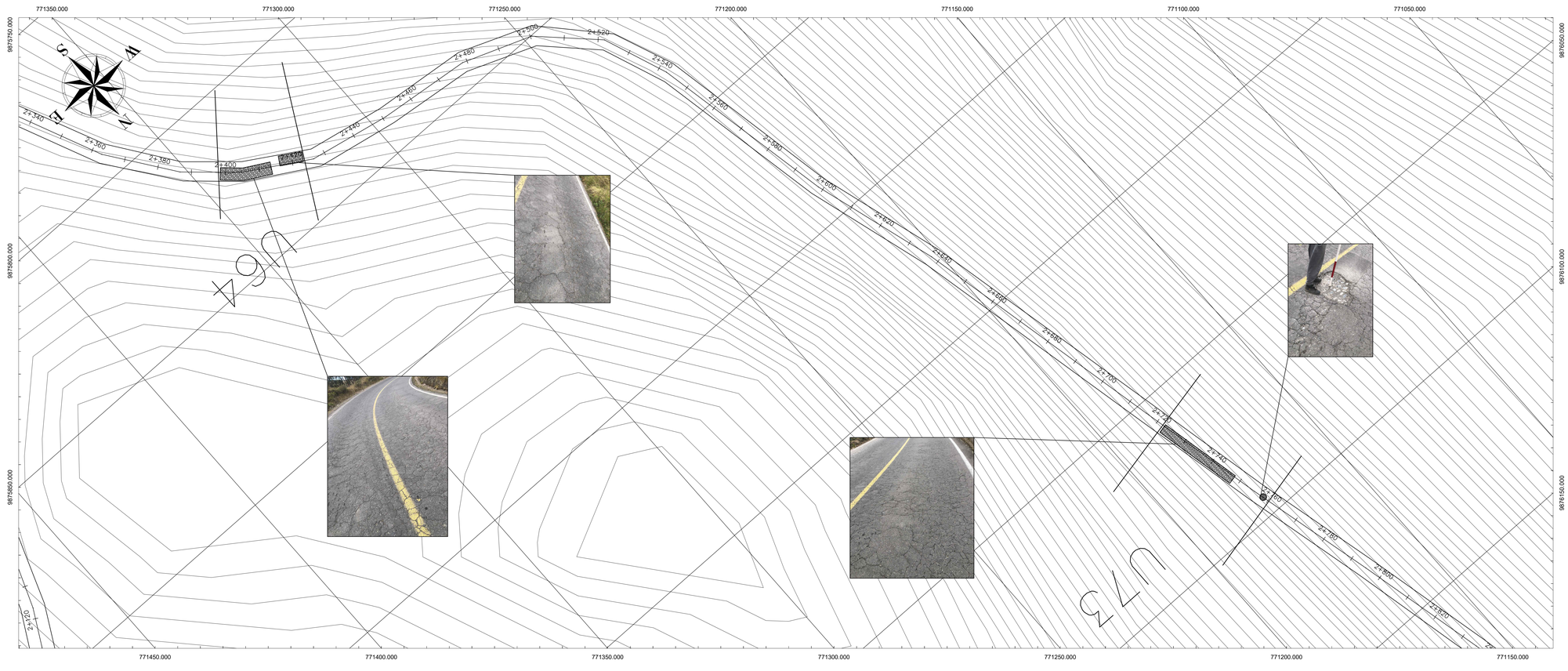
SISTEMA DE REFERENCIA
DATUM WGS84 / ZONA 17 SUR

DOCENTE (TUTOR)
ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO

TIPO CARRETERA	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
CLASE II	PRESIDENTE URBINA	PÍLLARO	TUNGURAHUA

ESTUDIANTE
FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA





SIMBOLOGÍA DEL PLANO

FALLA 1
Piel de Cocodrilo (m2)

FALLA 3
Agrietamiento en Bloque (m2)

FALLA 10
Grietas Longitudinales y Transversales (m)

FALLA 11
Parcheo (m2)

FALLA 13
Baches / Huecos (cant.)

FALLA 17
Grieta Parabólica (m2)

BM
Bench Mark
Punto de referencia topográfico

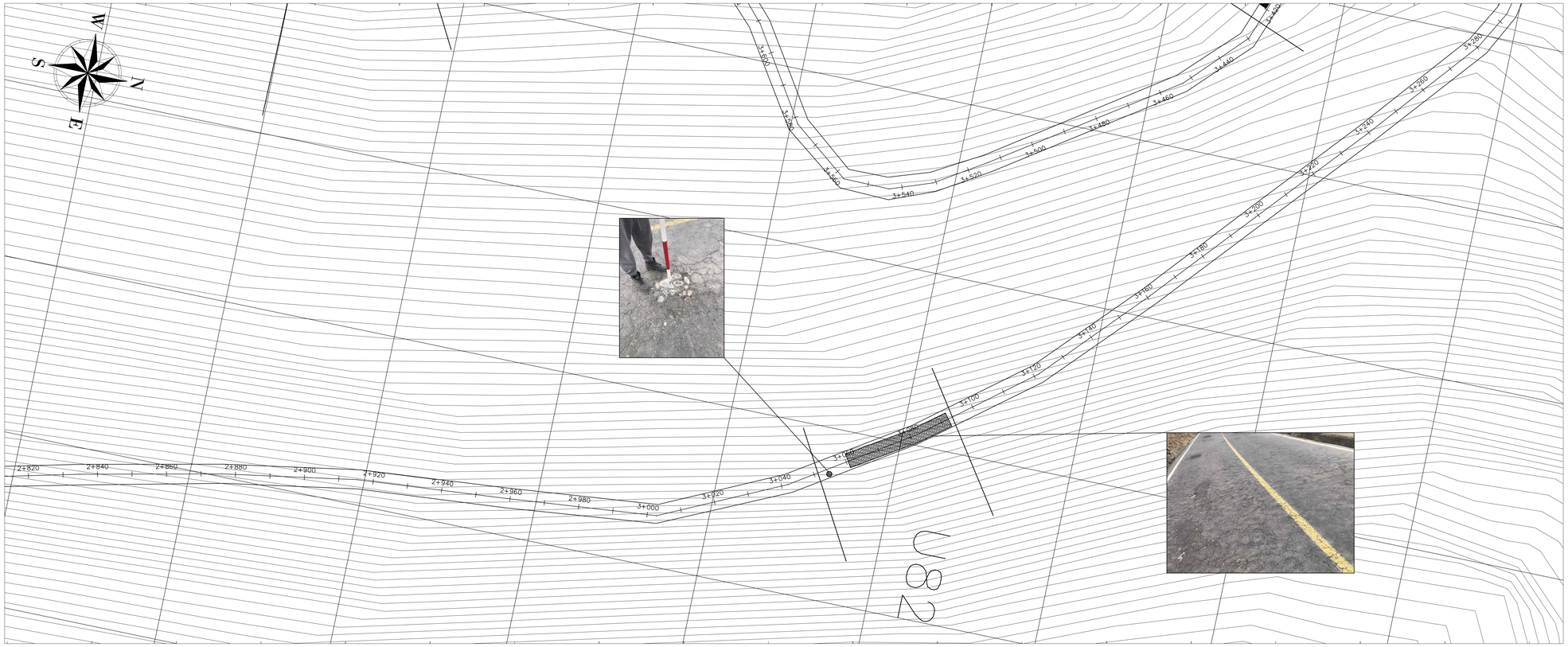
ESCALA GRÁFICA VISTA SUPERIOR

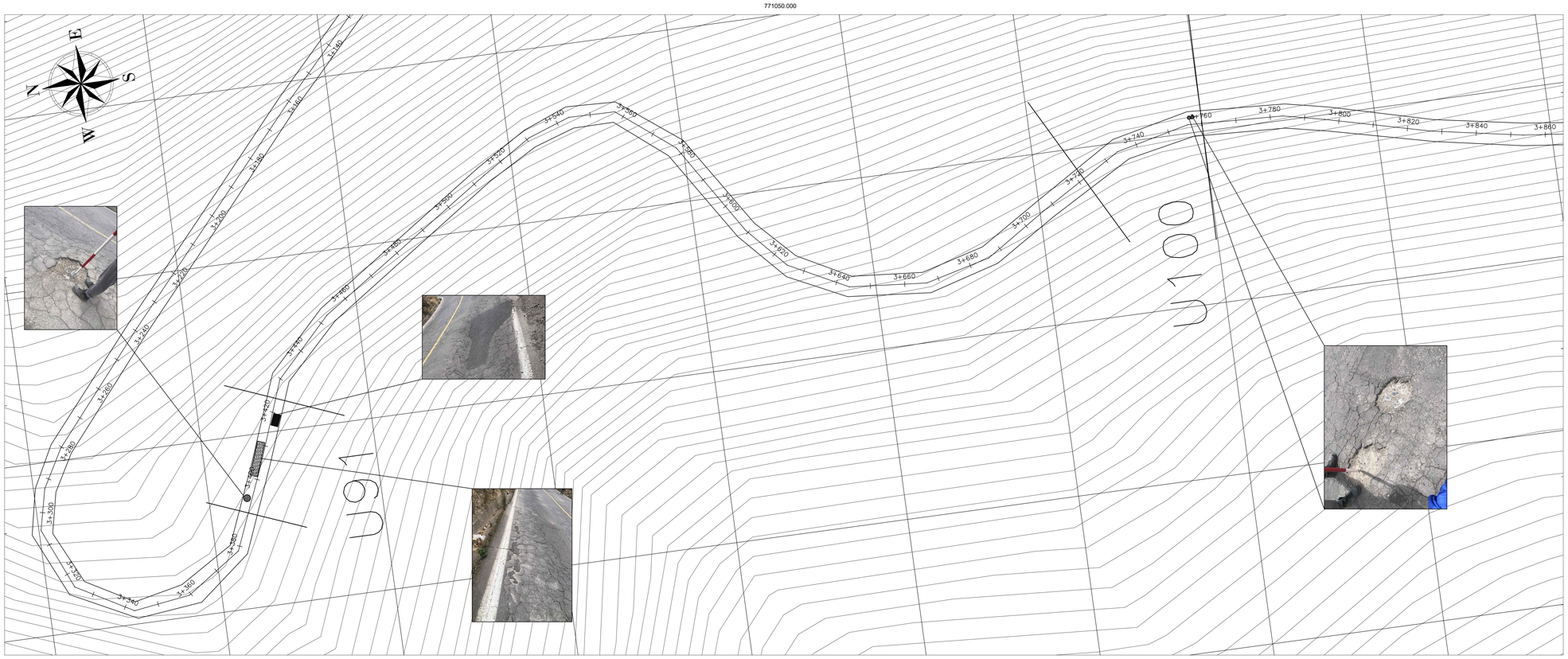
0 30 60
Metros

ESCALA GRÁFICA VISTA INFERIOR

0 30 60
Metros

LÁMINA #: 3 DE 5





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

PROYECTO: "Propuesta de Mejoramiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro con el puente del Río Cutuchi tramo Km 0+300 – 4+300 de la parroquia Presidente Urbina, cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua"

ESCALA 1: 1:500

ESCALA 2: 1:500

DIBUJO: DETALLE DE VÍA CON CURVAS DE NIVEL Y FALLAS DETERMINADAS POR PCI.

SISTEMA DE REFERENCIA
DATUM WGS84 / ZONA 17 SUR

DOCENTE (TUTOR)
ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO

TIPO CARRETERA	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
CLASE II	PRESIDENTE URBINA	PÍLLARO	TUNGURAHUA

ESTUDIANTE
FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA

SIMBOLOGÍA DEL PLANO

FALLA 1
Piel de Cocodrilo (m2)

FALLA 3
Agrietamiento en Bloque (m2)

FALLA 10
Grietas Longitudinales y Transversales (m)

FALLA 11
Parcheo (m2)

FALLA 13
Baches / Huecos (cant.)

FALLA 17
Grieta Parabólica (m2)

BM
Bench Mark
Punto de referencia topográfico

ESCALA GRÁFICA VISTA SUPERIOR

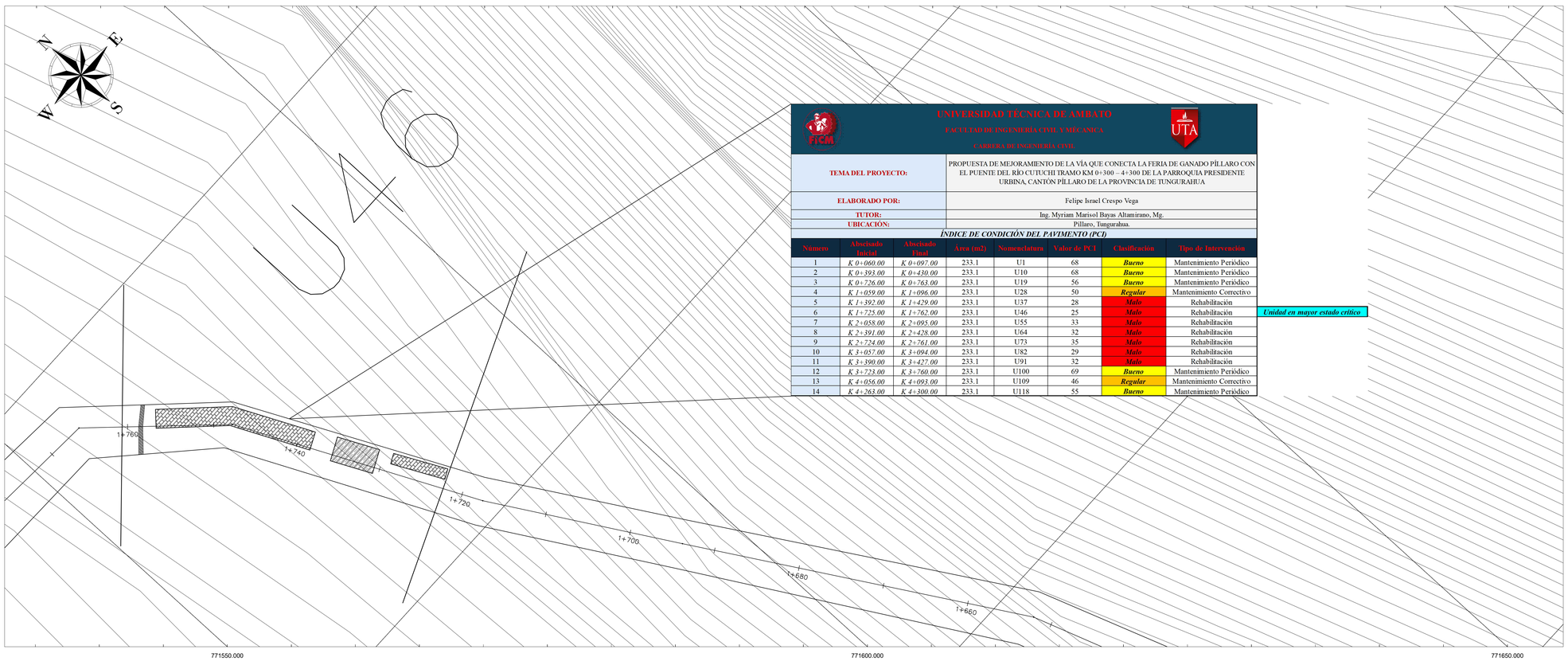
0 30 60
Metros

ESCALA GRÁFICA VISTA INFERIOR

0 30 60
Metros

LÁMINA #: 4 DE 5





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

PROYECTO: "Propuesta de Mejoramiento de la vía que conecta la Feria de Ganado Píllaro con el puente del Río Cutuchi tramo Km 0+300 – 4+300 de la parroquia Presidente Urbina, cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua"

ESCALA 1: 1:500

ESCALA 2: 1:200

DIBUJO: DETALLE DE VÍA CON CURVAS DE NIVEL Y FALLAS DETERMINADAS POR PCI.

SISTEMA DE REFERENCIA
DATUM WGS84 / ZONA 17 SUR

DOCENTE (TUTOR)
ING. MYRIAM MARISOL BAYAS ALTAMIRANO

TIPO CARRETERA	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
CLASE II	PRESIDENTE URBINA	PÍLLARO	TUNGURAHUA

ESTUDIANTE
FELIPE ISRAEL CRESPO VEGA

SIMBOLOGÍA DEL PLANO

FALLA 1
Piel de Cocodrilo (m2)

FALLA 3
Agrietamiento en Bloque (m2)

FALLA 10
Grietas Longitudinales y Transversales (m)

FALLA 11
Parcheo (m2)

FALLA 13
Baches / Huecos (cant.)

FALLA 17
Grieta Parabólica (m2)

BM
Bench Mark
Punto de referencia topográfico

ESCALA GRÁFICA VISTA SUPERIOR

0 30 60 Metros

ESCALA GRÁFICA VISTA INFERIOR

0 15 30 Metros

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

TEMA DEL PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE CONECTA LA FERIA DE GANADO PÍLLARO CON EL PUENTE DEL RÍO CUTUCHI TRAMO KM 0+300 – 4+300 DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
ELABORADO POR:	Felipe Israel Crespo Vega
TUTOR:	Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
UBICACIÓN:	Píllaro, Tungurahua.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Número	Abscisado Inicial	Abscisado Final	Área (m2)	Nomenclatura	Valor de PCI	Clasificación	Tipo de Intervención	
1	*K 0+060.00*	*K 0+097.00*	233.1	U1	68	***Bueno***	Mantenimiento Periódico	
2	*K 0+393.00*	*K 0+430.00*	233.1	U10	68	***Bueno***	Mantenimiento Periódico	
3	*K 0+726.00*	*K 0+763.00*	233.1	U19	56	***Bueno***	Mantenimiento Periódico	
4	*K 1+059.00*	*K 1+096.00*	233.1	U28	50	***Regular***	Mantenimiento Correctivo	
5	*K 1+392.00*	*K 1+429.00*	233.1	U37	28	***Malo***	Rehabilitación	
6	*K 1+725.00*	*K 1+762.00*	233.1	U46	25	***Malo***	Rehabilitación	***Unidad en mayor estado crítico***
7	*K 2+058.00*	*K 2+095.00*	233.1	U55	33	***Malo***	Rehabilitación	
8	*K 2+391.00*	*K 2+428.00*	233.1	U64	32	***Malo***	Rehabilitación	
9	*K 2+724.00*	*K 2+761.00*	233.1	U73	35	***Malo***	Rehabilitación	
10	*K 3+057.00*	*K 3+094.00*	233.1	U82	29	***Malo***	Rehabilitación	
11	*K 3+390.00*	*K 3+427.00*	233.1	U91	32	***Malo***	Rehabilitación	
12	*K 3+723.00*	*K 3+760.00*	233.1	U100	69	***Bueno***	Mantenimiento Periódico	
13	*K 4+056.00*	*K 4+093.00*	233.1	U109	46	***Regular***	Mantenimiento Correctivo	
14	*K 4+263.00*	*K 4+300.00*	233.1	U118	55	***Bueno***	Mantenimiento Periódico	

LÁMINA #: 5 DE 5