



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

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Tema:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA QUERO –
SALASACA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+600 DE LA
PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Autor: Jhon Estalin Bautista Espinosa

Tutor: Ing. Mg. Alex López.

Ambato – Ecuador

2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.

Yo, Ing. Mg. Alex López certifico que el presente Estudio Experimental realizado por el Sr. Jhon Estalin Bautista Espinosa Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA QUERO – SALASACA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, es de su autoría y se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Mg. Alex López
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Yo, Jhon Estalin Bautista Espinosa, con CI. 050399321-4 Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que los contenidos, ideas y resultados obtenidos en este Trabajo Experimental bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA QUERO – SALASACA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** son de mi autoría a excepción de los conceptos, gráficos y tablas de origen bibliográfico.

Ambato, abril del 2019

Jhon Estalin Bautista Espinosa

C.I: 050399321-4

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR.

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo Experimental 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, abril del 2019

Jhon Estalin Bautista Espinosa

C.I: 050399321-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de grado examinador aprueban la investigación sobre el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA QUERO – SALASACA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** del egresado Jhon Estalin Bautista Espinosa, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Ambato, Junio 2019

Para constancia firman

Ing. Mg. Marisol Bayas

Ing. Mg. Fricson Moreira

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios, por ser la fuerza para obtener mis logros y anhelos más deseados.

A mis padres, por ese amor, confianza y sacrificio brindado día a día por todos estos años, ustedes me han inculcado a ser una persona de bien, responsable y me han ayudado a corregir mis errores. A mis hermanas por brindarme ese cariño, ese apoyo incondicional durante mi vida estudiantil.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todas las bendiciones ya que con ellas llena mi vida y la de toda mi familia para mantenernos siempre unidos.

A mis padres por el apoyo brindado, gracias Víctor Hugo Bautista y Beatriz Mercedes Espinosa Molina por convertirme en lo que soy. “Es un orgullo ser su hijo”

A mis hermanas Joselyn y Aracely gracias por estar conmigo a pesar de las adversidades.

A mis tíos y tías que durante mis años de estudio me apoyaron incondicionalmente en todo sentido.

A mis primos y primas con los cuales hemos pasado momentos inolvidables y que siempre estuvieron animándome y sacándome una sonrisa.

A mi tutor al Ing. Mg. Alex López por la paciencia, los conocimientos y el tiempo que me ha brindado durante la ejecución de mi trabajo experimental.

A mis amigos Pame, Abigail, Sandra, Erick, Juan, Álvaro y Max por estar conmigo en mis años de carrera estudiantil.

ÍNDICE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
EXECUTIVE SUMMAR.....	XVIII
CAPÍTULO I	1
1.1. TEMA.....	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL:	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
CAPÍTULO II	6
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1.1. MODELO DIGITAL.....	6
2.1.2. OBTENCIÓN DE DATOS	6
2.1.3. TRÁFICO	7
2.1.4. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO	7
2.1.5. CONTEO MANUAL	8
2.1.6. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).....	8
2.1.7. SUBRASANTE.	9
2.1.8. BASE.....	10
2.1.9. SUB-BASE.....	10
2.1.10. CAPA DE RODADURA.....	10
2.1.11. CONSERVACIÓN VIAL	11

2.1.12. CONSERVACIÓN RUTINARIA	11
2.1.13. CONSERVACIÓN PERIÓDICA	11
2.1.14. MEJORAMIENTO SUPERFICIAL	12
2.1.15. REHABILITACIÓN	12
2.1.16. BACHEO SUPERFICIAL	12
2.1.17. FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE EL MÉTODO PCI.....	13
2.1.18. DETALLE DEL TIPO DE FALLAS EN EL MÉTODO PCI.....	14
2.1.19. VIGA BENKELMAN	22
2.2. HIPÓTESIS.....	23
2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	23
2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	23
2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	23
CAPÍTULO III	24
3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
3.2.1. POBLACIÓN.....	25
3.2.2. MUESTRA	25
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	26
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	26
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	27
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	28
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	29
3.5.1. PLAN DE PROCESAMIENTO	29
3.5.2. PLAN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
CAPÍTULO IV	31
4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS	31
4.1.1. UBICACIÓN	31
4.1.1. PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	32
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
4.2.1. LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO.....	33
4.2.2. ANÁLISIS DEL TRÁFICO ACTUAL.....	34
4.2.3. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.....	44
4.2.4. MEDICIÓN DE DEFLEXIONES VIGA BENKELMAN.....	50

4.2.5. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DEL SUELO	60
4.2.6. MODELO DE CONSERVACIÓN	65
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	71
CAPÍTULO V	72
5.1. CONCLUSIONES.....	72
5.2. RECOMENDACIONES	73
C.- MATERIALES DE REFERENCIA	74
5.1. BIBLIOGRAFÍA.....	74
5.1. ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango de Calificaciones del PCI.....	13
Tabla 2. Tipos de Fallas en los pavimentos.....	14
Tabla 3. Profundidades y Diámetros de Huecos.....	19
Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente.	26
Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente.....	27
Tabla 6. Plan de Recolección de Información.	28
Tabla 7. Día con Mayor Flujo Vehicular.	36
Tabla 8. Hora Pico.	37
Tabla 9. TPDA Actual.....	38
Tabla 10. Tráfico Atraído.....	39
Tabla 11. TPDA.....	40
Tabla 12. Clasificación Funcional de las Vías en Base al TPDA.	41
Tabla 13. Índice de Crecimiento del Tráfico.....	42
Tabla 14. Tráfico Futuro.	43
Tabla 15. Número de Muestras del Índice de Condición del Pavimento.....	46
Tabla 16. Registro de la Unidad de Muestreo U1, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.	47
Tabla 17. Registro de la Unidad de Muestreo U13, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.	48
Tabla 18. Resumen de Resultados de Datos de PCI en la Vía Quero – Salasaca.....	49
Tabla 19. Lectura Final del Deflectómetro.	51
Tabla 20. Deflexiones Corregidas por Temperatura.....	52
Tabla 21. Facto de Corrección por Estacionalidad.	53
Tabla 22. Deflexiones Corregidas por Estacionalidad.....	53
Tabla 23. Radio de Curvatura.....	54
Tabla 24. Factores de Daños Según el Tipo de Vehículo	55
Tabla 25. Factores de Distribución Direccional	56
Tabla 26. Porcentaje de W18 en un Carril de Diseño DI.....	56
Tabla 27. Porcentaje de W18 en un Carril de Diseño DI.....	56
Tabla 28. Cálculo de Ejes Equivalentes	57
Tabla 29. Cálculo de Deflexiones Sección 1.....	58

Tabla 30. Cálculo de Deflexiones Sección 2.	59
Tabla 31. Valores de Ensayo Límites de Atterberg.	61
Tabla 32. Clasificación de Suelos Método AASHTO M145.	62
Tabla 33. Valores de Ensayo Granulometría.	62
Tabla 34. Valores de Ensayo Proctor.	63
Tabla 35. Valores de Ensayo CBR.	63
Tabla 36. Clasificación General de CBR	64
Tabla 37. Características del PCI.	65
Tabla 38. Características del Pavimento de acuerdo al tipo de Deflexión y Radio de Curvatura.	67
Tabla 39. Resumen de Evaluación de las Deflexiones y Radio de Curvatura de la Vía Quer - Salasaca.	68
Tabla 40. Actividades de Mantenimiento Rutinario.	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Viga Benkelman.	22
Figura 2. Esquema de Deflexiones.	22
Figura 3. Delimitación de la Vía.	32
Figura 4. Modelo Digital.	33
Figura 5. Modelo Digital con Alineamiento y Coordenadas.	34
Figura 6. Estación de Conteo vehicular 1.	35
Figura 7. Carretera de Mediana Capacidad C1.	41
Figura 8. Tráfico Futuro.	43
Figura 9. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.	44
Figura 10. Sección 1 Vía Quero - Salasaca.	45
Figura 11. Sección 2 Vía Quero - Salasaca.	45
Figura 12. Tipos de Vehículos y Número de Ejes.	55
Figura 13. Deflectograma Sección 1.	58
Figura 14. Deflectograma Sección 2.	59
Figura 15. Curva de deterioro del pavimento-zona óptima de rehabilitación.	65
Figura 16. Comportamiento Actual de la Estructura del Pavimento.	69

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO

A- 1. Coordenadas Levantamiento Georreferenciado	78
A- 2. Fotografías Del Levantamiento Georreferenciado	84

ANEXO B CONTEO DE TRÁFICO DIARIO

B - 1. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.	86
B - 2. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.	87
B - 3. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.	88
B - 4. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.	89
B - 5. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.	90
B - 6. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.	91
B - 7. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.	92

ANEXO C VIGA BENKELMAN

C - 1. Lectura del deflectómetro en campo.	94
C - 2. Fotografías Toma de Datos en Campo Viga Benkelman	95

ANEXO D ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

D - 1. Registro de la Unidad de Muestreo U1, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.	97
D - 2. Registro de la Unidad de Muestreo U2, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.	99
D - 3. Registro de la Unidad de Muestreo U3, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.	100
D - 4. Registro de la Unidad de Muestreo U4, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.	101
D - 5. Registro de la Unidad de Muestreo U5, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.	102

D - 6. Registro de la Unidad de Muestreo U6, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.	103
D - 7. Registro de la Unidad de Muestreo U7, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.	104
D - 8. Registro de la Unidad de Muestreo U8, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.	105
D - 9. Registro de la Unidad de Muestreo U9, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.	106
D - 10. Registro de la Unidad de Muestreo U10, Tramo 1, Sección 2 de la Vía Quero - Salasaca.	107
D - 11. Registro de la Unidad de Muestreo 11, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.	108
D - 12. Registro de la Unidad de Muestreo 12, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.	109
D - 13. Registro de la Unidad de Muestreo U13, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.	110
D - 14. Registro de la Unidad de Muestreo U14, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.	111
D - 15. Curvas de Valores Deducidos para Pavimentos Asfálticos.....	112
D - 16. Fotografías Toma de Datos en Campo PCI.	122

ANEXO E ESTUDIO DE SUELOS

E - 1. Determinación Límite Líquido.	125
E - 2. Determinación Límite Plástico.	126
E - 3. Granulometría de Suelos.	127
E - 4. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.	128
E - 5. Determinación del valor de CBR.	129
E - 6. Ensayo de Carga - Penetración.	130
E - 7. Determinación Límite Líquido.	132
E - 8. Determinación Límite Plástico.	133
E - 9. Granulometría de Suelos.	134
E - 10. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.	135

E - 11. Determinación del valor de CBR.	136
E - 12. Ensayo de Carga – Penetración.	137
E - 13. Determinación Límite Líquido.	139
E - 14. Determinación Límite Plástico.	140
E - 15. Granulometría de Suelos.	141
E - 16. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.	142
E - 17. Determinación del valor de CBR.	143
E - 18. Ensayo de Carga - Penetración.	144
E - 19 Determinación Límite Líquido.	146
E - 20. Determinación Límite Plástico.	147
E - 21. Granulometría de Suelos.	148
E - 22. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.	149
E - 23. Determinación del valor de CBR.	150
E - 24. Ensayo de Carga - Penetración.	151
E - 25. Determinación Límite Líquido.	153
E - 26. Determinación Límite Plástico.	154
E - 27. Granulometría de Suelos.	155
E - 28. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.	156
E - 29. Determinación del valor de CBR.	157
E - 30. Ensayo de Carga - Penetración.	158
E - 31. Determinación Límite Líquido.	160
E - 32. Determinación Límite Plástico.	161
E - 33. Granulometría de Suelos.	162
E - 34. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.	163
E - 35. Determinación del valor de CBR.	164
E - 36. Ensayo de Carga - Penetración.	165
E - 37. Determinación Límite Líquido.	167
E - 38. Determinación Límite Plástico.	168
E - 39. Granulometría de Suelos.	169
E - 40. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.	170
E - 41. Determinación del valor de CBR.	171
E - 42. Ensayo de Carga - Penetración.	172
E - 43. Determinación Límite Líquido.	174

E - 44. Determinación Límite Plástico.....	175
E - 45. Granulometría de Suelos.....	176
E - 46. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.	177
E - 47. Determinación del valor de CBR.	178
E - 48. Ensayo de Carga - Penetración.	179
E - 49. Fotografías de Recolección de Muestras y Ensayos de Suelo.	180

ANEXO F PLANOS

F - 1. Planos.....	181
---------------------------	-----

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA QUERO – SALASACA EN EL TRAMO DE LA ABCISA 0+000 HASTA 3+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Jhon Estalin Bautista Espinosa

TUTOR: Ing. Mg. Alex López

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo experimental se basa en la implementación de un proceso de conservación en la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+600 de la provincia de Tungurahua, ya que las vías de la provincia no cuentan con un modelo de conservación el cual garantice el período de vida útil para el que fueron diseñadas.

Se realizó un levantamiento georreferenciado para la identificación de los puntos que se analizaron durante la recolección de información y se obtuvo una representación cercana a la realidad. Se identificó una estación de conteo manual, en la cual se registran datos de mínimo 10 horas diarias por 7 días seguidos de la semana sin que esta esté afectada por eventos especiales, esta información determina el valor del TPDA.

El método el PCI consta básicamente de la recolección de información de las fallas superficiales que se encuentran en la capa de rodadura de forma visual, para esto se identificaron 14 muestras las cuales representa el total de la vía Quero – Salasaca. Además, se realizó un ensayo de campo con ayuda de la viga Benkelman ejecutándose a cada 200 metros y a una distancia de 0.60 m desde el borde de la vía hacia adentro, en cada punto analizado se tomaron valores a cada 0.25m, 0.50m, 1.00m, 5.00m y a 8.00m desde el punto inicial para así identificar la deformación total que existe en cada punto.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TOPIC: "IMPLEMENTATION OF THE PROCESS OF CONSERVATION OF THE STRUCTURE OF THE LAYER OF THE ROAD QUERO - SALASACA IN THE SECTION OF ABSCISA 0 + 000 TO 3 + 600 OF THE PROVINCE OF TUNGURAHUA"

AUTHOR: Jhon Estalin Bautista Espinosa

TUTOR: Ing. Mg. Alex López

EXECUTIVE SUMMAR

The present experimental work is based on the implementation of a conservation process on the Quero - Salasaca road in the section of the abscissa 0 + 000 to the abscissa 3 + 600 of the Tungurahua province, since the provincial roads do not count with a conservation model which guarantees the period of useful life for which they were designed.

A georeferenced survey was carried out to identify the points that were analyzed during the collection of information and a representation close to reality was obtained. A manual counting station was identified, in which data of at least 10 hours a day for 7 days in a row of the week are registered without it being affected by special events, this information determines the value of the TPDA.

The PCI method consists basically of the collection of information of the superficial faults found in the rolling layer visually, for this 14 samples were identified, which represents the total of the Quero - Salasaca road. In addition, a field test was carried out with the help of the Benkelman beam running at every 200 meters and at a distance of 0.60 m from the edge of the road inwards, at each point analyzed values were taken at each 0.25m, 0.50m, 1.00 m, 5.00m and 8.00m from the starting point to identify the total deformation that exists at each point.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. TEMA

“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA QUERO – SALASACA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

1.2. ANTECEDENTES

En países latinoamericanos han optado por políticas nacionales para mantener un plan de conservación vial de carácter preventivo, proporcionando niveles de organización y gestión vial exitosas. Es una realidad que en nuestro país las autoridades encargadas de las redes viales, generan esquemas de gestión los cuales no funcionan con éxito, puesto que únicamente les interesa la construcción de vías y no el mantenimiento, la conservación las vías que ya existen. [1]

La gestión de un pavimento son todas las acciones realizadas para la conservación de una vía durante su periodo de vida útil, manteniendo un nivel de servicio adecuado, estructuralmente y funcional de una vía. La conservación de una vía es cuidar que su servicio se extienda durante el periodo de tiempo para el cual la vía fue diseñada.[2]

Los pavimentos con el pasar del tiempo, sufren fallas o deterioros que se tornan en pérdidas de tiempo para los habitantes que transitan por las vías, el costo de operación se incrementa notablemente, ocasionando pérdidas económicas, problemas sociales, molestias. Estas fallas y deterioros son producidos por las cargas repetitivas de los vehículos, cantidad de vehículos en circulación y factores meteorológicos como son: la radiación solar, el viento y la lluvia. [3]

Reconociendo que, de todos los elementos que forman parte de una vía, la capa de rodadura es la parte esencial para brindar una movilidad eficaz. Por ello es importante que una vía cuente con un mantenimiento oportuno, evitando deterioros progresivos y fallas que afecten directamente la capa de rodadura.[3]

La inversión económica en labores de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura, incrementa considerablemente su vida útil, analizando fundamentalmente el pavimento que se encuentra en servicio. Para ello se toma en cuenta dos tipos de evaluaciones. La primera corresponde la evaluación funcional, la cual consiste en un ensayo que permita determinar las características superficiales: textura, rugosidad, fricción, etc. Proporcionando una base de datos que permiten determinar la calidad de rodaje del pavimento. [4]

La evaluación tipo dos es la estructural, la cual permitirá medir distintos parámetros, tales como: fallas presentes en el pavimento, deflexión superficial, radio de curvatura del cuenco de deflexiones del pavimento, tipos de materiales que conforman la estructura de pavimento, espesores de cada una, su condición, etc. [4]

Los trabajos que se realizaran en el mantenimiento de la vía tienen como objetivo conservar en buenas condiciones la capa de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje, el cercado, los cortes, terraplenes y todos los elementos que forman parte de una carretera dentro de la franja del derecho de vía. [3]

1.3. JUSTIFICACIÓN

Una red vial está conformada en su mayoría por pavimentos flexibles, por lo que es necesario realizar un seguimiento y así conocer el estado en el cual se encuentran.

Existen varias metodologías las cuales pueden cuantificar los deterioros de una vía, unas más exactas que otra, pero todas presentan resultados que ayudan a determinar las intervenciones, el método del PCI (Índice de Condición del Pavimento) es uno de los más completos y objetivo para la evaluación de una vía. Es importante determinar el momento en el cual la vía requiere de una intervención para mejorar su funcionalidad y eficiencia, los pavimentos flexibles presentan un deterioro progresivo por lo que dejan de ser cómodos y seguros. [5]

Se realiza un estudio para obtener una base de datos del estado actual de la capa de rodadura y la cantidad de vehículos que circulan por la misma, generando una guía técnica para el mantenimiento vial cuyo propósito es mejorar las condiciones de vida de los habitantes que se encuentra en el área de influencia del proyecto, además beneficiando a los sectores, barrios y comunidades donde predominan las actividades agrícolas, ganaderas, turísticas y educativas que dan como resultado el desarrollo social y productivo de la zona. [3]

El transporte en zonas urbanas y rurales es un elemento de gran importancia, por esta razón es necesario una adecuada planificación y mantenimiento de las vías. Este servicio se encuentra en función del estado superficial y la estructura del pavimento. Por esta razón es de vital importancia que las redes viales se encuentren en buen estado y permitan mejorar las condiciones medioambientales y el desarrollo socioeconómico de los pueblos. [3]

Siendo así esta infraestructura un componente de gran importancia dentro del patrimonio de una nación, pues permite la comunicación e interrelación entre localidades y centros poblados existentes, convirtiéndose así en un tema importante para las entidades como: ministerios de infraestructura y empresas privadas. [4]

La gestión y conservación de las redes viales han sido detallados como aspectos necesarios de evaluación al considerar las causas fundamentales de su deterioro en los países de América del Sur, son causas de infraestructura vial e ineficiencia de los organismos responsables de la gestión de carreteras, así como también la escasez de los recursos financieros. [6]

En el Ecuador, la falta gestión y planificación de la conservación vial ha generado que las vías tengan un deterioro significativo en base a niveles de daños que dependen del incremento de tránsito. El efecto de estas condiciones perjudica directamente a los usuarios que circulan por las diferentes vías del país, considerando el aumento de los costos de operación vehicular. [1]

De tal forma se busca establecer una guía teórica para la conservación de la capa de rodadura de un pavimento flexible, determinando con precisión cuales son las etapas para lograr un mantenimiento eficaz y reduciendo en un porcentaje alto una mala práctica ingenieril. Este documento ayudara de una manera eficiente al Ingeniero Civil a reducir costos, márgenes de error y de manera efectiva beneficiar a todos los usuarios que transitan con sus vehículos por las diferentes vías de la provincia de Tungurahua. [7]

En la provincia de Tungurahua existen vías que no cuentan con un programa de mantenimiento adecuado siendo una de estas la vía Quero – Salasaca la cual necesita un modelo de mantenimiento para evitar el deterioro total de la estructura vial.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

- Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600 de la provincia de Tungurahua.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El presente proyecto se basa en la implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600 de la provincia de Tungurahua. Para ello necesariamente se necesita conocer conceptos básicos sobre el tema a estudiar.

2.1.1. MODELO DIGITAL

Un modelo digital es una representación simplificada de la superficie terrestre, es decir se representa algunas de las propiedades existentes en el objeto original. Estos modelos serán construidos con una relación simétrica que facilite determinar las propiedades del objeto real en el modelo digital creado.[8]

Es importante señalar que la exposición digital y simbólica de un modelo digital tiene una gran precisión para describir procesos, pero no proporciona resultados exactos. Un modelo digital es una representación que se acerca a la realidad pero que nunca podrá ser el igual al objeto real.[8]

2.1.2. OBTENCIÓN DE DATOS

Consiste en recolectar información de un objeto real para transformarlo a un modelo digital, de tal forma que esta fase es esencialmente importante, ya que los datos recolectados serán utilizados posteriormente. Esta base de datos es obtenida mediante métodos directos como: el GPS, estaciones topográficas y altímetros, los cuales trabajan con satélites conectados alrededor de todo el mundo, caracterizándose como equipos de alta precisión.[8]

2.1.3. TRÁFICO

El diseño de una vía o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de comprobar la capacidad o volumen máximo de vehículos que puedan circular por una vía. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico. [9]

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país, que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexploradas.

Al respecto conviene recordar que los proyectos de carreteras en zonas inexploradas o muy poco desarrolladas no constituyen en general proyectos aislados, sino que están vinculados con otros proyectos principalmente de infraestructura, tendientes al aprovechamiento de recursos inexplorados en la zona, tales como proyectos de colonización, agropecuarios, regadío, energía hidroeléctrica o termoeléctrica, comercialización, etc. Es evidente, en consecuencia, que la demanda futura de tráfico será resultante de la acción combinada de todos estos proyectos y como tal deberá analizarse. [9]

2.1.4. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO

Además de identificar los vehículos que transitan por la vía es importante conocer el tipo de vehículos que transitan por la misma. Por ello es importante registrar los

vehículos identificados en categorías, las mismas que son especificadas en normas. Básicamente la composición del tráfico está basada en categorías livianos, buses y pesados, identificando que la mayor parte de vehículos se encuentra en la categoría de livianos, que son vehículos pequeños como: automóviles, camionetas y entre estos las motos.[10]

2.1.5. CONTEO MANUAL

Un conteo manual inicia en la identificación de la o las estaciones de conteo, son puntos principales para un conteo manual de la vía, seguidamente se procede a la toma de datos en base a formularios ya elaborados, tomando en cuenta que para este registro se requiere de personal capacitado ya que los conteos manuales generan una base de datos más exacta y en periodos cortos de tiempo, identificando que el formulario ya establecido identifique al menos tres categorías como son: livianos, buses y pesados.[11]

2.1.6. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

El TPDA es un valor promedio del flujo vehicular diario correspondiente a un año dividido en 365 días, tomando en cuenta que en autopistas el registro y el cálculo del TPDA se lo realiza por sentido de la vía. Este valor se encuentra basado en el tráfico actual de una vía por lo que proporciona datos reales para determinar las características de los volúmenes de tráfico y esencialmente para realizar una proyección de un tránsito futuro. [11]

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.
- Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como FLUJO DIRECCIONAL que es el porcentaje (%) de vehículos en cada sentido de la vía:

esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Además, convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo. [9]

En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas. Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo, son procesados con el objeto de conocer la relación que existe entre los volúmenes de tránsito de los días ordinarios respecto a los correspondientes a los fines de semana y realizar los ajustes respectivos para obtener el TPDA semanal. En la etapa final se puede ajustar el TPDA semanal en base a factores mensuales obtenidos de datos de las estaciones permanentes, cuando éstas están disponibles, o del consumo de gasolina u otro patrón de variación estacional como la periodicidad de las cosechas. [9]

2.1.7. SUBRASANTE.

La subrasante, es la parte de una carretera que sirve para el soporte de las capas de pavimento, por tanto, debe cumplir características estructurales para que, los materiales seleccionados que se colocan sobre ella se acomoden en espesores uniformes y su resistencia debe ser homogénea en toda la superficie para evitar fallas en los pavimentos.

En algunos casos, esta capa está formada solo por la superficie del terreno. En otros casos, cuando en estado natural el material de corte del lugar es de muy baja calidad,

se tendrá que hacer un proceso de mejoramiento, estabilización y luego darle el grado de compactación necesario para obtener la subrasante adecuada. [12]

2.1.8. BASE

Es el material que se encuentra debajo de la capa de rodadura y tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas a la sub-base, que se encuentra en la parte inferior. La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo. Éstas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie y transmitirla hacia los niveles inferiores del paquete estructural. [13]

2.1.9. SUB-BASE

La sub-base se localiza en la parte inferior de la base, por encima de la subrasante. Es la capa de la estructura de pavimento destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas en la carpeta asfáltica.

Está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la sub-base controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento. [13]

2.1.10. CAPA DE RODADURA.

Con este nombre se denomina a la última capa o capa superficial que se construye, y es sobre ella donde circulan los vehículos durante el período de vida de una vía. Por esto, debe ser resistente a la abrasión producida por el tráfico y a los condicionamientos del intemperismo; además, tiene la función de proteger la estructura impermeabilizando la superficie del pavimento. [12]

Existen varios tipos de pavimentos como el flexible y el rígido, flexible se lo denomina aquel que está conformado por una capa de material bituminoso que se encuentra sobre

las capas de base y sub-base, mientras que el pavimento rígido consta de una losa de concreto de hormigón armado colocada sobre la subrasante o algún tipo de material especificado para soportar cargas de tráfico actual y tráfico futuro, este trabajo experimental se basa en el análisis de un pavimento flexible.[7]

Esta capa es elaborada con materiales pétreos seleccionados y un material viscoso de color oscuro denominado asfalto. Básicamente se necesita conocer el contenido óptimo a emplear en la mezcla, para proporcionar una capa asfáltica resistente a las cargas a las que será sometida. Un exceso de material viscoso en la mezcla proporciona pérdida de estabilidad, hace que la superficie de la vía sea más resbalosa. [5]

2.1.11. CONSERVACIÓN VIAL

Se denomina por conservación vial a las actividades técnicas de naturaleza periódica o rutinaria, que son realizadas por entidades públicas o privadas que se encuentren a cargo de la gestión vial y mantenimiento correctivo de las vías. Brindando como propósito inmediato fluidez a los usuarios que se trasladan en sus vehículos de un lugar a otro con seguridad, comodidad y a un menor costo. [1]

2.1.12. CONSERVACIÓN RUTINARIA

El objetivo primordial de conservación rutinaria es la limpieza y el funcionamiento adecuado de una obra en forma física, normalmente estos trabajos se realizan cada año, ya que requieren un periodo mínimo para su realización y sin especificar una fecha. [3] A diferencia de la conservación periódica que mantiene un cronograma de fechas estipulado.

2.1.13. CONSERVACIÓN PERIÓDICA

Se denomina conservación periódica a las actividades que se realizan en una vía cada cierto periodo de tiempo, y la misma se mantenga en óptimas condiciones. Estas intervenciones pueden ser de tipo manual o mecánicas, refiriéndose principalmente a actividades como reposición de las capas de rodadura, reparación o reconstrucción de capas inferiores, instalación de elemento de seguridad vial y señalética, reconstrucción

o reparación de obras de drenaje, entre otras actividades que se encuentren ya planificadas.[10]

2.1.14. MEJORAMIENTO SUPERFICIAL

Tiene como objetivo principal identificar las fallas superficiales que disminuyen la capacidad funcional de una carretera. Es decir, todo tipo de fallas que afecten la capa de rodadura y solicite de trabajos superficiales para ser corregidas, proporcionando una mejor funcionalidad a la carretera. [3]

2.1.15. REHABILITACIÓN

Rehabilitación es esencialmente corregir las fallas de tipo estructural existentes en la capa de rodadura y devolver la infraestructura vial a sus condiciones originales, para proporcionar a la vía un nuevo periodo de servicio. Algunas de estas correcciones pueden ser la recuperación de las obras de drenaje, en algunas ocasiones el movimiento de tierras, entre otras actividades que ayuden a preservar la vida útil de la estructura. [10]

2.1.16. BACHEO SUPERFICIAL

El Bacheo superficial consiste en la reparación de baches. Es decir, de las desintegraciones parciales del pavimento que forman huecos. Generalmente tienen su origen en mezclas mal dosificadas o con compactación insuficiente. Esta actividad es una de las más difundidas técnicamente en la conservación de pavimentos flexibles. El bacheo superficial comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura, encontrándose en buenas condiciones la base granular y las demás capas de suelos.[13]

El objetivo del bacheo superficial es recuperar las condiciones del pavimento para una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía. Además, para minimizar y/o retardar la formación de daños más severos. [13]

2.1.17. FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE EL MÉTODO PCI

El PCI tiene como objetivo principal conocer las fallas que se presentan en el pavimento mediante una inspección visual. Estas fallas constan de varios tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas. El manual de daños de ING. LUIS RICARDO VÁSQUEZ VARELA, describe cada uno de las fallas que se presentan en la vía y de cómo identificarlos en los diferentes niveles de severidad.[14]

El Índice de Condición del Pavimento mantiene una escala numérica que varía desde cero (0) hasta cien (100) para una estructura de pavimento en buenas condiciones. La tabla que se presenta a continuación describe los valores de PCI, mediante una escala cuantitativa[14].

Tabla 1. Rango de Calificaciones del 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

Fuente: L. Vásquez, Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, 2002.

Realizado por: Jhon Bautista

El método PCI de acuerdo a la referencia [15] es el resultado de un estudio que se desarrolló por un grupo de especialistas del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos, proporcionando la siguiente ecuación para el cálculo del PCI.

$$PCI = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi) \text{ Ecuación 1. Carreteras Pavimentadas}$$

Tabla 2. Tipos de Fallas en los pavimentos

1	Grieta piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en bloque	m2
4	Abultamientos y Hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de Reflexión de Junta	m
9	Desnivel Carril-Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m
11	Parcheo	m2
12	Pulimiento de Agregados	m2
13	Huecos	U
14	Cruce de Vía Férrea	m2
15	Ahuellamientos	m2
16	Desplazamientos	m2
17	Grieta Parabólica (slippage)	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Desprendimiento de Agregados	m2

Fuente: I. Evert Antonio Rivera González et al., "Maestría En Vías Terrestre," 2011,
Realizado por: Jhon Bautista

2.1.18. DETALLE DEL TIPO DE FALLAS EN EL MÉTODO PCI

L (Low, Bajo): Genera pequeñas vibraciones y un pequeño rebote en el vehículo, creando poca incomodidad, pero no es necesario la reducción de la velocidad.

M (Medium, Medio): Genera vibraciones y rebotes significativos en el vehículo, creando incomodidad, inseguridad y es necesario la reducción de la velocidad.

H (High, Alto): Genera vibraciones y rebotes excesivos en el vehículo, creando una incomodidad importante, un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo, por lo que es obligatorio reducir la velocidad. [14]

• PIEL DE COCODRILO

Es un conjunto de fisuras interconectadas que forman una serie de polígonos irregulares, de hasta 0,5m de longitud, esta falla es producida por fatiga. Se origina en el fondo del paquete asfáltico, en la base donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son elevadas, [16] clasificándose en:

L: Fisura longitudinal con espesor de un cabello, recorrido paralelo entre ellas y fisuras sin desintegrarse.

M: Fisura fina y podrían estar ligeramente desintegrándose.

H: La fisura es progresiva, bien definida y descargadas en los bordes. Tienden a moverse bajo el tráfico.

- **EXUDACIÓN**

Es una película de material bituminoso que se extiende sobre un área determinada de la vía, creando una superficie brillante, resbaladiza y reflectante, esta falla puede ser efecto de diversos factores. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos existentes de la estructura cuando este se encuentra a altas temperaturas. [17]

L: Daño ligero y detectable pocos días al año y el asfalto no se pega en los zapatos o vehículos.

M: El asfalto se pega en los zapatos y vehículos durante pocas horas.

H: forma extensa y el asfalto se pega en gran cantidad en los zapatos y vehículos durante semanas al año.

- **AGRIETAMIENTO EN BLOQUE**

Es un conjunto de grietas interconectadas entre sí que forman rectángulos de un tamaño variable, aproximadamente de 30 x 30 cm hasta 300 x 300 cm. Estas se forman por la contracción del concreto asfáltico y la variación de temperatura. [18]

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media.

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

- **ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS**

Son pequeños desplazamientos hacia arriba o hacia debajo de la capa de rodadura de la vía, afectado el perfil de la calzada. Estos desplazamientos son generados por pavimentos inestables, infiltración, expansión por congelación, expansión del suelo de fundación, deficiencia en el drenaje del paquete estructural del pavimento, etc. [14]

L: Tránsito de baja severidad.

M: Tránsito de severidad media.

H: Tránsito de severidad alta.

- **CORRUGACIÓN**

Está formada por una serie de ondulaciones constituidas por depresiones y cimas muy cercanas entre sí. El origen de este tipo de fallas es el tránsito vehicular, combinado con la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento, generalmente esta falla no sobrepasa los 3m. [18]

L: Tránsito de baja severidad.

M: Tránsito de mediana severidad.

H: Tránsito de alta severidad.

- **DEPRESIÓN**

Son áreas localizadas sobre la superficie del pavimento que posee un nivel de elevación inferior al de su alrededor, se pueden visualizar a simple vista cuando el agua se empoza después de una caída de lluvia. Estas fallas son producidas por asentamientos en la subrasante o procesos constructivos defectuosos. [16]

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm

- **GRIETA DE BORDE**

Estas grietas son paralelas al borde de la vía, a una distancia de 0,30 a 0,60 m de este. Este tipo de falla se origina por el incremento de la carga de tránsito y el debilitamiento de la subrasante o de la base en áreas muy próximas al borde de la vía.[17]

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

- **GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA**

Se generan únicamente en pavimentos mixtos: pavimentos de superficie asfáltica (flexible) construidos sobre una losa de concreto (rígido). Son fallas causadas por el movimiento de la losa de concreto, incluida la temperatura, la humedad bajo la superficie de pavimento flexible.[16]

L: Grieta sin relleno con ancho menos a 10mm y Grieta ancha rellena de cualquier material (material llenante de buena calidad).

M: Grietas entre 10mm – 76mm y Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.

H: Grieta mayor a 76mm, grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturada.

- **DESNIVEL CARRIL-BERMA**

Se define como la diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Generalmente esta falla es causada por el asentamiento de la berma o la colocación de una nueva carpeta asfáltica en la pista. [16]

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: Diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: Diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

- **GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES**

Las grietas longitudinales son paralelas al eje de la vía, mientras que las grietas transversales son perpendiculares al eje de la vía. Son fallas causadas por la ausencia de juntas, variación de temperatura, uso de ligantes asfálticos muy duros o envejecidos, etc.[18]

L: Grieta sin relleno menos a 10mm y Grieta ancha rellena de cualquier material (material llenante de buena calidad).

M: Grietas entre 10mm – 76mm y Grieta rellena de cualquier ancho rodeada, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Grieta mayor a 76mm, grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

- **PARCHEO**

Es un área de la vía que se encuentra en mal estado y ha sido remplazada con material nuevo para reparar la vía. Por lo general a esto se lo conoce como un defecto ya que esta área parchada no se comporta tan bien como una área original del pavimento, son utilizados para ocultar cortes de reparación de tuberías de agua o desagüe, instalaciones de cableado eléctrico y entre otros.[14]

L: Parche en buena condición es satisfactorio, tránsito de baja severidad o mejor.

M: Parche moderadamente deteriorado, tránsito de severidad media.

H: Parche muy deteriorado, tránsito de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

- **PULIMIENTO DE AGREGADOS**

Ocurre cuando los agregados de la superficie se vuelven suaves al tacto, y como consecuencia genera la pérdida de resistencia al deslizamiento. Son fallas causados por cargas repetitivas de tránsito y la porción de agregado extendida sobre el asfalto es insuficiente. [17]

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

- **HUECOS**

Son pequeños orificios que se encuentran en la superficie de la vía con un diámetro menor a 75cm, presentando bordes agudos y lados verticales cerca de la superficie de falla. Son generados generalmente por un conjunto de factores como la piel de cocodrilo, defectos constructivos, subdrenaje inadecuados, mal diseño de las capas, etc. [18]

Tabla 3. Profundidades y Diámetros de Huecos

Profundidad Máx Hueco (mm)	Diámetro medio (mm)		
	102 - 203	203 - 457	457 - 762
12.7 – 25.4	L	L	M
>25.4 – 50.8	L	M	H
> 50.8	M	M	H

Fuente: L. Vásquez, Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, 2002.

Realizado por: Jhon Bautista

- **CRUCE DE VÍA FÉRREA**

Los defectos que presentan este tipo de falla son las depresiones o abultamientos que se dan alrededor o entre los rieles. [14]

L: El cruce de vía férrea, tránsito de baja severidad.

M: Tránsito de severidad media.

H: Tránsito de severidad alta.

- **AHUELLAMIENTOS**

Es una depresión paralela al eje longitudinal de la vía a lo largo de la trayectoria del vehículo, deformando permanentemente las capas del pavimento o la subrasante. Esta falla se genera por una mala compactación del paquete estructural, ocasionando inestabilidad en las capas del pavimento. [18]

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

- **DESPLAZAMIENTOS**

Los desplazamientos son corrimientos de la mezcla asfáltica longitudinalmente y permanentes en un área identificada de la vía, formando cordones laterales. Esta falla es generada por la carga de tráfico, falta de confinamiento lateral, adherencia por defectos en el riego de liga o de imprimación. [16]

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: Tránsito de severidad media.

H: Tránsito de alta severidad.

- **GRIETA PARABÓLICA (SLIPPAGE)**

Son grietas formadas en forma de media luna, presentándose transversalmente en dirección al tránsito. Son originadas por mezclas asfálticas de baja estabilidad, cuando no existe una buena adherencia entre la capa superficial y la capa subyacente, por el frenado de los vehículos o giros, un alto contenido de arena fina en la mezcla, etc. [17]

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm Y 38.0 mm. o el área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm. O el área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

- **HINCHAMIENTO**

Esta falla es denominada como el hinchamiento o abultamiento de la capa superficial de la vía, en forma de onda larga y gradual con una longitud mayor a los 300cm,

distorsionando el perfil de la vía. Este tipo de falla es causado por la expansión del suelo de fundación y el congelamiento del material de la subrasante. [18]

L: Hinchamiento de baja severidad. Detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: Tránsito de severidad media.

H: Tránsito de alta severidad.

- **DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS**

Se caracteriza por la desintegración de la superficie de la vía, existe una serie de factores que generen este tipo de falla los cuales son: Cargas de tráfico como es el caso de vehículo de uruga, mezcla asfáltica de baja calidad, uso de agregados sucios o muy absorbentes, ablandamiento de la superficie y pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos, etc. [16]

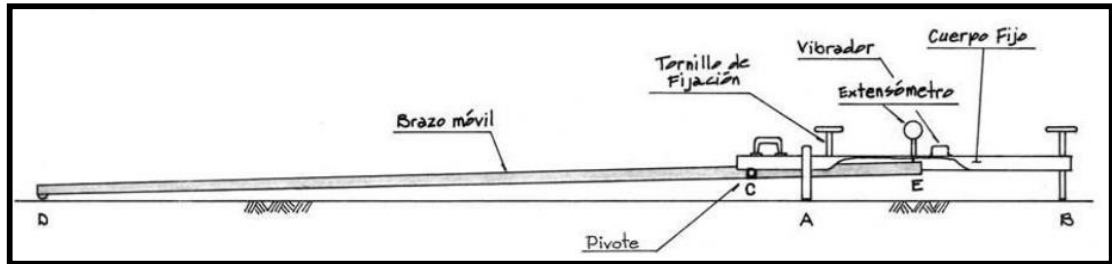
L: Inicio del proceso de pérdida de los agregados o el ligante. En áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

2.1.19. VIGA BENKELMAN

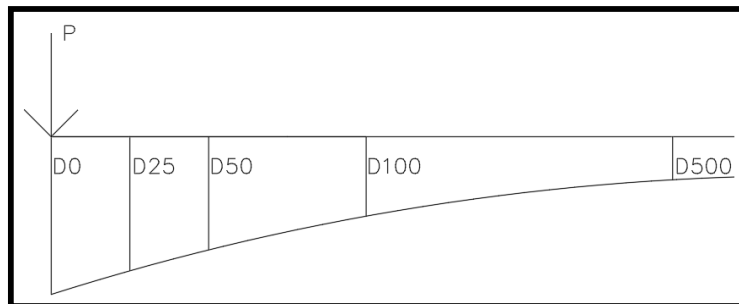
Figura 1. Viga Benkelman.



Fuente: J. Balarezo-zapata Evaluación Estructural Usando Viga Benkelman Aplicada a un Pavimento, 2017.
Realizado por: Jhon Bautista.

La viga Benkelman es un ensayo no destructivo que permite determinar deflexiones verticales sobre la superficie de una vía, bajo la acción de una carga que se encuentra aplicada puntualmente por las ruedas. Este equipo funciona bajo un principio básico de un brazo de palanca simple, siendo así que la lectura que se obtiene inicialmente será multiplicada por un factor para obtener el valor real de la deflexión. [19]

Figura 2. Esquema de Deflexiones.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

2.2. HIPÓTESIS

La implementación de un proceso de conservación mejorará la estructura de la capa de rodadura de la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600 de la Provincia de Tungurahua.

2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Implementación del proceso de conservación

2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Estructura de la capa de rodadura.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación que se usarán en el presente proyecto serán: Exploratoria, Laboratorio y Analítica.

- a) **Investigación Exploratoria:** Permite obtener información de campo como un levantamiento topográfico con la ayuda de la estación total, el valor de TPDA mediante un conteo vehicular, la capacidad portante del suelo en base a ensayos, las deformaciones de la capa de rodadura con la ayuda de la viga Benkelman y el valor de PCI identificando visualmente cada falla que se encuentra presente sobre la capa de rodadura. Esta investigación se realizará en la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600 de la provincia de Tungurahua

- b) **Investigación de Laboratorio:** Esta investigación permite determinar la capacidad portante del suelo en base a ensayos de California Bearing Ratio (CBR) con norma **ASTM: D 1883**, Granulometría con norma **ASTM: C136**, límite Líquido con norma **ASTM: D-424-71** y Límite Plástico con norma **ASTM: D-424-59-74**. Estos ensayos se los realizará en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en la Universidad Técnica de Ambato.

- c) **Investigación Analítica:** Luego de la recolección de datos de campo y laboratorio se procede a la tabulación de información para cada sección de la vía y así conocer el estado actual en el que la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600 de la provincia de Tungurahua se encuentra.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población se define a la vía Quero – Salasaca en provincia de Tungurahua, la misma que cuenta con una longitud total de 3600 metros, dividida en dos secciones, la primera con un ancho de carril de 4,20 metros y la segunda con un ancho de carril de 3,20 metros, además esta vía cuenta con cunetas a los dos costados en sus dos secciones.

3.2.2. MUESTRA

Según el método de muestreo discrecional la selección de los individuos de la muestra es realizada por un experto que indica al investigador qué individuos de la población son los que más pueden contribuir al estudio. Este muestreo es adecuado si dentro de la población que queremos estudiar, existen individuos que no queremos que se nos escapen por utilizar un método totalmente aleatorio o de conveniencia. [20]

Para la identificación de la muestra de este trabajo experimental se llevará a cabo varios puntos de análisis en la vía Quero – Salasaca desde la abscisa 0+000 hasta la 3+600, inicialmente se realizará un levantamiento topográfico con la ayuda de la estación total.

Posteriormente se abscisará la vía a cada 20 metros, luego se realizará perforaciones o calicatas a cada 1000 metros para la extracción de suelo de cada capa que conforme la estructura de la vía. A continuación, se realizará un conteo vehicular mínimo de 10 horas diarias por 7 días para la obtención del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).

También se ejecutará el método del PCI, el cual consta básicamente de un recorrido por la vía identificando visualmente los daños que se presenten sobre la capa de rodadura, para esto se identificarán 14 unidades de muestreo las cuales representa el área total de la vía, este proceso de división de la vía Quero – Salasaca se especifican en la (Tabla 17. Número de Muestras del Índice de Condición del Pavimento).

Se realizará un ensayo de campo en los 3600 metros de la vía Quero – Salasaca con la ayuda de la viga Benkelman ejecutándose a cada 200 metros y a una distancia de 0.60 m desde el borde de la vía hacia adentro, en cada punto analizado se tomarán valores a cada 0.25m, 0.50m, 1.00m, 5.00m y a 8.00m desde el punto inicial para así identificar la deformación total que existe en cada punto. Todos estos datos serán tabulados para determinar el estado actual en el que se encuentra la vía.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Implementación del proceso de conservación.

Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La implementación de un proceso de <u>conservación vial</u> es la acción de preservar, cuidar, dar un mantenimiento periódico y rutinario a la vía que garanticen la <u>movilidad vehicular</u> de manera continua en el espacio y el tiempo, con niveles de seguridad y comodidad.	Proceso de conservación	Mantenimiento periódico	¿Con qué intervalo de tiempo se da un mantenimiento periódico a la vía?	-Planes de mantenimiento -Ensayos -Observación - Investigación
		Mantenimiento rutinario	¿Con qué intervalo de tiempo se da un mantenimiento rutinario a la vía?	-Planes de mantenimiento -Observación - Investigación
	Movilidad vehicular	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	¿Cuál es el valor de TPDA para la vía Quero Salasaca en la provincia de Tungurahua?	-Observación -Investigación -Conteo Vehicular

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Estructura de la capa de rodadura.

Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La estructura de la <u>capa de rodadura</u> tiene como función principal dotar a la vía de óptimas propiedades de rodadura y antideslizantes, además de que esta capa protege e impermeabiliza la <u>estructura de la vía</u> .	Capa de rodadura	Viga Benkelman	¿Qué deflexión máxima presenta la vía?	-Ensayos de Viga Benkelman -Investigación Bibliográfica
		PCI	¿Cuál es el valor de PCI de la vía?	-Observación -Investigación
	Estructura de la vía	Capacidad portante	¿Cuál es la capacidad portante del suelo de la Vía Quero - Salasaca?	-Investigación -Ensayo CBR -Ensayo de Límites
		Calidad de agregados	¿Qué porcentaje de agregados gruesos y finos tiene la estructura de la vía?	-Investigación -Ensayo de Granulometría

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de información del presente trabajo experimental se utilizarán técnicas e instrumentos enmarcadas en las siguientes preguntas.

Tabla 6. Plan de Recolección de Información.

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	-Para implementar un plan de conservación vial y mejorar las características físicas de la vía Quero – Salasaca.
2. ¿De qué personas u objetos?	-De la vía Quero – Salasaca desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+600.
3. ¿Sobre qué aspectos?	-Sobre la implementación de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura.
4. ¿Quién evalúa?	-Sr. Jhon Estalin Bautista Espinosa(Autor) - Ing. Mg. Alex López (Tutor)
5. ¿Dónde evalúa?	-Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato - La vía Quero – Salasaca desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+600
6. ¿Cómo?	-Investigación Bibliográfica -Ensayos de Laboratorio -Ensayos de Campo -Visitas de campo

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1. PLAN DE PROCESAMIENTO

Para el plan de procesamiento de información del presente trabajo experimental se procederá de la siguiente forma:

- a) Realizar una investigación bibliográfica y una visita de campo para identificar visualmente las características que presenta la vía.
- b) Plantear una metodología para cumplir con los objetivos planteados como son: realizar un levantamiento topográfico con ayuda de la estación total, obtener el valor de TPDA mediante un conteo vehicular, la capacidad portante del suelo mediante ensayos, determinar las deformaciones máximas de la vía con ayuda de la viga Benkelman y el valor de PCI con identificación visual.
- c) Ordenar y clasificar la información levantada en cada una de las secciones que conforman el tramo de vía.
- d) Tabular la información recolectada y graficar la información, para posteriormente obtener los resultados esperados basados en la hipótesis.
- e) Se representa de manera digital de toda la información y datos calculados para la implementación de un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Quero – Salasaca en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+600 de la provincia de Tungurahua.

3.5.2. PLAN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

- a) Analizar la información obtenida en campo y en laboratorio de forma estadística, matemática y gráfica.
- b) Generar un resumen final de las unidades de muestreo del método de PCI para cada sección de la vía Quero – Salasaca.

- c) Interpretar los resultados e identificar el estado actual en el cual se encuentra la vía Quero – Salasaca.
- d) Verificar la hipótesis y establecer conclusiones y recomendaciones las cuales responderán al objetivo planteado.
- e) Plantear un modelo de conservación de la estructura de la capa de rodadura para conservar los niveles de serviciabilidad de la vía Quero – Salasaca.

CAPÍTULO IV

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.1. UBICACIÓN

La vía en estudio cuenta con una longitud de 3600 metros, localizada entre el cantón Quero y la parroquia Salasaca. El estudio de este proyecto inicia en el cantón Quero el mismo que se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua a una altitud que varía desde los 2600 hasta los 3000 msnm, con sus respectivos límites al **Norte** y **Oeste** los cantones de Mocha y Cevallos al **Sur** con la Provincia de Chimborazo y al **Este** con el cantón Pelileo, además el cantón Quero tiene un 69.8% de actividades dedicadas a la ganadería, agricultura, silvicultura y pesca.[21]

Este estudio finaliza en parroquia Salasaca ubicada en el cantón Pelileo esta parroquia tiene una altitud de 2538 msnm, con sus respectivos límites al **Norte** con la parroquia El Rosario, al **Sur** con la parroquia Benítez y el cantón Quero, al **Este** con las parroquias García Moreno y La Matriz y al **Oeste** con las parroquias Totoras y Picaihua del cantón Ambato, esta parroquia tiene un 89.64% de personas dedicadas a la producción agrícola siendo esta la principal fuente de ingresos a esta parroquia.[22]

De tal forma que la vía que une el cantón Quero con la parroquia Salasaca debe de mantenerse en buen estado para que las personas que transportan sus productos lo realicen una manera rápida, segura y económica.

Las coordenadas del proyecto:

P. Inicial

NORTE: 9847981.00m

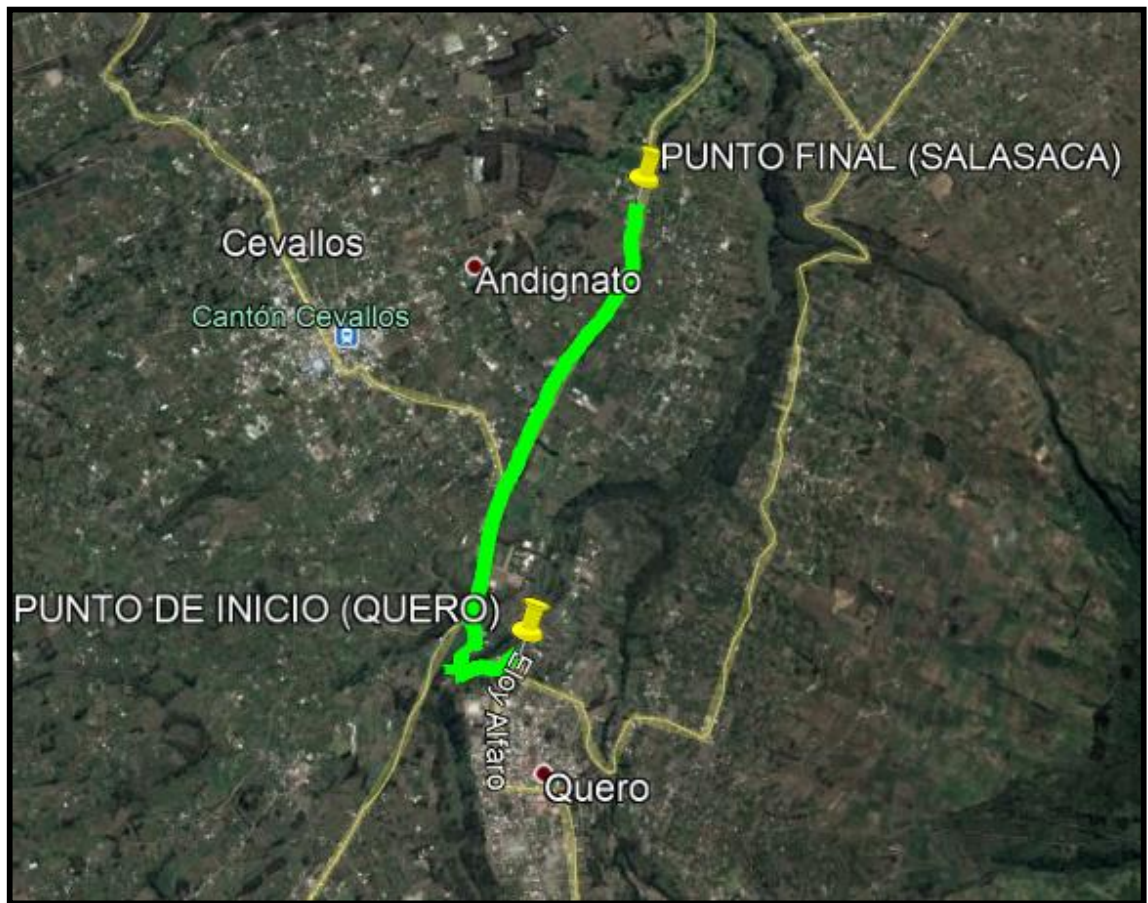
ESTE: 766218.00m

P. Final

NORTE: 9850682.40m

ESTE: 767318.89m

Figura 3. Delimitación de la Vía.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

4.1.1. PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El presente trabajo experimental se basa en la recolección de datos de laboratorio y de campo, de los cuales se los realizará en el siguiente orden:

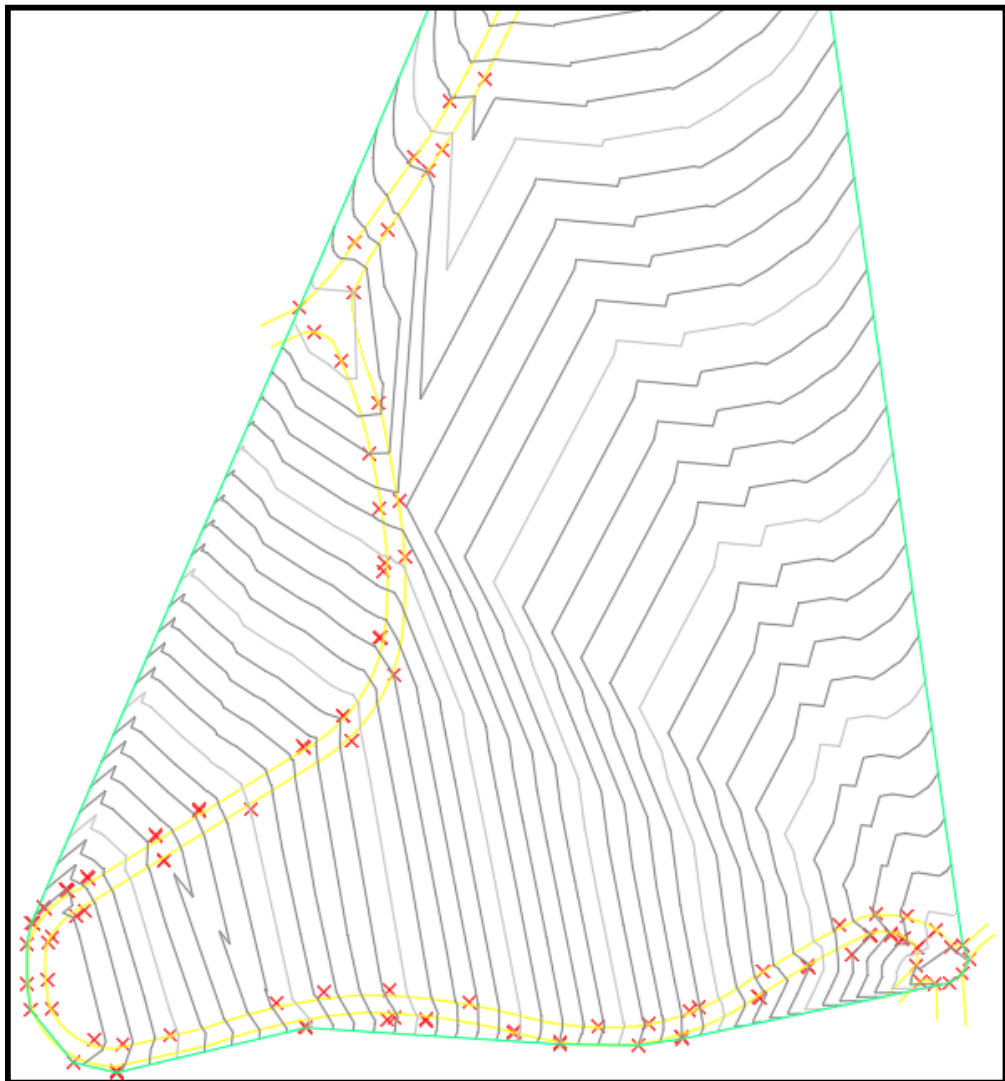
- Levantamiento Georreferenciado con ayuda de una Estación Total.
- Conteo vehicular manual por 10 horas diarias durante 7 días de la semana sin interrupción de ningún evento especial.
- Evaluación del pavimento flexible por medio del método PCI.
- Análisis de deflexiones del pavimento flexible con el uso de la viga Benkelman.
- Perforaciones o calicatas para la extracción de muestras de suelo y posterior análisis en los laboratorios de Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1. LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO

Un levantamiento georreferenciado es la etapa inicial de una serie de etapas básicas dentro del estudio de una vía, esto consiste en la creación de planos los cuales proyectan la superficie de la vía con sus respectivas dimensiones y detalles, de tal forma que se realizó un levantamiento o también conocido como un modelo digital del terreno con ayuda de una estación total, obteniendo una totalidad de 352 puntos en campo VER ANEXO A LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO. Se organizaron todos los datos en un archivo de Excel para importarlos al software AutoCAD Civil 3d y generar una superficie.

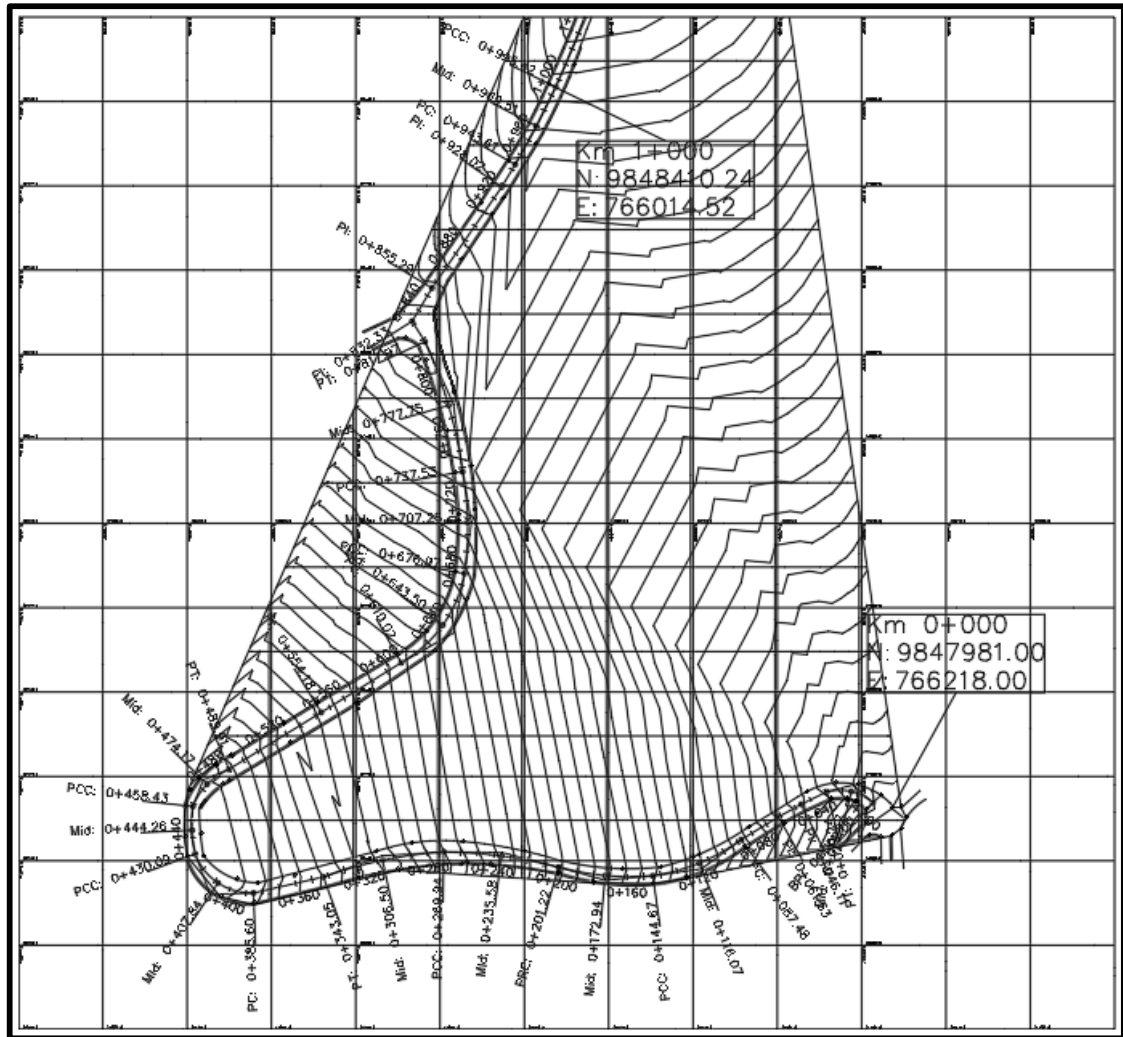
Figura 4. Modelo Digital.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

El modelo generado de la vía Quero Salasaca fue obtenido con una serie de detalles de mayor relevancia como son los bordes de vía, eje de vía, cunetas y pozos de alcantarilla. Partiendo de este modelo digital del terreno se pudo identificar la geometría y la diferencia de niveles que existen en la vía, además se establecieron perfiles longitudinales en sentido Oeste (Quero) – Este (Salasaca). VER ANEXO F PLANOS

Figura 5. Modelo Digital con Alineamiento y Coordenadas.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

4.2.2. ANÁLISIS DEL TRÁFICO ACTUAL

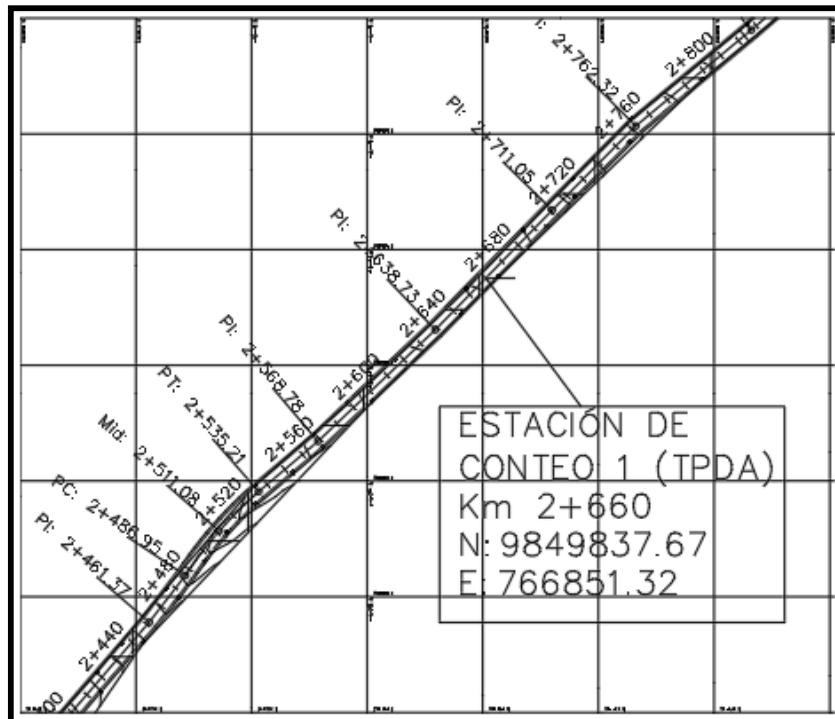
El estudio de tráfico tiene como objetivo principal determinar el tipo de vehículo y cuantificar el número de vehículos que transitan en la vía. Este análisis es indispensable para determinar las características de diseño tales como: Espesores de Base, Sub-Base, Capa de Rodadura, Ancho de Vía, entre otros parámetros

fundamentales para el diseño, también permite estimar el valor económico que esta tendrá durante su construcción de tal forma que para la vía en estudio se estableció el tramo de la vía Quero - Salasaca desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+600.

El estudio del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en este proyecto se realizó por medio de un conteo manual, en el cual se registran datos de 7 días seguidos por una semana sin que esta sea afectada por eventos especiales. Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) un conteo manual es irremplazable ya que proporciona información sobre composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.[9]

El conteo vehicular para la vía Quero – Salasaca se realizó en los meses de noviembre y diciembre del 2018, iniciando el día lunes 26 de noviembre hasta el día domingo 2 de diciembre del 2018. Este conteo se llevó a cabo en la estación 1 (abscisa 2+660) en base a un formato el cual identifica los vehículos por tres categorías como son: livianos (automóviles, camionetas y motos), Buses (livianos, medianos y pesados), Camiones (livianos, dos ejes, tres ejes y mayor a tres ejes).

Figura 6. Estación de Conteo vehicular 1.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Posterior a la recolección de información se procede a la tabulación de datos, clasificarlos en tres categorías: Livianos, Buses y Camiones. Después de esto se identifica el valor de Total Acumulado más alto para determinar el valor del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual y futuro.

Tabla 7. Día con Mayor Flujo Vehicular.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1	ABSCISA:			2+660	
				FECHA:			29 / 11 / 18	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	49	2	4	0	1	5	56	
7:15 - 7:30	47	1	5	2	0	7	55	
7:30 - 7:45	42	0	6	1	0	7	49	
7:45 - 8:00	45	1	2	2	1	5	51	211
8:00 - 8:15	30	1	3	1	1	5	36	191
8:15 - 8:30	32	1	2	2	0	4	37	173
8:30 - 8:45	41	2	5	0	0	5	48	172
8:45 - 9:00	28	0	3	1	1	5	33	154
9:00 - 9:15	43	1	6	3	1	10	54	172
9:15 - 9:30	30	2	2	0	0	2	34	169
9:30 - 9:45	32	1	3	1	0	4	37	158
9:45 - 10:00	44	0	6	2	1	9	53	178
10:00 - 10:15	31	2	3	2	0	5	38	162
10:15 - 10:30	24	1	4	0	1	5	30	158
10:30 - 10:45	29	2	5	0	0	5	36	157
10:45 - 11:00	28	1	2	1	1	4	33	137
11:00 - 11:15	31	1	4	0	2	6	38	137
11:15 - 11:30	22	0	6	3	0	9	31	138
11:30 - 11:45	16	2	2	0	0	2	20	122
11:45 - 12:00	23	1	4	1	1	6	30	119
13:00 - 13:15	19	1	2	3	0	5	25	106
13:15 - 13:30	20	2	7	0	1	8	30	105
13:30 - 13:45	19	1	6	3	1	10	30	115
13:45 - 14:00	25	2	4	1	0	5	32	117
14:00 - 14:15	31	1	3	0	2	5	37	129
14:15 - 14:30	24	2	8	2	0	10	36	135
14:30 - 14:45	22	0	3	0	2	5	27	132
14:45 - 15:00	19	1	4	2	1	7	27	127
15:00 - 15:15	18	2	3	0	0	3	23	113
15:15 - 15:30	17	1	5	2	0	7	25	102
15:30 - 15:45	20	2	4	0	2	6	28	103
15:45 - 16:00	18	1	3	1	1	5	24	100
16:00 - 16:15	25	2	5	2	0	7	34	111
16:15 - 16:30	22	1	3	0	1	4	27	113
16:30 - 16:45	17	0	4	2	0	6	23	108
16:45 - 17:00	19	2	5	1	0	6	27	111
17:00 - 17:15	18	0	6	0	1	7	25	102
17:15 - 17:30	20	1	4	3	2	9	30	105
17:30 - 17:45	25	2	4	1	1	6	33	115
17:45 - 18:00	28	2	7	1	2	10	40	128
TOTAL	1093	48	167	46	28	241	1382	4985

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de la vía Quero – Salasaca se ha tomado el día con mayor número de vehículos de la semana tipo, siendo el día jueves 29 de noviembre del 2018 el día con mayor tránsito vehicular con un total de **4985** vehículos como se especifica en el ANEXO B CONTEO DE TRÁFICO DIARIO.

• **CÁLCULO DEL TPDA POR EL MÉTODO DE LA 30va HORA.**

Para determinar el valor del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se identifica la hora con mayor número de vehículos. A continuación, se detalla la hora pico o la 30va hora, con 4 intervalos de tiempo a cada 15 minutos, para el cálculo del TPDA se determinó que la vía Quero Salasaca es una vía rural que trabaja con un TPDA del 15%, según la referencia. [9]

Tabla 8. Hora Pico.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1	ABSCISA:			2+660	
				FECHA:			29 / 11 / 18	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	49	2	4	0	1	5	56	
7:15 - 7:30	47	1	5	2	0	7	55	
7:30 - 7:45	42	0	6	1	0	7	49	
7:45 - 8:00	45	1	2	2	1	5	51	211
TOTAL	183	4	17	5	2	24	211	211

Fuente: Jhon Bautista

Realizado por: Jhon Bautista

$$TPDA = Tac + Tg + Ta + Td$$

DONDE:

TPDA: Tráfico promedio diario anual

Tac: Tráfico actual

Tg: Tráfico generado

Ta: Tráfico atraído

Td: Tráfico desarrollado

- **TRÁFICO ACTUAL**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{VHP}{15\%}$$

Donde:

TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual Actual

VPH = Vehículos en Hora Pico

15% = Valor de TPDA Zona Rural

- ✓ **TPDA actual para Livianos**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{183}{15\%} \text{ (Tabla 8)}$$

$$TPDA \text{ actual} = 1220 \text{ Vehículos/Día}$$

- ✓ **TPDA actual para Buses**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{4}{15\%} \text{ (Tabla 8)}$$

$$TPDA \text{ actual} = 26 \text{ Vehículos/Día}$$

- ✓ **TPDA actual para Camiones**

$$TPDA \text{ actual} = \frac{24}{15\%} \text{ (Tabla 8)}$$

$$TPDA \text{ actual} = 160 \text{ Vehículos/Día}$$

Tabla 9. TPDA Actual.

Tipo de Vehículo	Hora Pico	TPDA Actual por Tipo de Vehículo
Liviano	183	1220
Buses	4	26
Camiones	24	160
TPDA actual (total)		1406

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

- **TRÁFICO ATRAÍDO**

$$Ta = 10\% TPDA$$

Donde:

Ta = Tráfico Atraído

TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual

- ✓ **Tráfico Atraído para Livianos**

$$Ta = 10\% \times 1220 \text{ (Tabla 10)}$$

$$Ta = 122 \text{ Vehículos/Día}$$

- ✓ **Tráfico Atraído para Buses**

$$Ta = 10\% \times 26 \text{ (Tabla 10)}$$

$$Ta = 2 \text{ Vehículos/Día}$$

- ✓ **Tráfico Atraído para Camiones**

$$Ta = 10\% \times 160 \text{ (Tabla 10)}$$

$$Ta = 16 \text{ Vehículos/Día}$$

Tabla 10. Tráfico Atraído.

Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Tráfico Atraído
Liviano	1220	122
Buses	26	2
Camiones	160	16
Total	1406	140

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

El cálculo de TPDA se realiza en base al tráfico actual más el tráfico atraído ya que la vía Quero – Salasaca se encuentra construida.

- **CÁLCULO DE TPDA**

$$TPDA = Tac + Ta$$

- ✓ **TPDA para Livianos**

$$TPDA = 1220 + 122 \text{ (Tabla 12)}$$

$$TPDA = 1342 \text{ Vehículos/Día}$$

- ✓ **TPDA para Buses**

$$TPDA = 26 + 2 \text{ (Tabla 12)}$$

$$TPDA = 28 \text{ Vehículos/Día}$$

- ✓ **TPDA para Camiones**

$$TPDA = 160 + 16 \text{ (Tabla 12)}$$

$$TPDA = 176 \text{ Vehículos/Día}$$

Tabla 11. TPDA.

Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Tráfico Atraído	TPDA	Porcentaje %
Liviano	1220	122	1342	86.80
Buses	26	2	28	1.81
Camiones	160	16	176	11.39
Total			1546	100.00

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

El valor de **TPDA** es de **1546** vehículo/día

Según la referencia [9] muestra la Tabla 14 (Clasificación Funcional de las Vías en Base al TPDA, la cual será utilizada para identificar la clasificación funcional en la que se encuentra la vía Quero – Salasaca.

Tabla 12. Clasificación Funcional de las Vías en Base al TPDA.

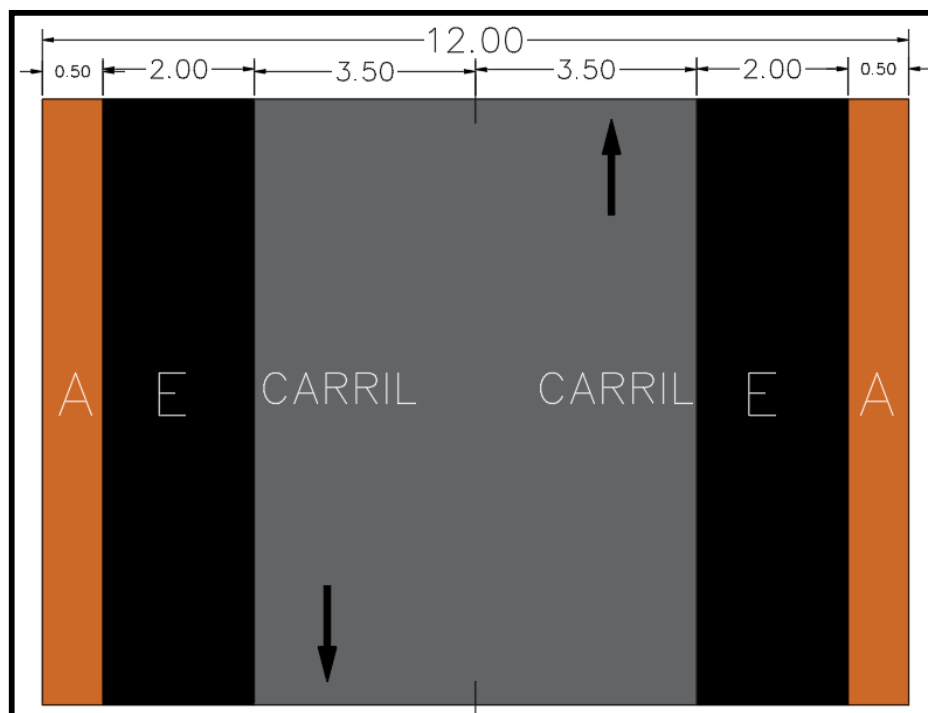
FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII(2)	> 8000
	I	3000-8000
COLECTORA	II	1000-3000
	III	300 - 1000
VECINAL	IV	100 - 300
	V	300

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Normas de Diseño Geometrico de Carreteras, 2003
Realizado por: Jhon Bautista

El TPDA calculado se encuentra en el rango de 1000 a 3000 vehículos, por lo tanto, la vía Quero – Salasaca se clasifica como una vía colectora de clase III la cual está destinada a recibir el tráfico de los caminos vecinales. A continuación, se presentan las características principales que debe mantener una vía colectora clase III.

- Ancho de vía de (6.50 a 7.30) m
- Velocidad de diseño de (50 a 70) km/h
- Un peralte máximo del 10%
- Ancho de espaldón 2.00m
- Ancho de aceras 0.50m

Figura 7. Carretera de Mediana Capacidad C1.



Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Normas de Diseño Geometrico de Carreteras, 2003
Realizado por: Jhon Bautista

- **TRÁFICO FUTURO**

El diseño geométrico de una vía no se basa únicamente en el volumen de tráfico actual, se basa también en el volumen de tráfico futuro que probablemente se den durante el periodo de diseño de esta vía. Pero es difícil predecir el período de vida de una vía ya que esta proyección está basada en tasas de crecimiento creadas por periodos de retorno de años pasados o en normativas las cuales están de acuerdo a los servicios que una vía requiera en un futuro.

Se realizó un análisis de la vía Quero – Salasaca sobre el tránsito, proyectando para un período de tiempo de 20 años. Tomando como punto de inicio al año 2018 y como punto final al año 2038.

Para este análisis se tomó en cuenta las tasas de crecimiento de tráfico que presenta el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) [23]

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

Donde:

Tf: Tráfico futuro

Tac: Tráfico actual

i: Índice de crecimiento

n: Años proyectados

Tabla 13. Índice de Crecimiento del Tráfico.

TASAS DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO "i" (%)			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
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

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Normas de Diseño Geometrico de Carreteras, 2003

Realizado por: Jhon Bautista

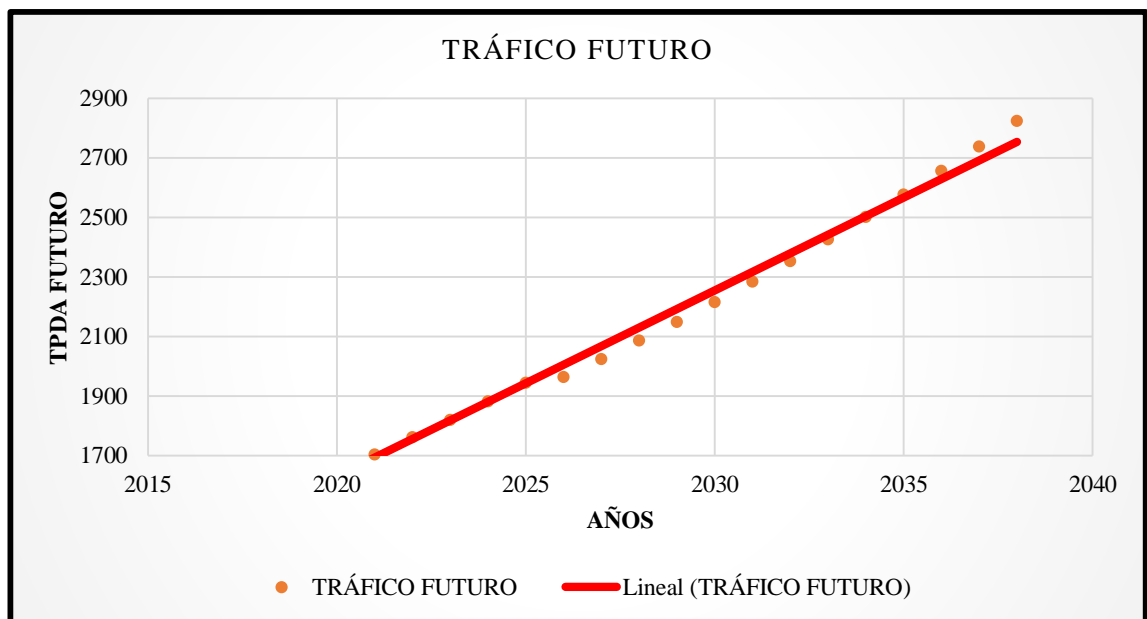
Tabla 14. Tráfico Futuro.

TRÁFICO FUTURO DE LA VÍA QUERO SALASACA							
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO			TRÁFICO FUTURO			TPDA FUTURO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2018	3.97	1.97	1.94	1342	28	176	1546
2019	3.97	1.97	1.95	1395	29	179	1603
2020	3.97	1.97	1.96	1451	29	183	1663
2021	3.57	1.78	1.74	1491	30	185	1706
2022	3.57	1.78	1.74	1544	30	189	1763
2023	3.57	1.78	1.74	1599	31	192	1822
2024	3.57	1.78	1.74	1656	31	195	1883
2025	3.57	1.78	1.74	1715	32	199	1946
2026	3.25	1.62	1.58	1733	32	200	1965
2027	3.25	1.62	1.58	1790	32	203	2025
2028	3.25	1.62	1.58	1848	33	206	2087
2029	3.25	1.62	1.58	1908	33	209	2150
2030	3.25	1.62	1.58	1970	34	212	2216
2031	3.25	1.62	1.58	2034	35	216	2284
2032	3.25	1.62	1.58	2100	35	219	2354
2033	3.25	1.62	1.58	2168	36	223	2427
2034	3.25	1.62	1.58	2239	36	226	2501
2035	3.25	1.62	1.58	2311	37	230	2578
2036	3.25	1.62	1.58	2387	37	233	2657
2037	3.25	1.62	1.58	2464	38	237	2739
2038	3.25	1.62	1.58	2544	39	241	2824

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Se determinó un tráfico futuro para la vía Quero – Salasaca de **2824** vehículos, proyectado para 20 años.

Figura 8. Tráfico Futuro.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

4.2.3. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

Se debe tener en cuenta las cargas producidas por la circulación constante de los vehículos sobre una vía, por lo tanto, la estructura de la vía debe ser diseñada para resistir una determinada carga del flujo vehicular. A continuación, se detalla el método PCI tomando como referencia el Manual PCI de Vásquez Varela, el cual es una traducción de la norma ASTM D6433-07 [14].

La etapa uno de la evaluación del método PCI es la identificación visual del daño presente en la capa de rodadura, registrándolo en un formato adecuado como se presenta en la Figura 9. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

Figura 9. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA		
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL			ÁREA DE MUESTREO					
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	0.00	
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT						PCI =	100.00	

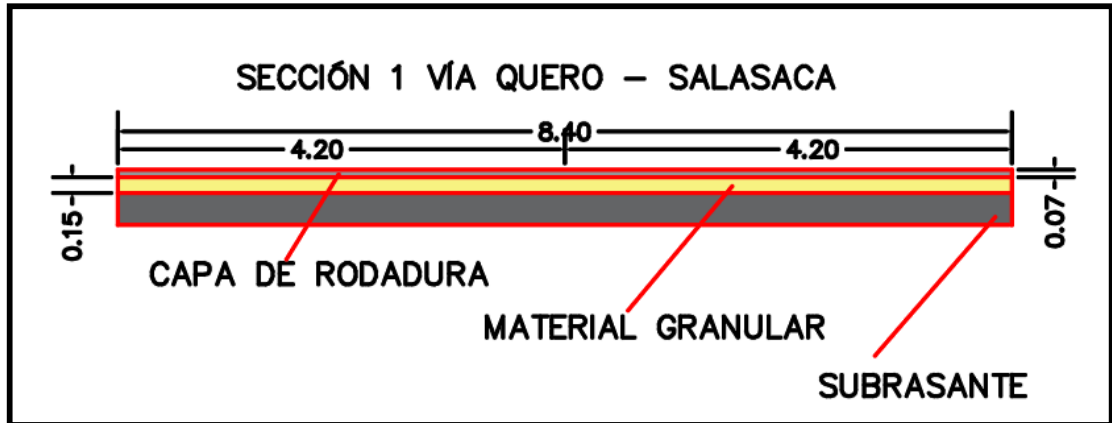
Fuente: L. Vásquez, Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, 2002.

Realizado por: Jhon Bautista

Además, se realizará el cálculo del Índice de Condición del Pavimento para determinar el número de unidades equivalentes a los 3600 metros de la vía en estudio. Se deberá tomar en cuenta durante la inspección que puede existir una unidad de muestreo cercana a la unidad en estudio en estado crítico, por lo tanto, se debe analizar la unidad deteriorada y excluir la unidad señalada.

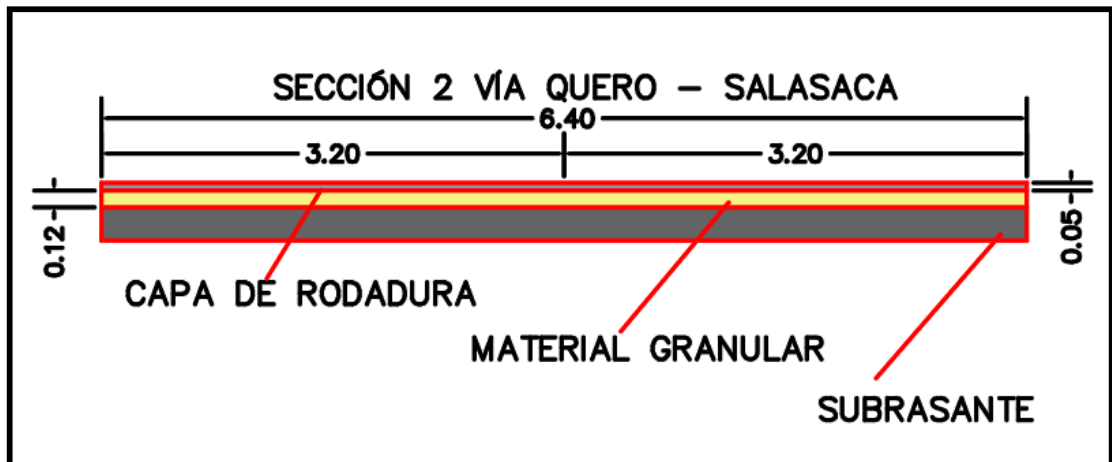
El tramo de la vía Quero –Salasaca tiene una longitud de 3600 metros los cuales están divididos en dos secciones, la primera inicia en la abscisa 0+000 hasta la 1+640 con dos carriles y un ancho de vía de 8,40 metros. La segunda sección inicia en la abscisa 1+640 hasta los 3+600 con dos carriles y un ancho de vía de 6,40 metros.

Figura 10. Sección 1 Vía Quero - Salasaca.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Figura 11. Sección 2 Vía Quero - Salasaca.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Tabla 15. Número de Muestras del Índice de Condición del Pavimento.

DATOS	
Ancho de vía (m)	6,40
Longitud de vía (m)	3600,00
Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e%)	5,00
Desviación estándar del PCI entre las unidades (σ)	10,00
Área de muestreo 230 +/- 93 (m2)	230,00
Longitud de unidad (m)	35,94
Número total de unidades (N)	100,00
Número de muestras (n)	
$n = \frac{N x \sigma^2}{\frac{e^2}{4} x (N - 1) + \sigma^2}$	
	n = 13,91
	n = 14,00
Intervalo de muestras (i)	
$i = \frac{N}{n}$	
	i = 7,14
	i = 7,00

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Se determinaron 100 unidades de muestreo las cuales se analizarán 14 con un intervalo de 7 unidades iniciando en la unidad 1 y finalizando en la 99. A continuación, se adjuntan dos unidades de muestreo de las cuales la unidad 1 se encuentra con un valor de PCI del 100% la cual detalla que la vía se encuentra en excelente estado según la tabla 1, también se presenta la unidad 13 con un valor de PCI de 69.9%, la cual determina que esta unidad de muestreo se encuentra en un estado bueno de acuerdo a la tabla 1 y se detalla a esta unidad como la más crítica durante la inspección visual realizada el día jueves 29 de noviembre del 2018 en la vía Quero – Salasaca.

Unidad de Muestreo 1 (U1)

Tabla 16. Registro de la Unidad de Muestreo U1, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA				
29/11/2018		0+000		1						
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
4,2 m		0+038		230						
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	M	0,12	0,12					0,24	0,104	0
10	L	0,01						0,01	0,004	0
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		0
CÁLCULO DE PCI										
		PCI =		100 - VDT				PCI =		100,00

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Unidad de Muestreo 13 (U13)

Tabla 17. Registro de la Unidad de Muestreo U13, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO						
29/11/2018		3+275		13						
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
3,2 m		3+313		230						
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
16	M	13,61	3,51	0,45	0,29			17,86	7,77	30
10	L	0,3	0,65	0,7	0,4	0,4		2,45	1,07	0,1
									VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	30,1
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT					PCI =		69,9	

ESQUEMA

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Registrados los datos de campo de las 14 unidades de muestreo se obtiene un valor promedio del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para cada sección de la vía.

Tabla 18. Resumen de Resultados de Datos de PCI en la Vía Quero – Salasaca.

RESUMEN DE RESULTADOS									
Ancho de Carril	Unidad de muestra	Abscisa inicial	Abscisa final	Sección	Área	PCI por Unidad	Descripción	PCI Sección	Descripción
4.20m	U1	0+000	0+038	1	230	100	Excelente	98,64	Excelente
	U2	0+266	0+304	1	230	100	Excelente		
	U3	0+540	0+578	1	230	100	Excelente		
	U4	0+798	0+836	1	230	100	Excelente		
	U5	1+040	1+078	1	230	98,5	Excelente		
	U6	1+330	1+368	1	230	100	Excelente		
	U7	1+596	1+634	1	230	92	Excelente		
3.20m	U8	1+860	1+898	2	230	99,8	Excelente	89,64	Excelente
	U9	2+100	2+138	2	230	86,8	Excelente		
	U10	2+394	2+432	2	230	76,2	Excelente		
	U11	2+660	2+698	2	230	100	Excelente		
	U12	2+926	2+964	2	230	100	Excelente		
	U13	3+275	3+313	2	230	69,9	Excelente		
	U14	3+458	3+496	2	230	94,8	Excelente		

Fuente: Jhon Bautista

Realizado por: Jhon Bautista

En la sección 1 se muestra un PCI promedio de 98.64% el cual de acuerdo a la tabla 1 (Rango de Calidad del Pavimento) determina que la calidad del pavimento es excelente, asegurando que la vía Quero – Salasaca en sus 1640 metros lineales presta a los conductores seguridad al momento de transitar por la misma. La sección 2 presenta un PCI promedio de 89.64% el cual mantiene las mismas características que la sección 1 y que los 1960 metros lineales restantes de la vía Quero – Salasaca se encuentran en excelente estado para el tránsito vehicular.

4.2.4. MEDICIÓN DE DEFLEXIONES VIGA BENKELMAN

Las deflexiones forman una parte importante en el estudio de una vía, ya que contienen información exacta cuando se aplican cargas móviles y estáticas sobre la estructura. La medición de deflexiones identifica directamente las fallas existentes en la estructura del pavimento, proporcionando información de daños para generar un plan de mantenimiento o reconstrucción de la estructura de la vía. [19]

La medición de deflexiones en la vía Quero – Salasaca se realizaron con ayuda de la viga Benkelman la cual permite determinar la deflexión vertical y puntual de la superficie de una vía bajo la acción de una carga estática. Al iniciar el ensayo de campo se mide la temperatura del pavimento realizando un orificio de 2 a 5cm de profundidad y 1cm de diámetro aproximadamente, se coloca agua y se introduce el termómetro dejándolo dentro aproximadamente 10 minutos y se lee la temperatura.

Se desplaza el vehículo doble llanta cargado con un peso en su eje trasero de 18.2 toneladas, posteriormente se identifican puntos con líneas transversales bien marcadas a cada 200 metros en todo el tramo de la vía, en cada uno de estos puntos se marcarán líneas a cada 0.25m, 0.50m, 1.00m, 5.00m, 8.00m desde el punto inicial 0.00m.

Se ubica el vehículo a una distancia de 0.6 metros desde el borde exterior de la vía hacia adentro, para la colocación de la viga Benkelman detrás del vehículo de modo que el brazo de la viga coincida con el punto ya marcado y no roce contra las llantas. A continuación, se deja libre brazo de la viga Benkelman verificado que la misma quede en contacto con el dial, posteriormente se da marcha al vehículo lentamente sobre las líneas marcadas anteriormente hasta que el mismo llegue al punto final de 8 metros. [24]

El tramo de 3600 metros de la vía Quero – Salasaca se divide en 2 secciones las cuales serán analizadas por separado y cada una de estas proporcionará un deflectograma el cual presenta gráficamente las deflexiones existentes actualmente en la vía Quero - Salasaca.

La ecuación para determinar la deflexión de la superficie del pavimento en el punto marcado según la relación de la viga Benkelman simple es:

$$\text{Deflexión} = 2 * (Df - Do)$$

Donde:

Df = Deflexión final a los 8.00m (Tabla 7. Lectura del deflectómetro en campo)

Do = Deflexión inicial en cada punto marcado

Tabla 19. Lectura Final del Deflectómetro.

Viga Benkelman									
Estación	Abscisa	Deflexiones 10e-2mm						Temperatura	Espesor
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
SECCIÓN 1									
1	0+080	46,0	28,0	18,0	10,0	0,0	0,0	29,0	6,0
2	0+300	48,0	20,0	14,0	8,0	0,0	0,0	30,0	6,0
3	0+550	28,0	6,0	1,0	0,0	0,0	0,0	31,0	6,0
4	0+820	30,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	30,0	6,0
5	1+040	48,0	14,0	1,0	0,0	0,0	0,0	29,0	6,0
6	1+200	52,0	10,0	2,0	0,0	0,0	0,0	29,0	6,0
7	1+450	42,0	14,0	4,0	0,0	0,0	0,0	28,0	6,0
8	1+600	46,0	22,0	10,0	0,0	0,0	0,0	29,0	6,0
SECCIÓN 2									
9	1+780	72,0	42,0	18,0	0,0	0,0	0,0	27,0	5,5
10	2+020	44,0	12,0	4,0	0,0	0,0	0,0	29,0	5,5
11	2+240	44,0	8,0	4,0	2,0	0,0	0,0	32,0	5,5
12	2+460	34,0	6,0	2,0	0,0	0,0	0,0	30,0	5,0
13	2+700	44,0	26,0	8,0	0,0	0,0	0,0	30,0	5,5
14	3+020	50,0	34,0	19,0	8,0	0,0	0,0	31,0	5,0
15	3+220	44,0	14,0	4,0	0,0	0,0	0,0	28,0	5,0
16	3+360	46,0	13,0	4,0	0,0	0,0	0,0	27,0	5,0
17	3+540	60,0	25,0	6,0	2,0	0,0	0,0	26,5	5,0

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Una vez obtenida la lectura final del deflectómetro con ayuda de la viga Benkelman es necesario realizar una corrección por temperatura debido a las condiciones climáticas al momento de recolectar los datos y una corrección por estacionalidad debido al tipo de suelo sobre el cual se encuentre la vía.

• **CORRECCIÓN POR TEMPERATURA**

Las capas de rodadura con espesores mayores a 5cm están afectadas por los cambios climáticas existentes durante la toma de datos realizados en campo de tal forma que se realiza una corrección por temperatura, en base a la siguiente fórmula. [19]

$$D_c = \frac{\text{Deflexión Final}}{[1 * 10^{-3} * \frac{1}{\text{cm}^0\text{C}} * e * (T - 20^0\text{C})] + 1}$$

Donde:

D_c = Deflexión corregida por temperatura

e = Espesor teórico de la carpeta asfáltica en cm

T = Temperatura del pavimento en °C

Tabla 20. Deflexiones Corregidas por Temperatura.

Viga Benkelman							
Estación	Abscisa	Deflexiones Correg por Temperatura 10e-2mm					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
SECCIÓN 1							
1	0+080	43,64	26,57	17,08	9,49	0,00	0,00
2	0+300	45,28	18,87	13,21	7,55	0,00	0,00
3	0+550	26,27	5,63	0,94	0,00	0,00	0,00
4	0+820	28,30	1,89	0,94	0,00	0,00	0,00
5	1+040	45,54	13,28	0,95	0,00	0,00	0,00
6	1+200	49,34	9,49	1,90	0,00	0,00	0,00
7	1+450	40,08	13,36	3,82	0,00	0,00	0,00
8	1+600	43,64	20,87	9,49	0,00	0,00	0,00
SECCIÓN 2							
9	1+780	69,33	40,44	17,33	0,00	0,00	0,00
10	2+020	41,92	11,43	3,81	0,00	0,00	0,00
11	2+240	41,28	7,50	3,75	1,88	0,00	0,00
12	2+460	32,38	5,71	1,90	0,00	0,00	0,00
13	2+700	41,71	24,64	7,58	0,00	0,00	0,00
14	3+020	47,39	32,23	18,01	7,58	0,00	0,00
15	3+220	42,31	13,46	3,85	0,00	0,00	0,00
16	3+360	44,44	12,56	3,86	0,00	0,00	0,00
17	3+540	58,11	24,21	5,81	1,94	0,00	0,00

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

• CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD

Se realiza corrección por estacionalidad para un apropiado análisis de las deflexiones en la época más desfavorable del año.

Tabla 21. Facto de Corrección por Estacionalidad.

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

Fuente: Estudio CONREVIAl

Realizado por: Jhon Bautista

Para el presente trabajo experimental se tomó en cuenta el tipo de suelo subrasante arenosa permeable con una estación seca dando valores entre 1.1 y 1.3 de estos se obtuvo un promedio para obtener un factor de 1,2. A continuación, se procede a la multiplicación de este factor por cada una de las deflexiones.

Tabla 22. Deflexiones Corregidas por Estacionalidad.

Viga Benkelman							
Estación	Abscisa	Deflexiones Correg por Estacionalidad 10e-2mm					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
SECCIÓN 1							
1	0+080	52,37	31,88	20,49	11,39	0,00	0,00
2	0+300	54,34	22,64	15,85	9,06	0,00	0,00
3	0+550	31,52	6,75	1,13	0,00	0,00	0,00
4	0+820	33,96	2,26	1,13	0,00	0,00	0,00
5	1+040	54,65	15,94	1,14	0,00	0,00	0,00
6	1+200	59,20	11,39	2,28	0,00	0,00	0,00
7	1+450	48,09	16,03	4,58	0,00	0,00	0,00
8	1+600	52,37	25,05	11,39	0,00	0,00	0,00
SECCIÓN 2							
9	1+780	83,20	48,53	20,80	0,00	0,00	0,00
10	2+020	50,31	13,72	4,57	0,00	0,00	0,00
11	2+240	49,53	9,01	4,50	2,25	0,00	0,00
12	2+460	38,86	6,86	2,29	0,00	0,00	0,00
13	2+700	50,05	29,57	9,10	0,00	0,00	0,00
14	3+020	56,87	38,67	21,61	9,10	0,00	0,00
15	3+220	50,77	16,15	4,62	0,00	0,00	0,00
16	3+360	53,33	15,07	4,64	0,00	0,00	0,00
17	3+540	69,73	29,06	6,97	2,32	0,00	0,00

Fuente: Jhon Bautista

Realizado por: Jhon Bautista

Radio de Curvatura

El radio de curvatura de la línea elástica de Deflexión es una característica de fundamental importancia, que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas, y en consecuencia, en el desarrollo de fisuras en la capa de rodadura.

$$Rc = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

Rc = Radio de Curvatura

D_0 = Deflexión en el punto 0.00m

D_{25} = Deflexión en el punto 0.25m






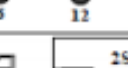
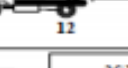
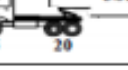



Tabla 23. Radio de Curvatura.

Viga Benkelman				
Estación	Abscisa	Deflexiones Correg 10e-2mm		Radio de Curvatura
		D0	D25	
SECCIÓN 1				
1	0+080	52,37	31,88	152,49
2	0+300	54,34	22,64	98,59
3	0+550	31,52	6,75	126,16
4	0+820	33,96	2,26	98,59
5	1+040	54,65	15,94	80,73
6	1+200	59,20	11,39	65,35
7	1+450	48,09	16,03	97,47
8	1+600	52,37	25,05	114,37
SECCIÓN 2				
9	1+780	83,20	48,53	90,15
10	2+020	50,31	13,72	85,41
11	2+240	49,53	9,01	77,11
12	2+460	38,86	6,86	97,66
13	2+700	50,05	29,57	152,63
14	3+020	56,87	38,67	171,68
15	3+220	50,77	16,15	90,28
16	3+360	53,33	15,07	81,68
17	3+540	69,73	29,06	76,82

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Además, se realiza un deflectograma el cual detalla las deflexiones características, admisibles y críticas las cuales son calculadas en base al factor de ejes equivalentes el cual se detalla a continuación.

Figura 12. Tipos de Vehículos y Número de Ejes.

TIPO	GRAFICO Y CAPACIDADES DE CARGA POR EJE (Ton.)	DESCRIPCION	PESOS MAXIMOS PERMITIDOS (Toneladas)		LONGITUDES MAXIMAS PERMITIDAS (METROS)		
			Peso Ecuador	Peso Pacto Andino	Largo	Ancho	Alto
2DA		CAMION DE 2 EJES MEDIANOS	10.0	-	7.5	2.6	3.5
2DB		CAMION DE 2 EJES GRANDES	18.0	17.0	12.0	2.6	4.1
3-A		CAMION DE 3 EJES (TANDEM POSTERIOR)	26.0	26.0	12.2	2.6	4.1
4-C		CAMION DE 4 EJES (TRIDEM POSTERIOR)	30.0	30.0	12.2	2.6	4.1
2S1		TRACTO CAMION DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	30.0	28.0	18.5	2.6	4.1
2S2		TRACTO CAMION DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	38.0	37.0	18.5	2.6	4.1
3S1		TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	38.0	37.0	18.5	2.6	4.1
3S2		TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	46.0	46.0	18.5	2.6	4.1
3S3		TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	48.0	48.0	18.5	2.6	4.1
2R2		CAMION REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	38.0	39.0	18.5	2.6	4.1
2R3		CAMION REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48.0	48.0	18.5	2.6	4.1

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.

Tabla 24. Factores de Daños Según el Tipo de Vehículo

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO								
TIPO	DESCRIPCIÓN	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TÁNDEM		FACTOR DE DAÑO
		Ton	(P/6.6)^4	Ton	(P/8.2)^4	Ton	(P/15)^4	
BUS		4	0.13	8	0.91	0	0.00	1.04
2DA	2 ejes liviano	3	0.04	0	0.00	0	0.00	1.31
		7	1.27	0	0.00	0	0.00	
2BD	2 ejes pesado	6	0.68	12	4.59	0	0.00	5.27
3-A	3 ejes	6	0.68	0	0.00	20	3.16	3.84

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

La vía tiene dos carriles por lo tanto se considera el 50% de tránsito para cada carril (Fd)

Tabla 25. Factores de Distribución Direccional

Número de carriles	Porcentaje de vehículos en el carril
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO 93

Realizado por: Jhon Bautista

Tabla 26. Porcentaje de W18 en un Carril de Diseño DI

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de W18 en un carril
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80

Fuente: AASHTO 93

Realizado por: Jhon Bautista

El número de ejes equivalentes se calcula en base a la siguiente formula:

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

Donde:

TPDA= Tráfico promedio diario anual

FD= Factor de daño

Fd= Factor direccional

DI= Porcentaje de W18 en el carril DI

Tabla 27. Porcentaje de W18 en un Carril de Diseño DI

	BUS	2 EJES LIVIANO	2 EJES PESADO	3 EJES
TPDA	28	100	48	28

Fuente: Jhon Bautista

Realizado por: Jhon Bautista

- Calculo de W18 en carril DI

$$W18 = \left(\left((28 * 1.04) + (100 * 1.31) + (48 * 5.27) + (28 * 3.84) \right) * 365 \right) * 0.5 * 1$$

$$W18 = 95010 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 28. Cálculo de Ejes Equivalentes

TRÁFICO FUTURO DE LA VÍA QUERO SALASACA											
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO			TRÁFICO FUTURO					TPDA FUTURO	W18 ACUMULADO	POR CARRIL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	2 EJES LIVIANO	2 EJES PESADOS	3 EJES			
2018	3.97	1.97	1.94	1342	28	100	48	28	1546	190019	95010
2019	3.97	1.97	1.95	1395	29	102	49	179	1754	405208	202604
2020	3.97	1.97	1.96	1451	29	104	50	183	1817	413191	206595
2021	3.57	1.78	1.74	1491	30	105	51	185	1862	418579	209290
2022	3.57	1.78	1.74	1544	30	107	51	189	1921	425867	212934
2023	3.57	1.78	1.74	1599	31	109	52	192	1983	433282	216641
2024	3.57	1.78	1.74	1656	31	111	53	195	2047	440825	220413
2025	3.57	1.78	1.74	1715	32	113	54	199	2113	448501	224250
2026	3.25	1.62	1.58	1733	32	113	54	200	2132	450600	225300
2027	3.25	1.62	1.58	1790	32	115	55	203	2195	457724	228862
2028	3.25	1.62	1.58	1848	33	117	56	206	2260	464961	232481
2029	3.25	1.62	1.58	1908	33	119	57	209	2326	472313	236156
2030	3.25	1.62	1.58	1970	34	121	58	212	2395	479780	239890
2031	3.25	1.62	1.58	2034	35	123	59	216	2466	487366	243683
2032	3.25	1.62	1.58	2100	35	125	60	219	2539	495072	247536
2033	3.25	1.62	1.58	2168	36	127	61	223	2614	502899	251449
2034	3.25	1.62	1.58	2239	36	129	62	226	2691	510850	255425
2035	3.25	1.62	1.58	2311	37	131	63	230	2771	518927	259464
2036	3.25	1.62	1.58	2387	37	133	64	233	2854	527132	263566
2037	3.25	1.62	1.58	2464	38	135	65	237	2939	535466	267733
2038	3.25	1.62	1.58	2544	39	137	66	241	3026	543932	271966

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Deflexión Admisible

$$D \text{ admisible} = \left(\frac{1.15}{W18}\right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D \text{ admisible} = \left(\frac{1.15}{0.271966}\right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D \text{ admisible} = 143.40 \text{ x } 10\text{-}2\text{mm}$$

Deflexión Crítica

$$D \text{ crítica} = \left(\frac{1.90}{W18}\right)^{\frac{1}{5.2}} * 100$$

$$D \text{ crítica} = \left(\frac{1.90}{0.271966}\right)^{\frac{1}{5.2}} * 100$$

$$D \text{ crítica} = 144.31 \text{ x } 10\text{-}2\text{mm}$$

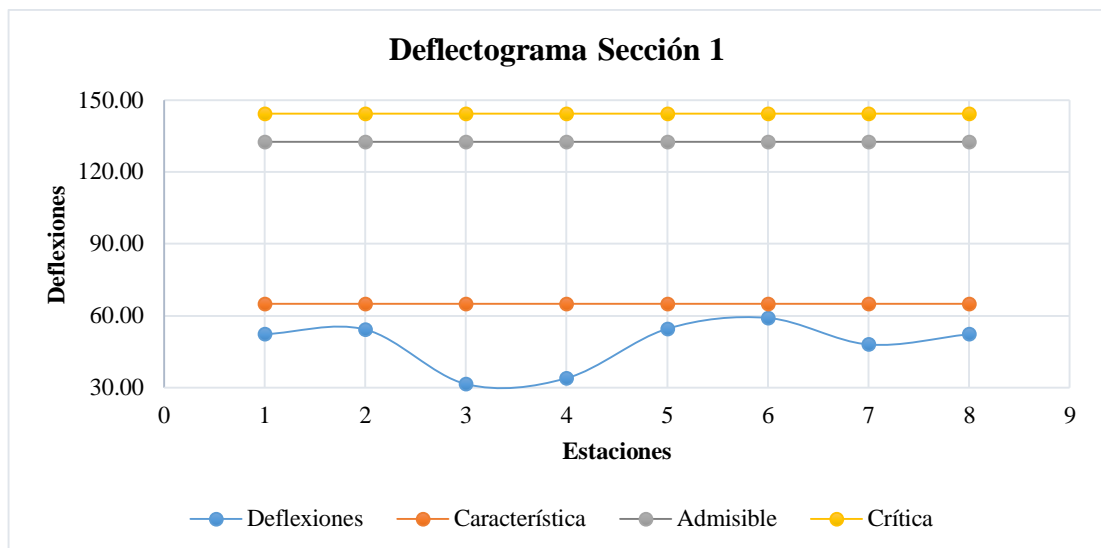
Se detalla a continuación la realización del deflectograma de la sección 1 y sección 2.

Tabla 29. Cálculo de Deflexiones Sección 1.

Sección 1				
Estación	Do 10-2mm	Deflexión Característica 10-2mm	Deflexión Admisible 10-2mm	Deflexión Crítica 10-2mm
1	52.37	64.95	143.60	144.31
2	54.34	64.95	143.60	144.31
3	31.52	64.95	143.60	144.31
4	33.96	64.95	143.60	144.31
5	54.65	64.95	143.60	144.31
6	59.20	64.95	143.60	144.31
7	48.09	64.95	143.60	144.31
8	52.37	64.95	143.60	144.31

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Figura 13. Deflectograma Sección 1.



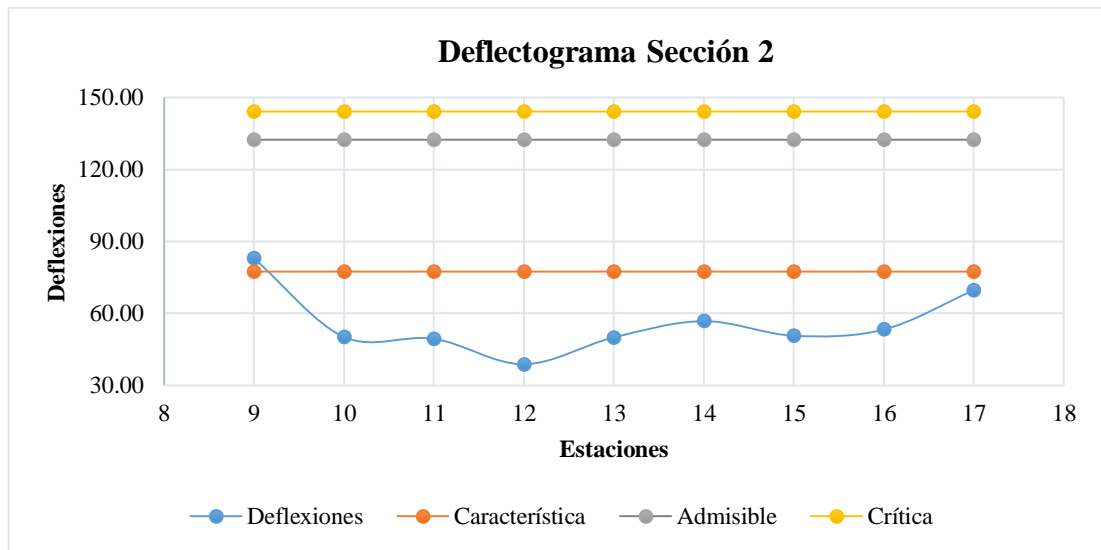
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Tabla 30. Cálculo de Deflexiones Sección 2.

Sección 2				
Estación	Do 10-2mm	Deflexión Característica 10-2mm	Deflexión Admisible 10-2mm	Deflexión Crítica 10-2mm
9	83.20	77.35	143.60	144.31
10	50.31	77.35	143.60	144.31
11	49.53	77.35	143.60	144.31
12	38.86	77.35	143.60	144.31
13	50.05	77.35	143.60	144.31
14	56.87	77.35	143.60	144.31
15	50.77	77.35	143.60	144.31
16	53.33	77.35	143.60	144.31
17	69.73	77.35	143.60	144.31

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

Figura 14. Deflectograma Sección 2.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

4.2.5. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DEL SUELO

Un estudio de suelo es fundamental para realizar el diseño y la construcción de una vía, puesto que se determina la clase y las posibles fallencias como hundimientos de una vía que presenta el suelo ante la aplicación de cargas estáticas y móviles. La capacidad de carga y resistencia del suelo son parámetros esenciales que se necesitan en la construcción de una vía, se debe tomar en cuenta el uso adecuado de datos puesto que estos determinaran la calidad y las características de la vía. [25]

Se realizó perforaciones o calicatas para realizar ensayos de Compactación Proctor CBR, Penetración para CBR, Granulometría y Límites Atterberg por excavación manual a cielo abierto para la obtención de muestras de suelo de cada estrato existente en la estructura de la vía. Las extracciones de estas muestras de suelo se ubican en las siguientes abscisas: km 0+320, km 1+436, km 2+308, km 3+228 respectivamente, se identificó una capa de material granular y la subrasante (suelo natural). Se extrajo 1 muestra por estrato de 50 kilos de material, proporcionando dos muestras por calicata dando un total de 8 muestras en el tramo de la vía Quero - Salasaca.

Todas las muestras recolectadas fueron secadas a temperatura ambiente y trasladadas a la Universidad Técnica de Ambato para ser tratados en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y realizar los ensayos ya especificados, estos resultados se presentan el ANEXO E ESTUDIO DE SUELOS.

a. CUADRO DE RESUMEN DEL ENSAYO DE LÍMITES ATTERBERG

Los límites de Atterberg son ensayos realizados en laboratorios para obtener el rango de humedad en el cual el suelo se mantiene en estado plástico. Para encontrar estos límites se trabaja con la muestra de suelo retenida en el tamiz #200 más el suelo que se encuentra en la fuente.

- **Límite Líquido (LL)**

Este ensayo inicia preparando la mezcla en una cápsula de porcelana en la cual se coloca la muestra de suelo y agua, hasta obtener una pasta la cual se colocará con ayuda de la espátula en la Máquina de Casagrande (norma ASTM N° D 4318-95a). El acanalador divide la muestra de suelo en dos partes las cuales se unirán a medida que aumente en número de golpes. El agua se colocará dependiendo el rango de golpes en el que se encuentre, ya que este proceso se realiza para intervalos de 0 -10 golpes, 10-20 golpes, 20-30 golpes y de 30-40 golpes.

- **Límite Plástico (LP)**

Límite el cual el suelo se fractura al ser moldeado, para este ensayo la muestra se coloca sobre un vidrio en el cual será amasado hasta obtener un bastoncito con una dimensión de 3mm de diámetro y de 0.5 a 1mm de longitud para posteriormente introducirlo al horno y obtener los contenidos de humedad.

Tabla 31. Valores de Ensayo Límites de Atterberg.

LÍMITES ATTERBERG								
PROPIEDADES	Material Granular				Subrasante			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
LL %	24,50	23,50	23,40	21,80	23,40	23,60	23,30	22,00
LP %	23,16	22,45	21,98	20,63	21,52	17,33	20,95	20,67
IP%	0,013	0,011	0,014	0,012	0,019	0,063	0,024	0,013

Fuente: Jhon Bautista

Realizado por: Jhon Bautista

b. CUADRO DE RESUMEN DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

Determina el tipo de suelo que se utilizó durante la construcción de la vía, este ensayo se realiza en base a una serie de tamices ordenados en forma descendente de mayor a menor para obtener los porcentajes retenidos en cada uno de estos. El tipo de suelo de la vía Quero – Salasaca estará basada en la clasificación de suelos método AASHTO M145, (Tabla 32. Clasificación de Suelos Método AASHTO M145).

Tabla 32. Clasificación de Suelos Método AASHTO M145.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. Das, 1998

Para determinar el tipo de suelo que existe en la estructura de la vía Quero – Salasaca se especifica en la Tabla 32. (Clasificación de Suelos Método AASHTO M145), la cual se basa en los porcentajes que atraviesan cada uno de los tamices.

Tabla 33. Valores de Ensayo Granulometría.

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA								
PROPIEDADES	Material Granular				Subrasante			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
	GP	GP	GP	GP	MH	MH	MH	MH
Clasificación	CANTOS, GRAVA Y ARENA	CANTOS, GRAVA Y ARENA	CANTOS, GRAVA Y ARENA	CANTOS, GRAVA Y ARENA	SUELO LIMOSO	SUELO LIMOSO	SUELO LIMOSO	SUELO LIMOSO

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

El material que se encuentra en la estructura de la vía Quero – Salasaca consta de cantos, grava y arena por la cual tiene una calificación de excelente a bueno según el método AASHTO M145 y el material de sub-rasante es un suelo limoso que se califica en un estado regular según el método AASHTO M145.

c. CUADRO DE RESUMEN DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

Este ensayo es muy importante ya que permite determinar la densidad seca máxima en relación contenido de humedad, para que una muestra pueda cumplir con el grado de compactación deseado. El presente trabajo experimental se basó en la norma AASHTO T-180 proctor modificado tipo B, el cual consta de 56 golpes en 5 capas compactado con un martillo de 10lb a una altura de caída de 18". VER ANEXO E ESTUDIO DE SUELOS.

Tabla 34. Valores de Ensayo Proctor.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO PROCTOR								
Propiedades	Cantos, Grava y Arena				Subrasante			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Densidad Seca γ_d	1,893	1,877	2,088	8,058	1,726	1,685	1,642	1,723
Humedad Óptima w%	8,5	8,4	7,9	8	11,9	11,4	8,5	12

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

d. CUADRO DE RESUMEN DEL ENSAYO CBR

El ensayo de CBR determina la capacidad portante del suelo como subrasante, sub base y base de una vía, este ensayo consiste en compactar la muestra de suelo con un martillo de 10lb y una altura de caída de 18" en tres moldes normalizados, todos estos con el contenido de humedad ya encontrado en el ensayo proctor modificado tipo B. El primer molde es compactado con 5 capas de 56 golpes, el segundo molde con 5 capas de 27 golpes y el tercero con 5 capas de 11 golpes según la norma AASHTO T-180, para posteriormente trasladar las muestras a la máquina manual para ensayos CBR (norma: INV E 198, ASTM D 1883) para ser ensayadas y obtener la carga que soporta cada una de las muestras ya compactada.

Tabla 35. Valores de Ensayo CBR.

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN CBR								
Propiedades	Cantos, Grava y Arena				Subrasante			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
CBR%	25	24	25	23	7.5	8.6	8.8	9.1

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

El valor de CBR promedio del material determinado en granulometría como cantos, grava y arena en la vía Quero – Salasaca es de 24.25%, el cual no se encuentra dentro de ninguna categoría mencionada en la tabla 36, por lo cual se ubica en categoría más crítica que es la sub base clase C. El material de subrasante tiene un valor de CBR promedio de 8.5% el cual está dentro del rango especificado para ser un material regular,[26] como se especifica en la Tabla 36. (Clasificación General de CBR)

Tabla 36. Clasificación General de CBR .

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Fuente: Ing. Luis Chang Chang California Bearing Ratio (CBR) 2016
Realizado por: Jhon Bautista

4.2.6. MODELO DE CONSERVACIÓN

El modelo de conservación para la vía Quero – Salasaca, se basará en dos análisis los cuales serán el método del PCI y la viga Benkelman.

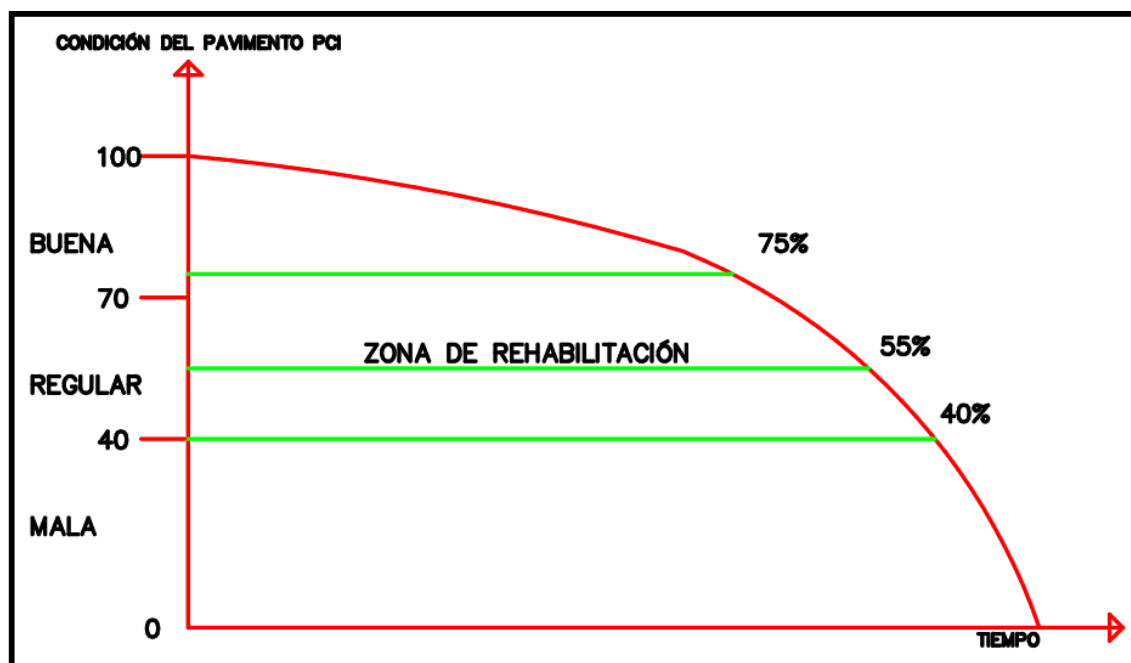
- **Método del PCI**

Sección 1 = 98.64%

Valores promedio de PCI (Tabla 20. Resumen de Resultados de Datos de PCI en la Vía Quero – Salasaca)

Sección 2 = 89.64%

Figura 15. Curva de deterioro del pavimento-zona óptima de rehabilitación.



Fuente: Ing. Augusto Jugo B. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
Realizado por: Jhon Bautista

Tabla 37. Características del PCI.

Punto	PCI	Característica
A	75 ± 4	El pavimento empieza a necesitar mantenimiento menor.
B	55 ± 7	Se inicia incremento del índice de deterioro. Zona óptima de rehabilitación.
C	40 ± 6	Inicio de zona de falla, se requieren acciones de mantenimiento mayor.

Fuente: Ing. Augusto Jugo B. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
Realizado por: Jhon Bautista

Punto A: El pavimento empieza a presentar síntomas menores los cuales requieren de labores de mantenimiento rutinario el cual consta de sellado de grietas, reparación de huecos menores y bacheos menores. Estas acciones son importantes ya que controlan el deterioro progresivo de los daños.

Punto B: El deterioro de estos daños empiezan a crecer rápidamente y requieren de acciones mayores, denominando a esta unidad de muestreo como una zona óptima de rehabilitación, en la que pequeñas intervenciones producen grandes beneficios. La estructura de la vía y su calidad de rodaje no se han deteriorado severamente, la vía aún conserva parte de su resistencia original.

Punto C: El estado del pavimento se encuentra en un estado crítico, tanto desde el punto de vista funcional como estructural. Cuando una vía llega a este punto requiere de trabajos de mantenimiento mayor o la reconstrucción.[27]

El valor de PCI de la sección 1 es de 98.64% y la sección 2 es de 89.64%, por lo tanto, la vía Quero – Salasaca según el método de análisis PCI no requiere ningún tipo de mantenimiento ya que los valores obtenidos son superiores a los especificados en la Tabla 37. (Características del PCI), de tal forma que se realizará un segundo análisis en base a la viga Benkelman para determinar un modelo de conservación para la vía Quero – Salasaca.

- **Evaluación del Pavimento con la Viga Benkelman**

Las deflexiones y radios de curvatura para la vía Quero – Salasaca se clasificarán en la siguiente tabla:

Tabla 38. Características del Pavimento de acuerdo al tipo de Deflexión y Radio de Curvatura.

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

Fuente: Estudio CORNEVIAL
Realizado por: Jhon Bautista

Tipo I: Estos modelos de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura mediana y una deflexión pequeña. Esto debido a que presentan un pavimento con sus capas en regular estado de deterioro, además de una subrasante que posee materiales que cumplen con la calidad solicitada.

Tipo II: Estos modelos de deformación poseen un mal comportamiento estructural de subrasante y un buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura mediana y una deflexión grande. Esto debido a que presentan un pavimento con sus capas en regular estado de deterioro, pero una subrasante que posee materiales que no cumplen con la calidad solicitada.

Tipo III: Estos modelos de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura pequeño y una deflexión pequeña. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o un alto grado de deterioro de dichas capas, las cuales ya no cumplen con los estándares de calidad solicitados (en granulometría, compactación, CBR, etc.). [28]

Tipo IV: Estos modelos de deformación poseen un mal comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura pequeño y una deflexión grande. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o un alto grado de deterioro de dichas capas, además de una subrasante que posee materiales inadecuados con un bajo CBR, así como deficiencia en el grado de compactación y/o mal drenaje.[28]

En base a este criterio se clasifica el estado de la vía Quero – Salasaca determinado el estado en el cual se encuentra la subrasante y la estructura del pavimento.

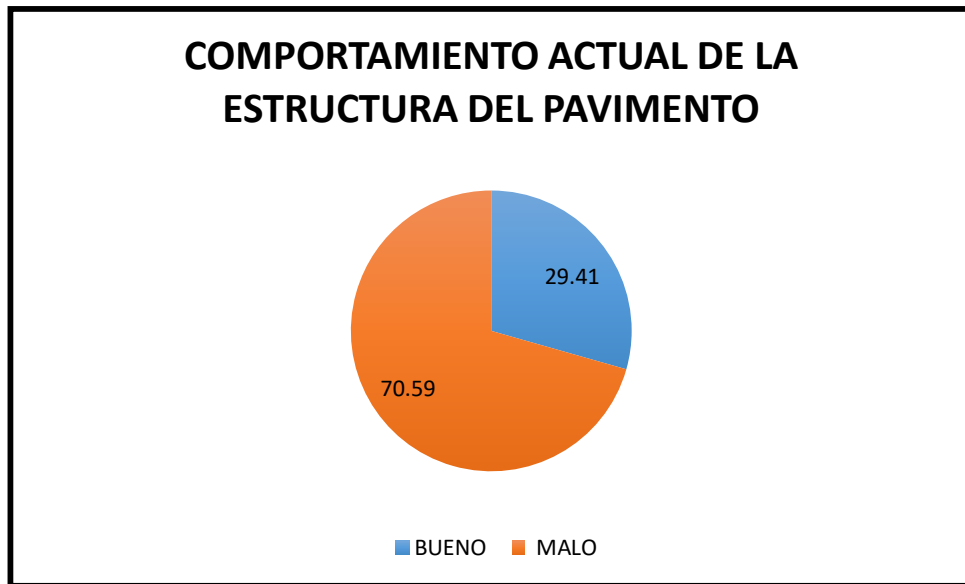
Tabla 39. Resumen de Evaluación de las Deflexiones y Radio de Curvatura de la Vía Quer - Salasaca.

Viga Benkelman							
Estación	Abscisa	Deflexiones 10e-2mm	Radio de Curvatura(m)	Valor Admisible	Radio de Cur. Mínimo	Tipo de Pavimento	Tipo de Subrasante
SECCIÓN 1							
1	0+080	52.37	152.49	130.21	100.00	Bueno	Bueno
2	0+300	54.34	98.59	130.21	100.00	Malo	Bueno
3	0+550	31.52	126.16	130.21	100.00	Bueno	Bueno
4	0+820	33.96	98.59	130.21	100.00	Malo	Bueno
5	1+040	54.65	80.73	130.21	100.00	Malo	Bueno
6	1+200	59.20	65.35	130.21	100.00	Malo	Bueno
7	1+450	48.09	97.47	130.21	100.00	Malo	Bueno
8	1+600	52.37	114.37	130.21	100.00	Bueno	Bueno
SECCIÓN 2							
9	1+780	83.20	90.15	130.21	100.00	Malo	Bueno
10	2+020	50.31	85.41	130.21	100.00	Malo	Bueno
11	2+240	49.53	77.11	130.21	100.00	Malo	Bueno
12	2+460	38.86	97.66	130.21	100.00	Malo	Bueno
13	2+700	50.05	152.63	130.21	100.00	Bueno	Bueno
14	3+020	56.87	171.68	130.21	100.00	Bueno	Bueno
15	3+220	50.77	90.28	130.21	100.00	Malo	Bueno
16	3+360	53.33	81.68	130.21	100.00	Malo	Bueno
17	3+540	69.73	76.82	130.21	100.00	Malo	Bueno

Fuente: Estudio CORNEVIAL
Realizado por: Jhon Bautista

El análisis realizado indica que la vía Quero – Salasaca mantiene un buen comportamiento estructural de la subrasante en todas las secciones analizadas y un mal comportamiento estructural del pavimento en algunas secciones presentando deterioros o insuficientes espesores para soportar la carga vehicular que circula por la misma. A continuación, se detalla el comportamiento actual de la estructura del pavimento.

Figura 16. Comportamiento Actual de la Estructura del Pavimento.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

De acuerdo al análisis realizado el 70% de muestras de vía que se encuentra en mal estado tiene una deflexión tipo III, la cual será corregida con una sobrecarpeta (recapeo), proporcionando mayor espesor a la capa de rodadura para reducir las deflexiones existentes y mejorar la capacidad funcional de la vía. [19] Además, se plantea dar un mantenimiento rutinario que garantice la vida útil de la vía Quero – Salasaca y no pierda las características con las que fue diseñada.

- **MANTENIMIENTO RUTINARIO**

Se realiza con carácter preventivo, de modo permanente y tiene por finalidad preservar los elementos de la carretera, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o rehabilitación.[29]

Son pequeñas actividades de reparación que se localizan en la superficie de rodadura, bermas y nivelación de la misma, consta también del mantenimiento regular de los sistemas de drenaje (cunetas, alcantarillas, etc.), y otros elementos que conforman una vía, estas actividades mencionadas se pueden ejecutar fácilmente con mano de obra. Garantizando así una vía más segura, confiable y transitable durante todo el año. [30]

Las actividades a realizarse en un pavimento flexible durante el mantenimiento rutinario son:

Tabla 40. Actividades de Mantenimiento Rutinario.

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. MANTENIMIENTO
Limpieza General	km	1vez/año	171.67
Limpieza de Alcantarillas y Sifones	Unidad	2veces/año	137.51
Limpieza de Cunetas Revestidas, Soleras, Descargas de Subdrenes y Bajadas de Agua	Km	1vez/año	2454.95
Sellado de Juntas Grietas en Cunetas, Fosos y Contrafosos	m2	1vez/año	6.44
Pintado de Pavimento	Km	1vez/año	709.42
Refuerzo asfáltico	m2	1vez/año	26.36
Bacheo Superficial	m2	1vez/año	67.96
Bacheo Profundo	m2	1vez/año	131.34
Reemplazo de Señales Verticales, Laterales y Pintura de Barandas	Km	1vez/año	1912.18
Limpieza de Señales	Km	2vez/año	50.14

Fuente: Nevi-12, "Ministerio De Transporte Y Obras Conservacion Vial", 2013

Realizado por: Jhon Bautista

En la vía Quero – Salasaca se aplicará de un mantenimiento rutinario en el cual se realizarán las actividades mencionadas en la tabla 37 (Actividades de Mantenimiento Rutinario), estas actividades se ejecutarán durante todo el año dependiendo la época y las condiciones climáticas.

Estas actividades de mantenimiento rutinario tienen un costo de 472.33\$ mensuales obtenido un total de 5667.97\$ anuales, siendo este un valor cómodo para en mantenimiento de la vía y esta se mantenga en buen estado durante el período para el que fue diseñada. También el mantenimiento rutinario ayuda a que los daños existentes no se sigan propagando sobre la capa de rodadura, generando daños mayores y costos adicionales.

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Con la información recolectada, tabulada y analizada en base al método del PCI y la viga Benkelman se pudo determinar que las actividades que se mencionan en el modelo de conservación mejorarán las características de la estructura de la capa de rodadura de la vía Quero – Salasaca.

Un mantenimiento rutinario reduce también las alteraciones de tráfico en relación a una vía que no cuente con un plan de mantenimiento y se encuentre en pésimas condiciones.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- a. Se determinó un **TPDA** de **1546** vehículos/día, ubicando a la vía Quero – Salasaca como una colectoras de clase III, la cual tiene una pendiente máxima del 10% en base a la clasificación funcional de las vías presentada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), y se pudo observar que en varios tramos de la vía Quero – Salasaca existen pendientes mayores.
- b. Se identificó que 86.82% de vehículos que circulan por la vía Quero – Salasaca son livianos, el 1.79% son buses y el 11.39% son pesados, ubicando a esta vía como una colectoras de clase III la cual está destinada a recibir el tráfico de los caminos vecinales.
- c. El modelo de conservación en base al método del PCI determina que la vía Quero – Salasaca tiene un valor de 98.64% en la sección 1 y de 89.64% en la sección 2, siendo estos valores son superiores a 75.00 ± 4 que es el valor mínimo, como se especifica en la Tabla 37 (Características del PCI), de tal forma que según el análisis realizado vía no requiere de ningún tipo de mantenimiento.
- d. Se ha determinado en base al análisis realizado con la viga Benkelman que la vía Quero – Salasaca tiene una deflexión tipo III la cual posee un comportamiento adecuado en cuanto a la estructura de la sub-rasante y un mal comportamiento estructural de la capa de rodadura, la cual será corregida con una sobrecarpeta (recapeo), proporcionando mayor espesor a la capa de rodadura para reducir las deflexiones existentes y mejorar la capacidad funcional de la vía. [19]
- e. Se determinó un valor de **CBR** promedio de 24.25%, el cual el cual no se encuentra dentro de ninguna categoría mencionada en la tabla 36, por lo cual se ubica en categoría más crítica que es la sub base clase C y el material de subrasante tiene un valor de **CBR** promedio de 8.5% el cual está dentro del rango especificado para ser un material regular.

5.2. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda realizar una limpieza de las alcantarillas, cunetas y obras de arte de la vía para que no exista un estancamiento o acumulación de material por arrastre y la vía mantenga sus niveles de serviciabilidad para que cumpla con el período de diseño para el que esta fue construida.

- b. Se recomienda realizar una limpieza y calibración de los equipos que se utilizaran en campo para el levantamiento de información ya que todos estos instrumentos calibrados presentaran buenos resultados, casi cercanos a la realidad y ayudan a tomar decisiones al momento de determinar un plan de mantenimiento.

- c. Para el levantamiento de datos de la vía se recomienda realizar un reconocimiento previo y análisis de los puntos críticos los cuales serán de suma importancia para la recolección de información y el análisis del estado actual en el que se encuentra la vía Quero – Salasaca.

C.- MATERIALES DE REFERENCIA

5.1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. A. Rodríguez, “Modelo De Gestión De Conservación Vial Para Reducir Los Costos De Mantenimiento Vial Y Operación Vehicular En Los Caminos Rurales De Las Poblaciones De Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas De La Provincia De Chimborazo.,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, Ecuador, 2011.
- [2] A. Martínez, *ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS*. Bogotá, Colombia, 2015.
- [3] Dirección General de Servicios Técnicos, *GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO*, 03240 Méxi. México, 2014.
- [4] G. Corros, Urbáez, & Corredor, *Manual de Evaluación de Pavimentos*, vol. 3. Venezuela, 2009.
- [5] A. Vergara, “EVALUACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI TRAMO QUICHUAY -INGENIO DEL KM 0+000 AL KM 1+000,” UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, Huancayo, Peru, 2015.
- [6] C. E. Martinez Eraso, “PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS EN EL ESTADO LARA - VENEZUELA,” UNIVERSIDAD DE GRANADA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL ÁREA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA, LARA, VENEZUELA, 2006.
- [7] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*, Stella Val. Bogotá, D.C., 2002.

- [8] J. Marquínez, *Modelos digitales del terreno*, Principado. Oviedo, 1994.
- [9] Ministerio de Obras Públicas, *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito, Ecuador, 2003.
- [10] R. del Peru, *Manual de carreteras conservación vial*. Lima, Perú, 2013.
- [11] P. Ayala, “EVALUACION NO DESTRUCTIVA DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL GEORADAR (ESPEORES DE ESTRUCTURA) CON APLICACIÓN EN LAS VIAS URBANAS DE QUITO,” UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito, Ecuador, 2013.
- [12] G. E. B. SOLANO, “GUÍA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UNA VIA EN PAVIMENTO FLEXIBLE,” UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, BOGOTÁ D.C., 2014.
- [13] J. Ferreyra-pereyra, “ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIÓDICO EN UNA CARRETERA DEL PERÚ Julio Ferreyra-Pereyra,” UNIVERSIDAD DE PIURA, Lima, Perú, 2012.
- [14] L. Vásquez, *Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*. Manizales, 2002.
- [15] M. Cazorla, “METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y PROPUESTA.,” Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría CUJAE M, CUJAE, 2012.
- [16] E. D. Rodriguez Velasquez, “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla,” Universidad de Piura, Piura, Perú, 2009.
- [17] P. Cayambe and J. Santillán, “EVALUACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL METODO PAVER Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO VIAL INTEGRAL DE LA CARRETERA COLTA-ALAUSSI DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO,” UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, Riobamba, Ecuador, 2015.

- [18] R. Ernesto, “Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca.,” Universidad César Vallejo, Barranca, 2018.
- [19] J. Balarezo-zapata, “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL USANDO VIGA BENKELMAN APLICADA A UN PAVIMENTO,” Universidad de Piura, Piura, Perú, 2017.
- [20] N. Canal, “Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes,” vol. 9, pp. 121–132, 2006.
- [21] INEC, “Cantón QUERO,” vol. 1, pp. 3–7, 2010.
- [22] A. A. Masaquiza, *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Parroquia Salasaka*, Equipo Téc. SALASAKA, 2015.
- [23] Nevi-12, “Ministerio De Transporte Y Obras Conservacion Vial,” vol. 2 Libro A, p. 508, 2013.
- [24] AASHTO, “MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO DISPOSITIVO DE CARGA ESTÁTICA NO CONTINUA, VIGA BENKELMAN,” 1954, pp. 1–8.
- [25] J. TOSCANO, “Diseño de la vía provincial en el tramo la Pillareña – El Carmen del Cantón Pastaza en la Provincia Pastaza, con el mejoramiento de la subrasante con metodología del sector,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2016.
- [26] L. Chang Chang, “California Bearing Ratio,” *Soil Prop. their Correl.*, 2016.
- [27] A. Jugo, *MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES*, Básicas. Caracas, 2005.
- [28] R. CARAHUATAY CHÁVEZ, “DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA SAN MIGUEL - PABLO, TRAMO SAN MIGUEL - SUNUDEN; MEDIANTE EL ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO.,”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJA MARCA NACIONAL
FACULTAD, Cajamarca, Perú, 2015.

- [29] Ministerio Transportes y Comunicaciones, ““ Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cusco - Quillabamba, TramoI: Alfamayo – Chauyllay - Quillabamba”,” p. 52, 2015.
- [30] J. Menéndez, *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas - Manual Técnico*. Lima, 2003.

5.1. ANEXOS

ANEXO A

LEVANTAMIENTO

GEORREFERENCIADO

COORDENADAS LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO

A- I. Coordenadas Levantamiento Georreferenciado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
COORDENADAS LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO			
Punto	Este	Norte	Cota
1	766218.000	9847981.000	2931.000
2	766223.121	9847968.899	2931.506
3	766226.479	9847975.479	2930.918
4	766223.289	9847981.857	2930.760
5	766210.742	9847964.359	2931.144
6	766204.157	9847965.213	2931.620
7	766202.242	9847972.570	2930.967
8	766202.804	9847980.537	2929.535
9	766217.347	9847964.723	2931.404
10	766196.614	9847984.959	2928.840
11	766211.263	9847988.766	2930.463
12	766195.673	9847984.599	2928.528
13	766198.067	9847995.106	2929.247
14	766190.860	9847987.124	2928.063
15	766190.771	9847986.329	2928.194
16	766184.167	9847996.134	2928.145
17	766167.468	9847990.986	2926.331
18	766173.118	9847977.633	2926.973
19	766181.232	9847986.839	2926.967
20	766181.403	9847985.958	2927.029
21	766132.741	9847969.932	2922.471
22	766152.907	9847972.524	2923.905
23	766153.461	9847971.674	2923.960
24	766103.524	9847953.718	2918.943
25	766130.627	9847958.557	2921.680
26	766131.361	9847957.861	2921.713
27	766095.682	9847940.314	2917.967
28	766096.150	9847939.388	2917.980
29	766076.096	9847936.434	2915.988
30	766040.721	9847937.815	2912.044
31	766040.511	9847936.900	2912.112
32	766019.783	9847942.936	2909.718
33	766019.542	9847941.914	2909.715
34	766099.287	9847952.074	2918.429
35	766080.776	9847946.203	2916.186
36	766057.993	9847945.006	2913.701
37	765979.712	9847948.330	2905.371
38	765979.567	9847947.518	2905.429
39	765999.317	9847955.966	2907.574
40	765963.214	9847961.508	2904.285
41	765933.350	9847960.557	2901.458
42	765911.842	9847955.585	2899.253
43	765863.689	9847941.087	2894.686
44	765842.115	9847936.956	2892.543
45	765965.437	9847948.971	2903.826
46	765962.222	9847947.998	2903.571
47	765924.898	9847945.229	2899.592
48	765925.225	9847944.393	2899.703
49	765839.388	9847924.858	2892.711
50	765839.298	9847924.050	2892.800
51	765839.261	9847924.020	2892.800
52	765819.673	9847928.678	2891.794

Punto	Este	Norte	Cota
53	765809.828	9847953.007	2891.173
54	765829.155	9847938.984	2891.629
55	765800.251	9847952.464	2891.553
56	765798.598	9847964.231	2891.542
57	765808.011	9847966.013	2891.095
58	765798.575	9847982.273	2891.553
59	765808.313	9847982.969	2891.235
60	765801.473	9847991.689	2891.667
61	765800.615	9847991.917	2891.728
62	765806.698	9847998.545	2891.907
64	765806.169	9847999.090	2892.016
65	765810.171	9847985.506	2891.330
66	765821.047	9847995.088	2892.068
67	765816.866	9848006.404	2891.907
68	765816.430	9848007.147	2891.992
69	765816.993	9848006.499	2892.509
70	765816.581	9848007.245	2892.595
71	765824.733	9847997.637	2892.416
72	765826.392	9848012.148	2893.286
73	765825.945	9848012.893	2893.344
74	765857.321	9848031.098	2896.378
75	765857.006	9848031.855	2896.421
76	765860.705	9848020.057	2896.776
77	765860.916	9848020.327	2896.223
78	765876.745	9848042.642	2898.200
79	765876.773	9848043.682	2898.279
80	765924.425	9848071.407	2902.486
81	765923.982	9848072.127	2902.558
82	765942.171	9848085.843	2904.114
83	765942.170	9848085.854	2904.119
84	765900.262	9848043.509	2900.028
85	765946.017	9848074.486	2904.499
86	765965.159	9848104.526	2907.004
87	765970.362	9848158.067	2910.308
88	765967.923	9848183.541	2911.777
89	765958.474	9848179.925	2911.359
90	765961.014	9848155.275	2909.775
91	765960.377	9848151.494	2909.553
92	765958.412	9848121.381	2907.359
93	765959.256	9848121.452	2907.361
94	765941.351	9848246.984	2915.500
96	765953.805	9848204.779	2912.992
98	765958.138	9848227.830	2914.285
100	765928.911	9848259.955	2915.720
101	765922.325	9848271.193	2915.625
103	765962.311	9848306.492	2912.367
105	765980.856	9848333.268	2910.966
106	765974.155	9848339.586	2910.808
107	765947.308	9848300.749	2913.464
108	765990.501	9848364.779	2909.086
109	765987.183	9848342.694	2910.447
110	766006.656	9848374.707	2908.534
111	766028.989	9848421.678	2905.740
112	766014.523	9848410.239	2906.313
113	766053.603	9848484.853	2902.589
114	766033.650	9848455.757	2903.938
115	766066.530	9848525.299	2901.028
116	766051.650	9848507.217	2901.672
117	766078.933	9848566.571	2899.588

Punto	Este	Norte	Cota
118	766088.005	9848596.406	2898.473
119	766071.904	9848573.765	2899.401
120	766100.193	9848635.965	2897.409
121	766091.197	9848637.293	2897.502
122	766110.371	9848667.922	2896.790
123	766104.045	9848678.638	2896.576
124	766121.424	9848702.804	2896.042
125	766126.962	9848719.727	2895.557
126	766126.958	9848719.713	2895.559
127	766117.757	9848722.902	2895.603
128	766132.287	9848736.628	2895.227
129	766127.754	9848752.955	2894.700
130	766140.039	9848759.316	2894.508
131	766157.705	9848827.470	2892.011
132	766167.091	9848827.675	2891.716
133	766170.768	9848856.698	2890.506
134	766182.428	9848860.966	2890.056
135	766186.822	9848890.735	2889.127
136	766200.136	9848895.952	2888.683
137	766217.536	9848927.007	2887.423
138	766211.706	9848935.573	2887.012
139	766231.450	9848953.347	2886.485
140	766230.441	9848975.624	2885.780
141	766243.328	9848981.314	2885.782
142	766247.668	9849011.157	2885.441
143	766251.980	9849008.878	2884.521
144	766249.720	9848993.211	2885.496
145	766262.795	9849012.831	2883.022
146	766260.027	9849018.323	2882.749
147	766290.869	9849053.729	2878.265
148	766286.802	9849058.322	2878.181
149	766333.371	9849112.421	2874.196
150	766353.414	9849140.740	2872.253
151	766322.701	9849107.355	2874.814
152	766344.843	9849138.128	2872.636
153	766353.713	9849151.863	2871.750
154	766361.596	9849154.368	2871.233
155	766371.411	9849173.727	2869.966
156	766378.314	9849188.748	2869.064
157	766378.309	9849188.737	2869.105
158	766380.201	9849187.761	2868.978
159	765946.936	9848278.067	2915.020
160	766390.962	9849224.129	2867.463
161	766389.140	9849219.126	2867.726
162	766388.553	9849229.164	2867.511
163	766391.197	9849235.573	2867.113
164	766398.357	9849236.303	2866.546
165	766404.438	9849242.128	2865.953
166	766362.760	9849168.707	2870.427
167	766409.236	9849238.677	2866.106
168	766376.549	9849198.073	2868.748
169	766385.566	9849202.440	2868.376
170	766414.653	9849259.891	2864.793
171	766442.292	9849312.322	2862.275
172	766441.143	9849313.338	2862.253
173	766397.005	9849220.808	2867.367
174	766457.254	9849308.878	2861.296
175	766409.654	9849239.375	2866.067
176	766453.732	9849312.844	2861.691

Punto	Este	Norte	Cota
177	766455.248	9849320.032	2861.634
178	766436.439	9849289.185	2862.960
179	766469.954	9849345.018	2860.596
180	766443.162	9849300.218	2862.107
181	766463.980	9849348.435	2860.642
182	766447.165	9849302.424	2861.703
183	766453.932	9849302.798	2861.191
184	766494.091	9849383.991	2858.073
185	766488.583	9849388.271	2858.013
186	766505.143	9849400.708	2857.169
187	766501.915	9849408.438	2857.090
188	766522.393	9849423.951	2856.258
189	766546.563	9849454.258	2854.771
190	766528.004	9849442.374	2855.458
191	766560.573	9849472.129	2853.836
192	766555.608	9849477.106	2853.733
193	766578.083	9849498.139	2852.896
194	766589.272	9849519.779	2852.197
195	766575.756	9849507.391	2852.693
196	766592.663	9849526.829	2851.892
197	766601.733	9849545.222	2851.282
198	766604.689	9849551.503	2851.028
199	766614.851	9849583.716	2849.315
200	766621.565	9849594.077	2848.513
201	766589.665	9849535.509	2851.817
202	766625.031	9849586.312	2848.785
203	766601.613	9849559.956	2850.816
204	766629.218	9849592.463	2848.276
205	766637.225	9849603.771	2847.298
206	766634.012	9849611.177	2847.050
207	766642.284	9849621.331	2846.043
208	766651.604	9849632.128	2845.061
209	766663.123	9849644.848	2843.964
210	766640.751	9849608.183	2846.890
211	766682.683	9849666.993	2841.700
212	766654.708	9849625.077	2845.210
213	766693.424	9849679.394	2840.537
214	766668.841	9849641.176	2843.747
215	766712.580	9849703.009	2838.546
216	766684.685	9849658.764	2842.035
217	766703.263	9849680.029	2840.085
218	766718.513	9849699.256	2838.389
219	766729.713	9849715.169	2837.272
220	766739.232	9849727.606	2836.314
221	766751.206	9849747.781	2835.693
222	766750.982	9849739.722	2835.616
223	766767.709	9849753.402	2835.241
224	766776.816	9849769.756	2834.863
225	766780.670	9849764.508	2834.844
226	766791.446	9849783.258	2834.245
227	766802.043	9849784.037	2833.881
228	766811.631	9849802.344	2833.241
229	766842.882	9849832.776	2832.064
230	766840.362	9849821.661	2832.381
231	766856.691	9849838.158	2831.772
232	766867.290	9849858.105	2831.008
233	766877.527	9849859.842	2830.645
234	766888.282	9849880.127	2829.597
237	766889.532	9849872.638	2829.826

Punto	Este	Norte	Cota
238	766913.102	9849896.456	2828.243
239	766913.986	9849905.969	2827.879
240	766944.511	9849922.814	2826.384
241	766964.006	9849947.320	2824.805
242	766995.398	9849965.027	2822.961
243	767007.036	9849984.263	2821.798
244	767017.088	9849985.423	2821.581
245	767038.651	9850010.867	2820.089
246	767053.059	9850028.160	2819.328
247	767028.201	9850008.282	2820.407
248	767047.251	9850031.414	2819.427
249	767070.434	9850048.236	2818.560
250	767071.588	9850059.175	2818.407
251	767098.751	9850089.768	2816.516
252	767112.213	9850095.160	2815.902
253	767107.547	9850094.432	2816.162
254	767115.609	9850110.414	2814.929
255	767134.623	9850124.150	2813.057
256	767133.389	9850133.207	2812.487
257	767143.795	9850136.290	2811.717
258	767140.511	9850142.306	2811.350
259	767154.651	9850159.607	2809.520
260	767166.910	9850164.130	2808.432
261	767173.252	9850181.841	2806.829
262	767185.126	9850196.545	2804.758
263	767191.066	9850193.878	2804.482
264	767188.778	9850194.237	2804.714
265	767205.107	9850214.724	2801.571
266	767203.411	9850224.241	2800.895
267	767217.144	9850236.556	2798.998
268	767225.495	9850254.794	2797.258
269	767227.238	9850259.279	2796.858
270	767212.308	9850241.175	2798.839
271	767220.441	9850259.326	2796.996
272	767231.843	9850272.699	2795.625
273	767226.243	9850274.930	2795.632
274	767229.780	9850289.496	2794.433
275	767236.429	9850292.214	2794.047
276	767239.215	9850309.537	2793.224
277	767233.218	9850308.940	2793.340
278	767239.963	9850315.925	2792.998
279	767234.194	9850324.979	2792.659
280	767242.056	9850356.706	2790.992
281	767242.980	9850387.570	2788.007
282	767243.478	9850397.706	2786.716
283	767248.511	9850437.046	2784.483
284	767234.767	9850335.564	2792.075
285	767235.531	9850357.991	2791.143
286	767232.169	9850359.258	2791.844
287	767233.037	9850364.187	2791.270
288	767235.700	9850365.543	2790.619
289	767236.518	9850403.713	2786.300
290	767243.448	9850397.811	2786.705
291	767244.831	9850403.832	2785.800
292	767247.876	9850407.147	2784.960
293	767252.736	9850407.466	2783.872
294	767259.238	9850404.563	2783.076
295	767261.583	9850410.444	2782.923
296	767256.017	9850413.569	2783.593

Punto	Este	Norte	Cota
297	767251.226	9850417.865	2784.286
298	767248.120	9850424.638	2784.666
299	767247.957	9850431.877	2784.593
300	767241.443	9850433.568	2784.622
301	767238.963	9850423.635	2785.048
302	767237.961	9850418.078	2785.334
303	767248.925	9850424.794	2784.308
304	767252.000	9850450.408	2783.936
305	767247.468	9850455.653	2783.811
306	767255.803	9850477.598	2782.686
307	767262.347	9850477.181	2782.499
308	767273.921	9850500.890	2781.217
309	767269.938	9850505.942	2781.087
310	767280.701	9850532.570	2779.516
311	767288.737	9850537.811	2779.040
312	767293.785	9850555.745	2777.743
313	767288.347	9850558.197	2777.698
314	767298.601	9850577.821	2776.228
315	767302.442	9850599.319	2774.922
316	767305.150	9850612.998	2774.087
317	767288.399	9850558.243	2777.658
318	767294.968	9850591.204	2775.467
319	767299.458	9850615.061	2774.070
320	767304.581	9850638.485	2773.343
321	767310.708	9850638.640	2773.236
322	767315.400	9850658.126	2772.933
323	767308.653	9850657.587	2773.132
324	767304.982	9850664.252	2773.380
325	767303.771	9850677.700	2773.507
326	767313.836	9850679.508	2772.470
327	767318.891	9850682.398	2772.027
328	767322.571	9850689.151	2771.422

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

A- 2. Fotografías Del Levantamiento Georreferenciado



Coordenadas iniciales del levantamiento obtenidas con GPS.



Configuración de estación total e ingreso de coordenadas en el punto inicial del proyecto.



Configuración de azimut (Ángulo).



Toma de datos siguiendo la ruta ya marcada de la vía Quero – Salasaca.

ANEXO B
CONTEO DE TRÁFICO DIARIO

CONTEO VEHICULAR POR 7 DÍAS DE LA VÍA QUERO – SALASACA SIN LA INTERRUPCIÓN DE NINGÚN EVENTO ESPECIAL

B - 1. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1	ABSCISA:			2+660	
				FECHA:			26 / 11 / 18	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	28	2	4	0	0	4	34	
7:15 - 7:30	28	2	6	0	0	6	36	
7:30 - 7:45	30	0	2	0	2	4	34	
7:45 - 8:00	20	0	0	0	0	0	20	124
8:00 - 8:15	28	2	4	0	0	4	34	124
8:15 - 8:30	19	2	3	0	1	4	25	113
8:30 - 8:45	34	0	4	0	0	4	38	117
8:45 - 9:00	17	1	3	0	0	3	21	118
9:00 - 9:15	24	1	4	0	1	5	30	114
9:15 - 9:30	23	3	5	0	0	5	31	120
9:30 - 9:45	15	0	4	1	0	5	20	102
9:45 - 10:00	13	0	1	1	0	2	15	96
10:00 - 10:15	20	2	2	0	1	3	25	91
10:15 - 10:30	22	0	7	0	0	7	29	89
10:30 - 10:45	18	1	3	1	1	5	24	93
10:45 - 11:00	17	0	1	0	1	2	19	97
11:00 - 11:15	14	0	5	1	0	6	20	92
11:15 - 11:30	16	1	2	2	2	6	23	86
11:30 - 11:45	17	0	2	1	0	3	20	82
11:45 - 12:00	20	0	1	1	0	2	22	85
13:00 - 13:15	9	2	2	4	0	6	17	82
13:15 - 13:30	14	1	1	1	0	2	17	76
13:30 - 13:45	8	1	3	1	0	4	13	69
13:45 - 14:00	13	0	1	0	0	1	14	61
14:00 - 14:15	22	1	2	2	1	5	28	72
14:15 - 14:30	21	1	4	1	0	5	27	82
14:30 - 14:45	18	1	1	0	1	2	21	90
14:45 - 15:00	26	4	4	2	2	8	38	114
15:00 - 15:15	20	0	5	0	2	7	27	113
15:15 - 15:30	10	2	7	2	1	10	22	108
15:30 - 15:45	20	2	6	0	1	7	29	116
15:45 - 16:00	19	2	3	0	0	3	24	102
16:00 - 16:15	14	0	2	0	1	3	17	92
16:15 - 16:30	13	2	4	0	0	4	19	89
16:30 - 16:45	11	1	3	2	1	6	18	78
16:45 - 17:00	11	2	5	0	0	5	18	72
17:00 - 17:15	16	2	2	0	0	2	20	75
17:15 - 17:30	16	0	4	0	1	5	21	77
17:30 - 17:45	20	2	8	0	0	8	30	89
17:45 - 18:00	22	1	5	0	1	6	29	100
TOTAL	746	44	135	23	21	179	969	3500

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

B - 2. Cuento Vehicular en la Vía Quero Salasaca.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1	ABSCISA:			2+660	
				FECHA:			27 / 11 / 18	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	46	6	9	0	0	9	61	
7:15 - 7:30	41	1	7	0	0	7	49	
7:30 - 7:45	40	3	5	1	0	6	49	
7:45 - 8:00	42	3	4	0	1	5	50	209
8:00 - 8:15	27	3	4	1	0	5	35	183
8:15 - 8:30	30	1	2	1	0	3	34	168
8:30 - 8:45	18	0	3	0	2	5	23	142
8:45 - 9:00	15	1	4	1	0	5	21	113
9:00 - 9:15	15	1	6	0	1	7	23	101
9:15 - 9:30	17	2	6	0	0	6	25	92
9:30 - 9:45	11	3	3	0	1	4	18	87
9:45 - 10:00	26	1	2	0	1	3	30	96
10:00 - 10:15	23	1	5	0	1	6	30	103
10:15 - 10:30	13	0	5	0	0	5	18	96
10:30 - 10:45	14	1	3	1	0	4	19	97
10:45 - 11:00	19	2	4	0	1	5	26	93
11:00 - 11:15	16	1	3	1	0	4	21	84
11:15 - 11:30	13	1	4	0	1	5	19	85
11:30 - 11:45	20	2	5	0	1	6	28	94
11:45 - 12:00	16	0	3	1	0	4	20	88
13:00 - 13:15	12	1	2	1	0	3	16	83
13:15 - 13:30	14	1	3	0	0	3	18	82
13:30 - 13:45	10	0	3	1	1	5	15	69
13:45 - 14:00	16	1	3	0	0	3	20	69
14:00 - 14:15	13	3	5	0	0	5	21	74
14:15 - 14:30	16	1	3	0	0	3	20	76
14:30 - 14:45	17	0	2	1	1	4	21	82
14:45 - 15:00	20	2	4	1	1	6	28	90
15:00 - 15:15	16	1	5	0	0	5	22	91
15:15 - 15:30	17	1	3	2	1	6	24	95
15:30 - 15:45	19	3	5	0	0	5	27	101
15:45 - 16:00	13	2	5	0	0	5	20	93
16:00 - 16:15	16	0	3	1	2	6	22	93
16:15 - 16:30	16	1	4	0	0	4	21	90
16:30 - 16:45	15	2	2	0	2	4	21	84
16:45 - 17:00	16	0	3	0	0	3	19	83
17:00 - 17:15	22	2	2	3	1	6	30	91
17:15 - 17:30	19	1	4	0	2	6	26	96
17:30 - 17:45	24	1	6	0	2	8	33	108
17:45 - 18:00	24	0	5	0	0	5	29	118
TOTAL	797	56	159	17	23	199	1052	3699

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

B - 3. Censo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1			ABSCISA:	2+660	
						FECHA:	28 / 11 / 18	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	31	2	4	0	2	6	39	
7:15 - 7:30	29	0	7	0	0	7	36	
7:30 - 7:45	31	0	5	0	2	7	38	
7:45 - 8:00	14	1	2	0	0	2	17	130
8:00 - 8:15	5	0	1	0	1	2	7	98
8:15 - 8:30	24	2	4	0	1	5	31	93
8:30 - 8:45	16	1	7	0	0	7	24	79
8:45 - 9:00	17	1	4	0	2	6	24	86
9:00 - 9:15	17	2	2	0	0	2	21	100
9:15 - 9:30	17	1	1	0	0	1	19	88
9:30 - 9:45	16	2	2	1	0	3	21	85
9:45 - 10:00	16	0	5	0	0	5	21	82
10:00 - 10:15	8	1	0	0	2	2	11	72
10:15 - 10:30	13	1	1	0	0	1	15	68
10:30 - 10:45	19	0	2	0	1	3	22	69
10:45 - 11:00	20	0	3	2	0	5	25	73
11:00 - 11:15	17	0	7	2	0	9	26	88
11:15 - 11:30	22	0	2	0	1	3	25	98
11:30 - 11:45	22	3	5	0	1	6	31	107
11:45 - 12:00	20	2	2	0	1	3	25	107
13:00 - 13:15	12	1	2	1	0	3	16	97
13:15 - 13:30	16	1	1	0	0	1	18	90
13:30 - 13:45	9	0	2	0	0	2	11	70
13:45 - 14:00	12	0	1	0	0	1	13	58
14:00 - 14:15	20	2	4	0	1	5	27	69
14:15 - 14:30	18	1	4	0	1	5	24	75
14:30 - 14:45	13	2	2	0	1	3	18	82
14:45 - 15:00	23	0	4	0	0	4	27	96
15:00 - 15:15	18	1	4	1	0	5	24	93
15:15 - 15:30	13	0	7	1	1	9	22	91
15:30 - 15:45	20	2	3	0	0	3	25	98
15:45 - 16:00	17	1	3	1	0	4	22	93
16:00 - 16:15	13	0	2	0	1	3	16	85
16:15 - 16:30	10	0	3	0	1	4	14	77
16:30 - 16:45	15	2	2	0	1	3	20	72
16:45 - 17:00	11	1	2	0	1	3	15	65
17:00 - 17:15	18	0	6	2	0	8	26	75
17:15 - 17:30	26	1	3	0	2	5	32	93
17:30 - 17:45	21	2	6	2	0	8	31	104
17:45 - 18:00	21	1	5	0	1	6	28	117
TOTAL	700	37	132	13	25	170	907	3223

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

B - 4. Cuento Vehicular en la Vía Quero Salasaca.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1	ABSCISA:			2+660	
				FECHA:			29 / 11 / 18	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	49	2	4	0	1	5	56	
7:15 - 7:30	47	1	5	2	0	7	55	
7:30 - 7:45	42	0	6	1	0	7	49	
7:45 - 8:00	45	1	2	2	1	5	51	211
8:00 - 8:15	30	1	3	1	1	5	36	191
8:15 - 8:30	32	1	2	2	0	4	37	173
8:30 - 8:45	41	2	5	0	0	5	48	172
8:45 - 9:00	28	0	3	1	1	5	33	154
9:00 - 9:15	43	1	6	3	1	10	54	172
9:15 - 9:30	30	2	2	0	0	2	34	169
9:30 - 9:45	32	1	3	1	0	4	37	158
9:45 - 10:00	44	0	6	2	1	9	53	178
10:00 - 10:15	31	2	3	2	0	5	38	162
10:15 - 10:30	24	1	4	0	1	5	30	158
10:30 - 10:45	29	2	5	0	0	5	36	157
10:45 - 11:00	28	1	2	1	1	4	33	137
11:00 - 11:15	31	1	4	0	2	6	38	137
11:15 - 11:30	22	0	6	3	0	9	31	138
11:30 - 11:45	16	2	2	0	0	2	20	122
11:45 - 12:00	23	1	4	1	1	6	30	119
13:00 - 13:15	19	1	2	3	0	5	25	106
13:15 - 13:30	20	2	7	0	1	8	30	105
13:30 - 13:45	19	1	6	3	1	10	30	115
13:45 - 14:00	25	2	4	1	0	5	32	117
14:00 - 14:15	31	1	3	0	2	5	37	129
14:15 - 14:30	24	2	8	2	0	10	36	135
14:30 - 14:45	22	0	3	0	2	5	27	132
14:45 - 15:00	19	1	4	2	1	7	27	127
15:00 - 15:15	18	2	3	0	0	3	23	113
15:15 - 15:30	17	1	5	2	0	7	25	102
15:30 - 15:45	20	2	4	0	2	6	28	103
15:45 - 16:00	18	1	3	1	1	5	24	100
16:00 - 16:15	25	2	5	2	0	7	34	111
16:15 - 16:30	22	1	3	0	1	4	27	113
16:30 - 16:45	17	0	4	2	0	6	23	108
16:45 - 17:00	19	2	5	1	0	6	27	111
17:00 - 17:15	18	0	6	0	1	7	25	102
17:15 - 17:30	20	1	4	3	2	9	30	105
17:30 - 17:45	25	2	4	1	1	6	33	115
17:45 - 18:00	28	2	7	1	2	10	40	128
TOTAL	1093	48	167	46	28	241	1382	4985

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

B - 5. Censo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1	ABSCISA:			2+660	
				FECHA:			30 / 11 / 18	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	43	0	6	0	0	9	49	
7:15 - 7:30	37	1	4	2	2	7	46	
7:30 - 7:45	41	1	6	0	0	6	48	
7:45 - 8:00	43	2	5	1	1	5	52	195
8:00 - 8:15	25	1	3	0	0	5	29	175
8:15 - 8:30	21	1	3	1	1	3	27	156
8:30 - 8:45	16	2	4	0	0	5	22	130
8:45 - 9:00	17	1	5	1	0	5	24	102
9:00 - 9:15	17	0	3	0	2	7	22	95
9:15 - 9:30	17	2	4	1	0	6	24	92
9:30 - 9:45	15	2	3	0	1	4	21	91
9:45 - 10:00	24	1	5	1	0	3	31	98
10:00 - 10:15	22	0	6	0	1	6	29	105
10:15 - 10:30	13	0	6	1	0	5	20	101
10:30 - 10:45	16	1	3	0	0	4	20	100
10:45 - 11:00	20	2	2	0	1	5	25	94
11:00 - 11:15	17	1	3	0	0	4	21	86
11:15 - 11:30	11	1	2	1	1	5	16	82
11:30 - 11:45	21	0	2	0	1	6	24	86
11:45 - 12:00	18	0	3	1	1	4	23	84
13:00 - 13:15	14	2	4	0	1	3	21	84
13:15 - 13:30	15	1	3	1	0	3	20	88
13:30 - 13:45	11	0	4	0	0	5	15	79
13:45 - 14:00	17	1	1	1	2	3	22	78
14:00 - 14:15	16	0	1	0	0	5	17	74
14:15 - 14:30	18	1	2	1	1	3	23	77
14:30 - 14:45	19	0	3	0	0	4	22	84
14:45 - 15:00	21	2	2	1	1	6	27	89
15:00 - 15:15	18	0	3	0	1	5	22	94
15:15 - 15:30	19	1	3	1	0	6	24	95
15:30 - 15:45	19	0	4	0	0	5	23	96
15:45 - 16:00	15	2	1	1	1	5	20	89
16:00 - 16:15	17	0	3	0	1	6	21	88
16:15 - 16:30	16	1	2	1	0	4	20	84
16:30 - 16:45	17	0	4	0	0	4	21	82
16:45 - 17:00	16	1	3	1	1	3	22	84
17:00 - 17:15	20	2	1	1	0	6	24	87
17:15 - 17:30	19	1	4	0	1	6	25	92
17:30 - 17:45	14	2	5	0	1	8	22	93
17:45 - 18:00	20	0	3	1	0	5	24	95
TOTAL	795	36	134	20	23	199	1008	3604

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

B - 6. Cuento Vehicular en la Vía Quero Salasaca.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1	ABSCISA:			2+660	
				FECHA:			01 / 12 / 18	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	8	0	4	1	0	5	13	
7:15 - 7:30	12	1	2	0	0	2	15	
7:30 - 7:45	10	1	3	0	2	5	16	
7:45 - 8:00	8	0	4	1	0	5	13	57
8:00 - 8:15	10	1	2	0	0	2	13	57
8:15 - 8:30	11	1	4	0	0	4	16	58
8:30 - 8:45	15	0	6	1	1	8	23	65
8:45 - 9:00	17	0	3	0	0	3	20	72
9:00 - 9:15	18	2	1	0	0	1	21	80
9:15 - 9:30	10	0	2	1	1	4	14	78
9:30 - 9:45	15	1	3	0	0	3	19	74
9:45 - 10:00	15	1	2	1	1	4	20	74
10:00 - 10:15	20	0	1	0	0	1	21	74
10:15 - 10:30	16	0	4	0	0	4	20	80
10:30 - 10:45	22	1	2	1	1	4	27	88
10:45 - 11:00	24	2	3	1	1	5	31	99
11:00 - 11:15	18	1	4	0	0	4	23	101
11:15 - 11:30	18	0	2	0	1	3	21	102
11:30 - 11:45	12	1	3	0	0	3	16	91
11:45 - 12:00	11	0	2	1	0	3	14	74
13:00 - 13:15	19	0	2	0	1	3	22	73
13:15 - 13:30	15	1	5	0	0	5	21	73
13:30 - 13:45	17	2	6	1	0	7	26	83
13:45 - 14:00	19	1	6	0	0	6	26	95
14:00 - 14:15	17	0	5	0	1	6	23	96
14:15 - 14:30	15	0	5	1	0	6	21	96
14:30 - 14:45	11	0	2	1	0	3	14	84
14:45 - 15:00	10	2	3	1	0	4	16	74
15:00 - 15:15	17	0	2	0	1	3	20	71
15:15 - 15:30	15	1	1	1	0	2	18	68
15:30 - 15:45	17	0	2	0	1	3	20	74
15:45 - 16:00	19	0	4	0	0	4	23	81
16:00 - 16:15	17	2	4	1	0	5	24	85
16:15 - 16:30	14	1	2	1	1	4	19	86
16:30 - 16:45	14	1	2	0	0	2	17	83
16:45 - 17:00	18	1	3	1	0	4	23	83
17:00 - 17:15	11	0	3	0	3	6	17	76
17:15 - 17:30	17	2	2	0	0	2	21	78
17:30 - 17:45	16	1	2	1	2	5	22	83
17:45 - 18:00	11	0	1	0	2	3	14	74
TOTAL	599	28	119	17	20	156	783	2940

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

B - 7. Conteo Vehicular en la Vía Quero Salasaca.

DETERMINACIÓN DE HORA PICO								
CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA QUERO - SALASACA (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1	ABSCISA:			2+660	
						FECHA:		
						02 / 12 / 18		
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	10	1	3	0	0	3	14	
7:15 - 7:30	11	1	2	0	0	2	14	
7:30 - 7:45	9	0	1	0	0	1	10	
7:45 - 8:00	6	0	3	0	0	3	9	47
8:00 - 8:15	10	1	2	1	2	5	16	49
8:15 - 8:30	14	0	0	0	1	1	15	50
8:30 - 8:45	17	1	0	0	0	0	18	58
8:45 - 9:00	12	1	3	1	0	4	17	66
9:00 - 9:15	15	1	3	0	1	4	20	70
9:15 - 9:30	11	2	2	0	1	3	16	71
9:30 - 9:45	19	0	4	1	0	5	24	77
9:45 - 10:00	15	0	2	0	0	2	17	77
10:00 - 10:15	25	1	0	0	0	0	26	83
10:15 - 10:30	24	0	2	0	1	3	27	94
10:30 - 10:45	17	1	3	0	0	3	21	91
10:45 - 11:00	20	1	2	1	1	4	25	99
11:00 - 11:15	16	1	3	0	0	3	20	93
11:15 - 11:30	16	0	2	0	0	2	18	84
11:30 - 11:45	14	0	2	0	0	2	16	79
11:45 - 12:00	10	1	1	1	1	3	14	68
13:00 - 13:15	13	1	1	0	0	1	15	63
13:15 - 13:30	9	1	1	0	1	2	12	57
13:30 - 13:45	14	1	1	0	1	2	17	58
13:45 - 14:00	12	0	0	1	0	1	13	57
14:00 - 14:15	17	0	3	0	0	3	20	62
14:15 - 14:30	19	2	2	1	0	3	24	74
14:30 - 14:45	7	1	2	0	1	3	11	68
14:45 - 15:00	11	1	1	0	1	2	14	69
15:00 - 15:15	14	0	1	0	1	2	16	65
15:15 - 15:30	18	1	1	0	0	1	20	61
15:30 - 15:45	4	0	2	0	0	2	6	56
15:45 - 16:00	16	1	1	1	1	3	20	62
16:00 - 16:15	12	1	2	0	0	2	15	61
16:15 - 16:30	7	1	1	0	0	1	9	50
16:30 - 16:45	14	0	0	0	3	3	17	61
16:45 - 17:00	14	0	1	1	0	2	16	57
17:00 - 17:15	9	0	3	0	1	4	13	55
17:15 - 17:30	7	1	5	0	0	5	13	59
17:30 - 17:45	9	1	0	1	1	2	12	54
17:45 - 18:00	14	0	3	0	2	5	19	57
TOTAL	531	26	71	10	21	102	659	2462

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

ANEXO C
VIGA BENKELMAN

LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO EN CAMPO

C - 1. Lectura del deflectómetro en campo.

Viga Benkelman									
Estación	Abscisa	Lectura del deflectómetro						Temperatura	Espesor
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
SECCIÓN 1									
1	0+080	0,0	9,0	14,0	18,0	23,0	23,0	29,0	6,0
2	0+300	0,0	14,0	17,0	20,0	24,0	24,0	30,0	6,0
3	0+550	0,0	11,0	13,5	14,0	14,0	14,0	31,0	6,0
4	0+820	0,0	14,0	14,5	15,0	15,0	15,0	30,0	6,0
5	1+040	0,0	17,0	23,5	24,0	24,0	24,0	29,0	6,0
6	1+200	0,0	21,0	25,0	26,0	26,0	26,0	29,0	6,0
7	1+450	0,0	14,0	19,0	21,0	21,0	21,0	28,0	6,0
8	1+600	0,0	12,0	18,0	23,0	23,0	23,0	29,0	6,0
SECCIÓN 2									
9	1+780	0,0	15,0	27,0	36,0	36,0	36,0	27,0	5,5
10	2+020	0,0	16,0	20,0	22,0	22,0	22,0	29,0	5,5
11	2+240	0,0	18,0	20,0	21,0	22,0	22,0	32,0	5,5
12	2+460	0,0	14,0	16,0	17,0	17,0	17,0	30,0	5,0
13	2+700	0,0	9,0	18,0	22,0	22,0	22,0	30,0	5,5
14	3+020	0,0	6,5	15,5	21,0	25,0	25,0	31,0	5,0
15	3+220	0,0	15,0	20,0	22,0	22,0	22,0	28,0	5,0
16	3+360	0,0	16,5	21,0	23,0	23,0	23,0	27,0	5,0
17	3+540	0,0	17,5	27,0	29,0	30,0	30,0	26,5	5,0

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

C - 2. Fotografías Toma de Datos en Campo Viga Benkelman



Ubicar los $\frac{3}{4}$ de volqueta cargada sobre la pesa.



Pesar 8.2 Toneladas como lo establece la norma para el ensayo de la viga Benkelman.



Trasladar el vehículo a la vía, marcar la vía con las medidas ya especificadas y tomar la temperatura de la capa de rodadura.



Realizar el armado de la viga Benkelman.



Ubicación del vehículo sobre la marca e introducir la viga entre los neumáticos del eje trasero.



Toma de deflexiones a medida que el vehículo avanza.

ANEXO D
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO

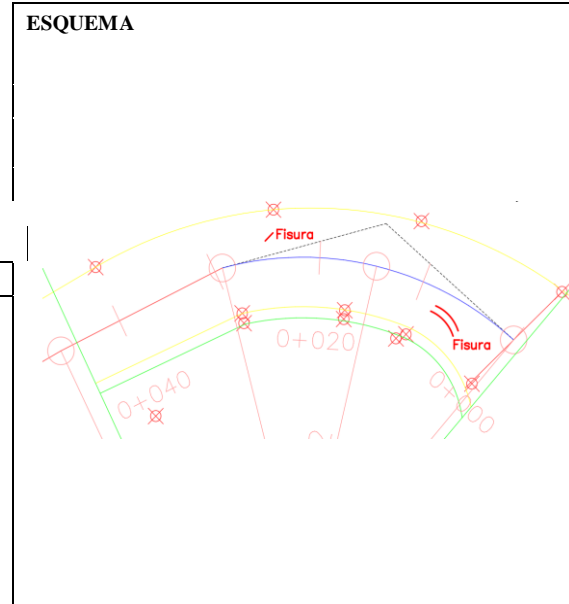
Registro de la Unidad de Muestreo U

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA			
FECHA			ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
ANCHO DE CARRIL			ABSCISA FINAL			ÁREA DE MUESTREO					
DAÑO											
1	Piel de cocodrilo (m2)					11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)					12	Pulimento de agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)					13	Huecos (U)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)					14	Cruce de vía férrea (m2)				
5	Corrugación (m2)					15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)					16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de borde (m)					17	Grieta parabólica (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)					18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)					19	Desprendimiento de agregados (m2)				
10	Grietas long y transversal (m)										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)			
								CÁLCULO DE PCI			
		PCI =		100 - VDT		PCI =					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 1. Registro de la Unidad de Muestreo U1, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO												
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA												
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												
FECHA	29/11/2018			ABSCISA INICIAL	0+000			UNIDAD DE MUESTREO	1			
ANCHO DE CARRIL	4,20 m			ABSCISA FINAL	0+038			ÁREA DE MUESTREO	230			
DAÑO												
1	Piel de cocodrilo (m2)						11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)						12	Pulimento de agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)						13	Huecos (U)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)						14	Cruce de vía férrea (m2)				
5	Corrugación (m2)						15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)						16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de borde (m)						17	Grieta parabólica (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)						18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)						19	Desprendimiento de agregados (m2)				
10	Grietas long y transversal (m)											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
10	M	0,12	0,12				0,24	0,104	0			
10	L	0,01					0,01	0,004	0			
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)										0		
CÁLCULO DE PCI												
		PCI =					100 - VDT		PCI =		100,00	



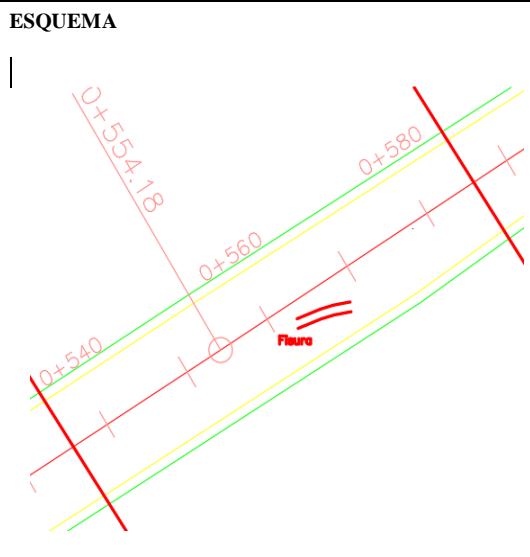
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 2. Registro de la Unidad de Muestreo U2, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA	29/11/2018		ABSCISA INICIAL	0+266		UNIDAD DE MUESTREO	2			
ANCHO DE CARRIL	4,2 m		ABSCISA FINAL	0+304		ÁREA DE MUESTREO	230			
							ESQUEMA			
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	L	0,004					0,004	0,002	0	
10	M	0,01625					0,01625	0,007	0	
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		0	
							CÁLCULO DE PCI			
							PCI =	100 - VDT	PCI =	100,00

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 3. Registro de la Unidad de Muestreo U3, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA 					
29/11/2018		0+540		3							
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO							
4,2 m		0+578		230							
DAÑO											
1	Piel de cocodrilo (m2)			11	Parcheo (m2)						
2	Exudación (m2)			12	Pulimento de agregados (m2)						
3	Agrietamiento en bloque (m2)			13	Huecos (U)						
4	Abultamientos y hundimientos (m)			14	Cruce de vía férrea (m2)						
5	Corrugación (m2)			15	Ahuellamiento (m2)						
6	Depresión (m2)			16	Desplazamiento (m2)						
7	Grieta de borde (m)			17	Grieta parabólica (m2)						
8	Grieta de reflexión de junta (m)			18	Hinchamiento (m2)						
9	Desnivel carril / berma (m)			19	Desprendimiento de agregados (m2)						
10	Grietas long y transversal (m)										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	M	0,05	0,0125	0,00875	0,075			0,15	0,06	0	
10	L	0,016	0,0375					0,05	0,02	0	
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		0	
CÁLCULO DE PCI											
				PCI =			100 - VDT		PCI =		100

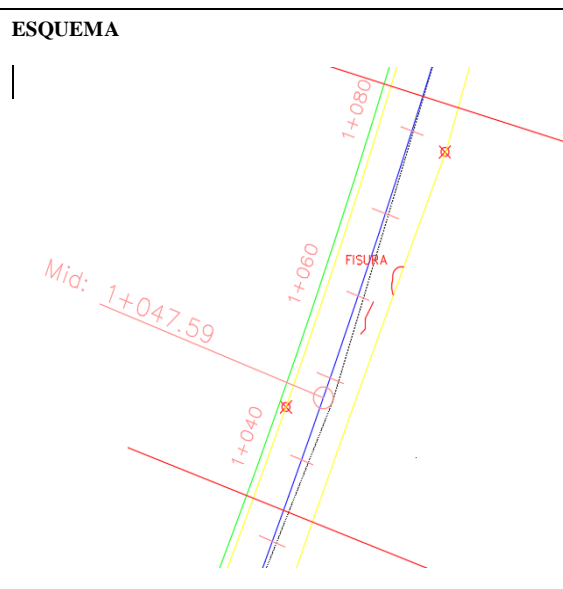
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 4. Registro de la Unidad de Muestreo U4, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA		
FECHA			ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO				
29/11/2018			0+798			4				
ANCHO DE CARRIL			ABSCISA FINAL			ÁREA DE MUESTREO				
4,2 m			0+836			230				
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)					11	Parcheo (m2)			
2	Exudación (m2)					12	Pulimento de agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)					13	Huecos (U)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)					14	Cruce de vía férrea (m2)			
5	Corrugación (m2)					15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)					16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de borde (m)					17	Grieta parabólica (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)					18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril / berma (m)					19	Desprendimiento de agregados (m2)			
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	L	0,0163	0,025	0,075	0,005			0,1213	0,05	0
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)										0
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT					PCI =		100	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 5. Registro de la Unidad de Muestreo U5, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA 				
29/11/2018		1+040		5						
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
4,2 m		1+078		230						
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
7	L	1,24	0,54	1				2,78	1,21	1,7
10	L	0,025	0,0375					0,0625	0,03	0
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)									1,7	
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT					PCI =		98,3	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 6. Registro de la Unidad de Muestreo U6, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO													
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA													
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA							
29/11/2018		1+330		6									
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO									
4,2 m		1+368		230		<p>El diagrama muestra un tramo de carretera con líneas de muestreo en verde, azul y amarillo. Se indican las abscisas 1+320, 1+340 y 1+360. Una grieta (FISURA) está marcada con una línea roja y una 'X' roja. Hay una 'X' roja adicional en la parte superior derecha del diagrama.</p>							
DAÑO													
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)										
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)										
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)										
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)										
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)										
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)										
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)										
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)										
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)										
10	Grietas long y transversal (m)												
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
7	L	0,053	0,043					0,096	0,04	0			
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)									0				
CÁLCULO DE PCI													
PCI =		100 - VDT				PCI =		100					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

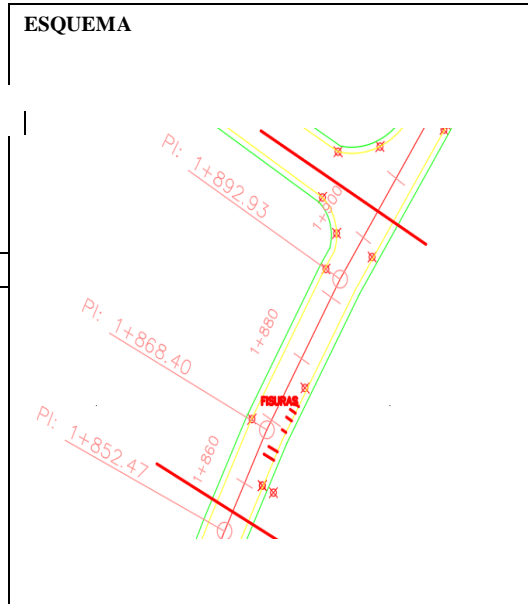
D - 7. Registro de la Unidad de Muestreo U7, Tramo 1, Sección 1, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA				
29/11/2018		1+596		7						
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
4,2 m		1+634		230						
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
6	L	7,09					7,09	3,08	8	
10	L	0,2	0,075	0,1125			0,3875	0,17	0	
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)									8	
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT				PCI =		92		

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 8. Registro de la Unidad de Muestreo U8, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
FECHA			ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
29/11/2018			1+860			8					
ANCHO DE CARRIL			ABSCISA FINAL			ÁREA DE MUESTREO					
3,2 m			1+898			230					
DAÑO											
1	Piel de cocodrilo (m2)					11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)					12	Pulimento de agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)					13	Huecos (U)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)					14	Cruce de vía férrea (m2)				
5	Corrugación (m2)					15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)					16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de borde (m)					17	Grieta parabólica (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)					18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)					19	Desprendimiento de agregados (m2)				
10	Grietas long y transversal (m)										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	L	0,03	0,125	0,075	0,225			0,455	0,20	0,1	
10	M	0,06	0,15	0,12				0,330	0,14	0,1	
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)										0,2	
CÁLCULO DE PCI											
			PCI =				100 - VDT		PCI =		99,8



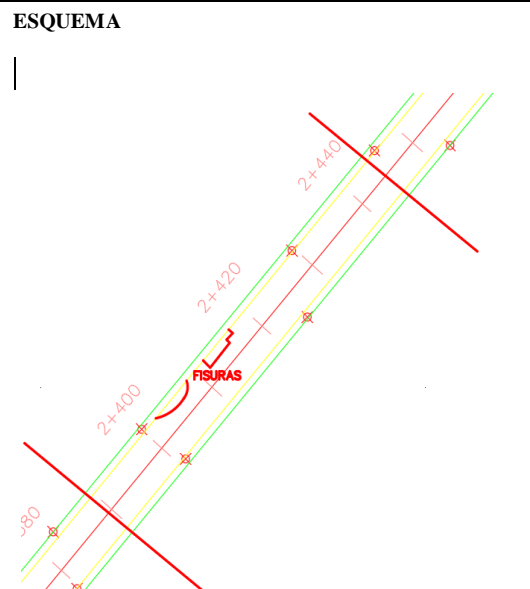
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 9. Registro de la Unidad de Muestreo U9, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										ESQUEMA	
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
29/11/2018		2+100		9							
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO							
3,2 m		2+138		230							
DAÑO											
1	Piel de cocodrilo (m2)					11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)					12	Pulimento de agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)					13	Huecos (U)				
4	Abultamientos y hundimientos (m)					14	Cruce de vía férrea (m2)				
5	Corrugación (m2)					15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)					16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de borde (m)					17	Grieta parabólica (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)					18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)					19	Desprendimiento de agregados (m2)				
10	Grietas long y transversal (m)										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
11	L	12,6	3,42					16,02	6,97	13	
10	M	0,24	0,15	0,18				0,57	0,25	0,2	
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		13,2		
CÁLCULO DE PCI											
PCI =		100 - VDT				PCI =		86,8			

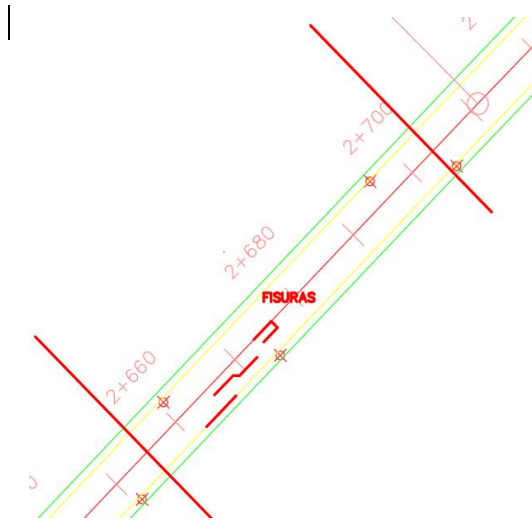
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 10. Registro de la Unidad de Muestreo U10, Tramo 1, Sección 2 de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA 				
29/11/2018		2+394		10						
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
3,2 m		2+432		230						
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	M	12,07						12,07	5,25	22
7	L	1,52						1,52	0,66	1,8
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)									23,8	
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT					PCI =		76,2	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 11. Registro de la Unidad de Muestreo 11, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA 				
29/11/2018		2+660		11						
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
3,2 m		2+698		230						
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	L	0,0425	0,35	0,5				0,8925	0,39	0
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)									0	
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT				PCI =		100		

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 12. Registro de la Unidad de Muestreo 12, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA				
29/11/2018		2+926		12						
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
3,2 m		2+964		230						
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)							
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)							
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)							
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)							
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)							
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)							
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)							
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)							
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)							
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	L	0,001	0,0016	0,0022	0,008			0,0128	0,01	0
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)										0
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT					PCI =		100	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 13. Registro de la Unidad de Muestreo U13, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										ESQUEMA	
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
29/11/2018		3+275		13							
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO							
3,2 m		3+313		230							
DAÑO											
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)								
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)								
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (U)								
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)								
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)								
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)								
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta parabólica (m2)								
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)								
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)								
10	Grietas long y transversal (m)										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
16	M	13,61	3,51	0,45	0,29			17,86	7,77	30	
10	L	0,3	0,65	0,7	0,4	0,4		2,45	1,07	0,1	
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)									30,1		
CÁLCULO DE PCI											
PCI =		100 - VDT						PCI =		69,9	

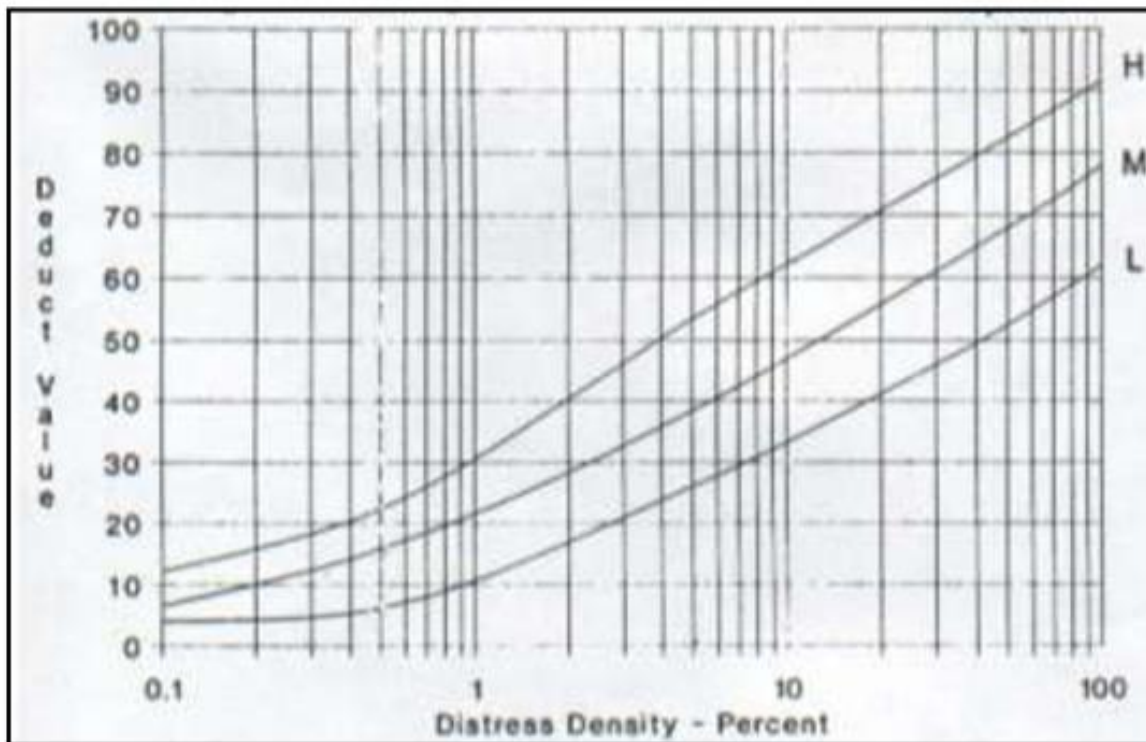
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

D - 14. Registro de la Unidad de Muestreo U14, Tramo 1, Sección 2, de la Vía Quero - Salasaca.

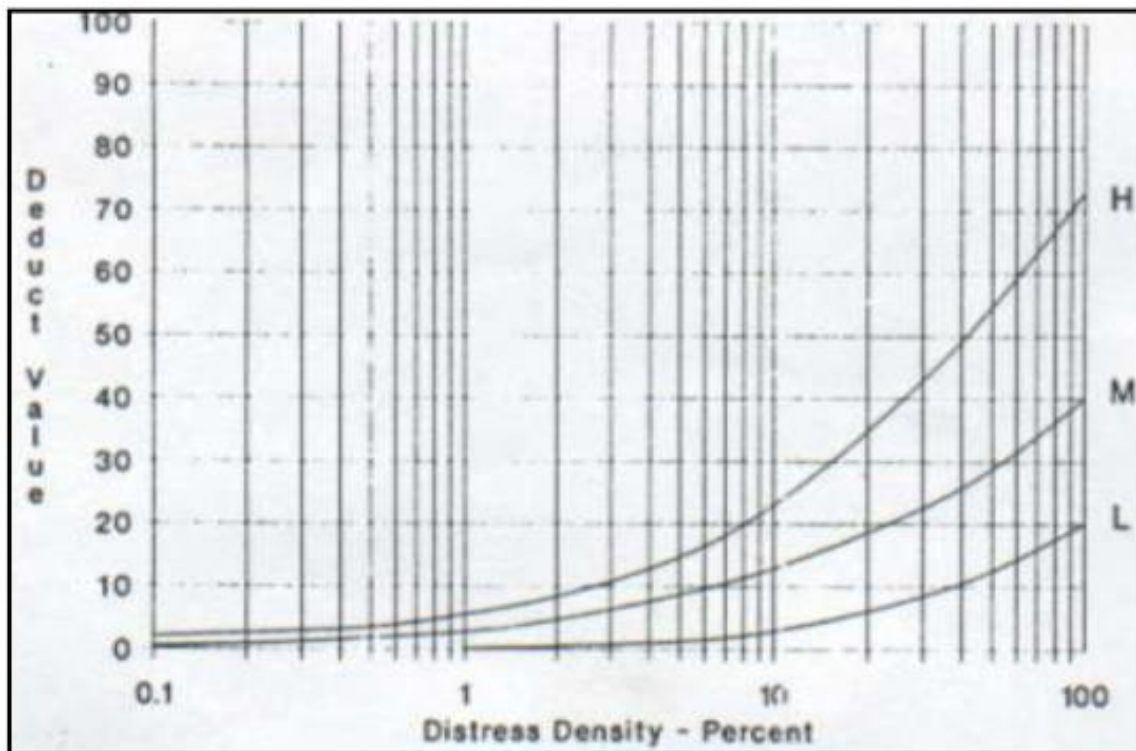
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
FECHA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA 				
29/11/2018		3+458		14						
ANCHO DE CARRIL		ABSCISA FINAL		ÁREA DE MUESTREO						
3,2 m		3+496		230						
DAÑO										
1	Piel de cocodrilo (m2)			11	Parcheo (m2)					
2	Exudación (m2)			12	Pulimento de agregados (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)			13	Huecos (U)					
4	Abultamientos y hundimientos (m)			14	Cruce de vía férrea (m2)					
5	Corrugación (m2)			15	Ahuellamiento (m2)					
6	Depresión (m2)			16	Desplazamiento (m2)					
7	Grieta de borde (m)			17	Grieta parabólica (m2)					
8	Grieta de reflexión de junta (m)			18	Hinchamiento (m2)					
9	Desnivel carril / berma (m)			19	Desprendimiento de agregados (m2)					
10	Grietas long y transversal (m)									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
6	L	6,09					6,09	2,65	5	
3	L	3,64					3,64	1,58	0,2	
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)									5,2	
CÁLCULO DE PCI										
PCI =		100 - VDT						PCI =	94,8	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

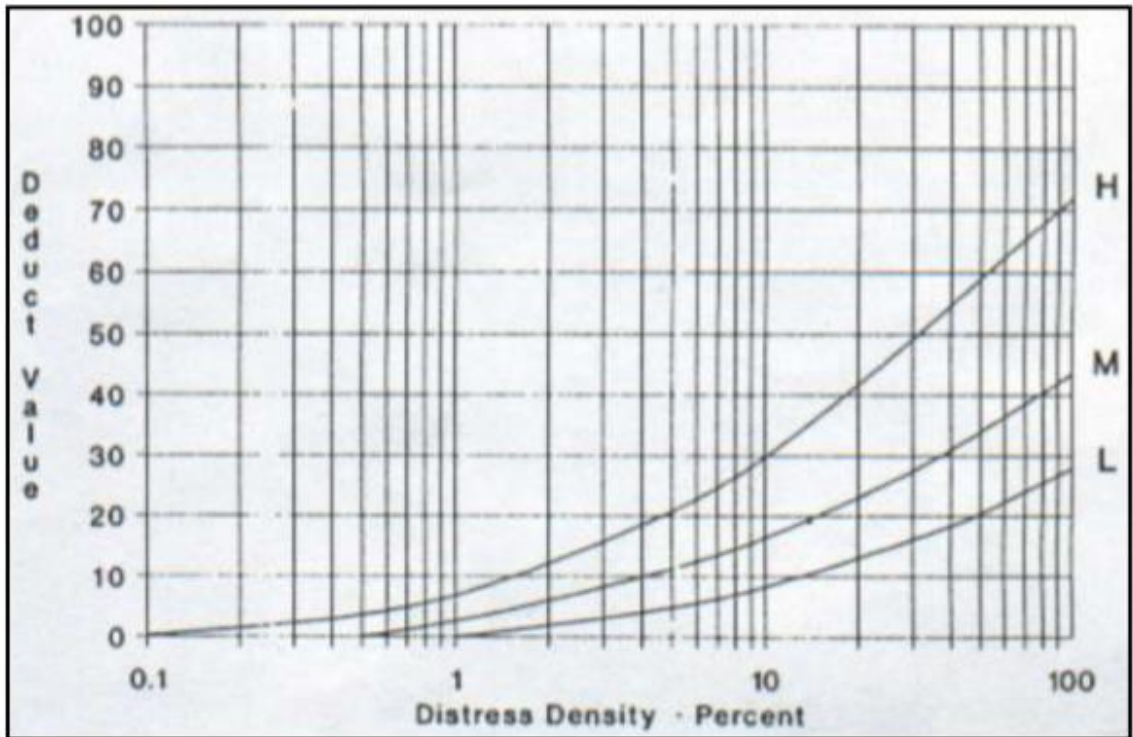
1. Piel de Cocodrilo



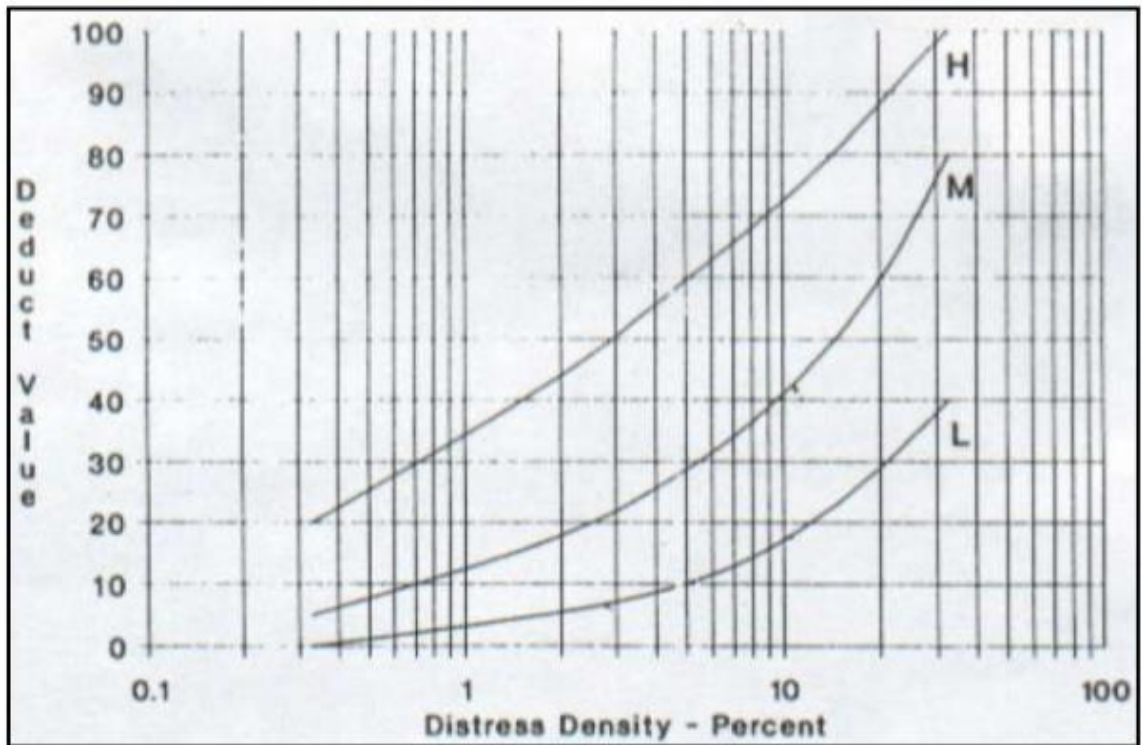
2. Exudación



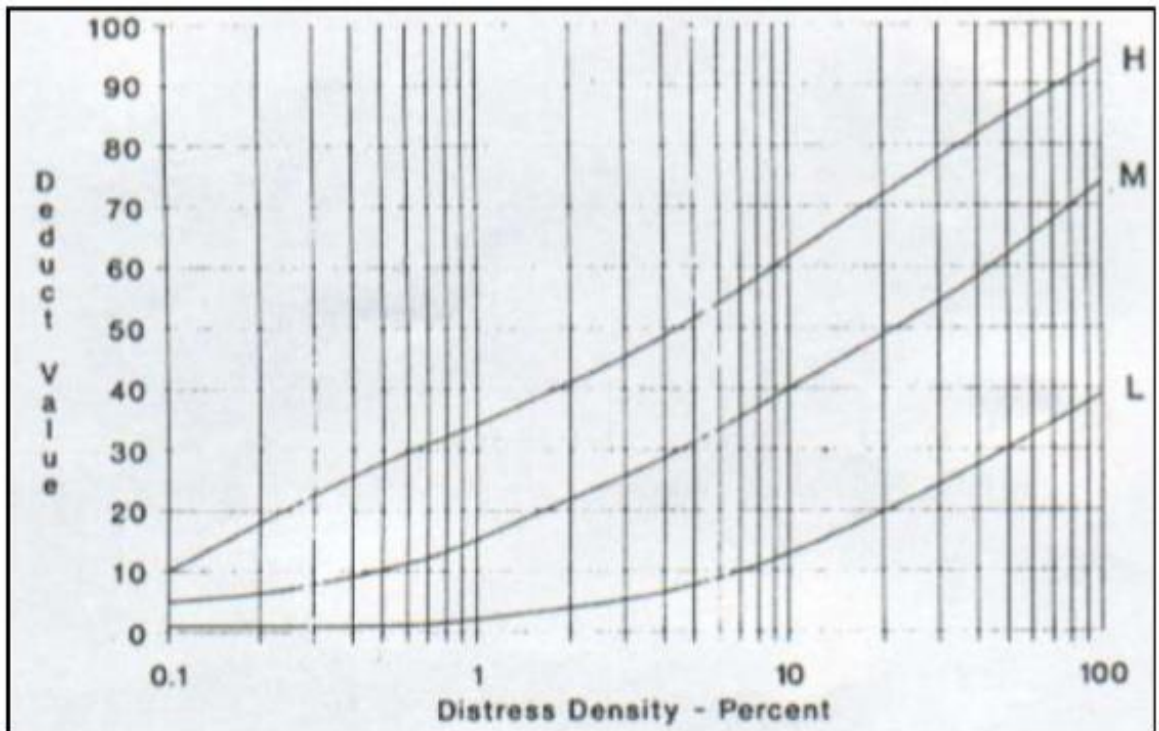
3. Agrietamiento en Bloque



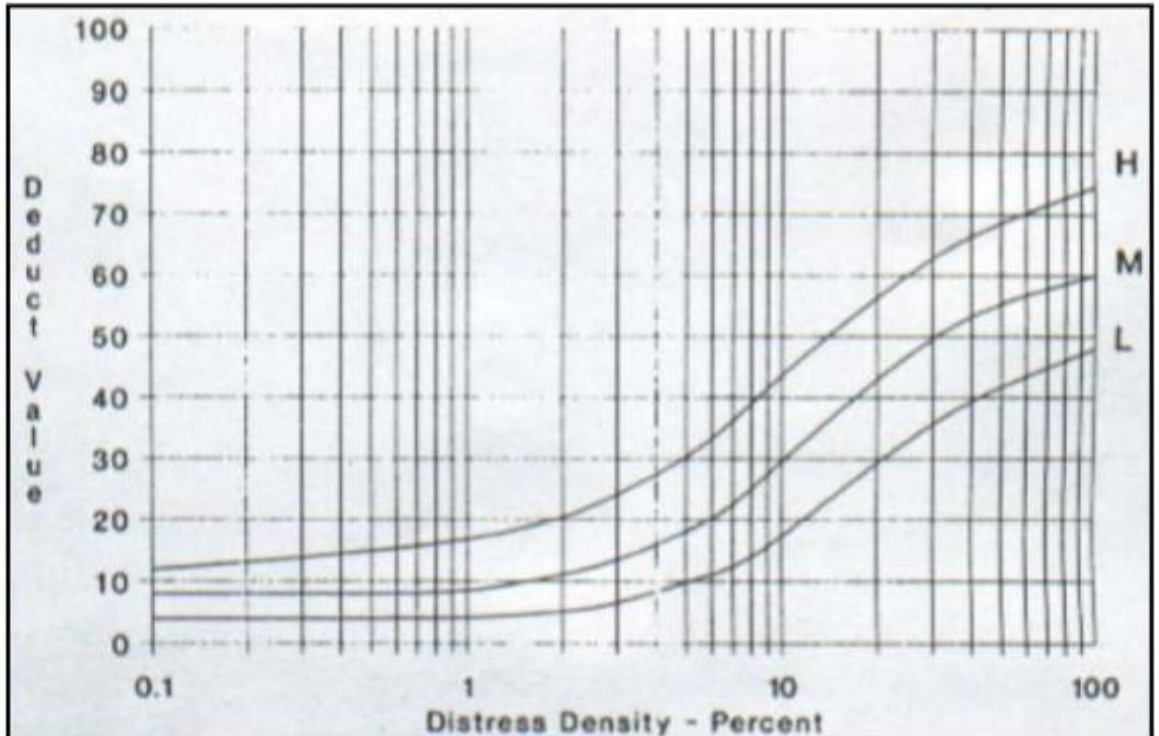
4. Abultamientos y Hundimientos



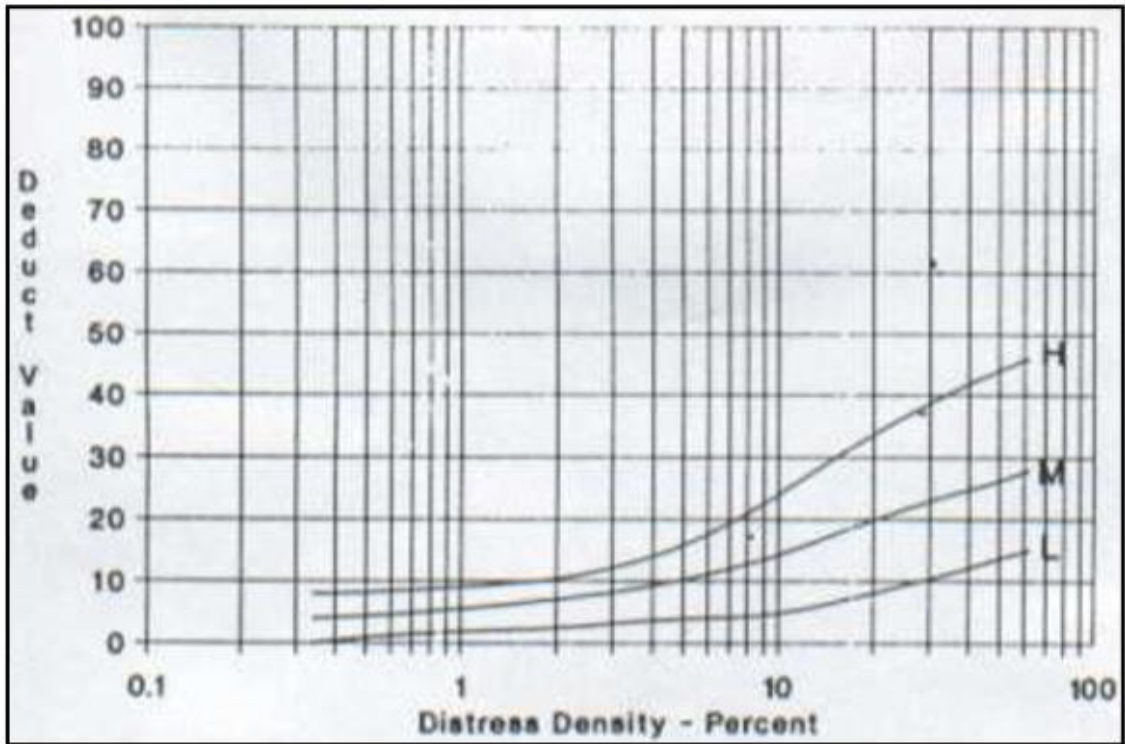
5. Corrugación



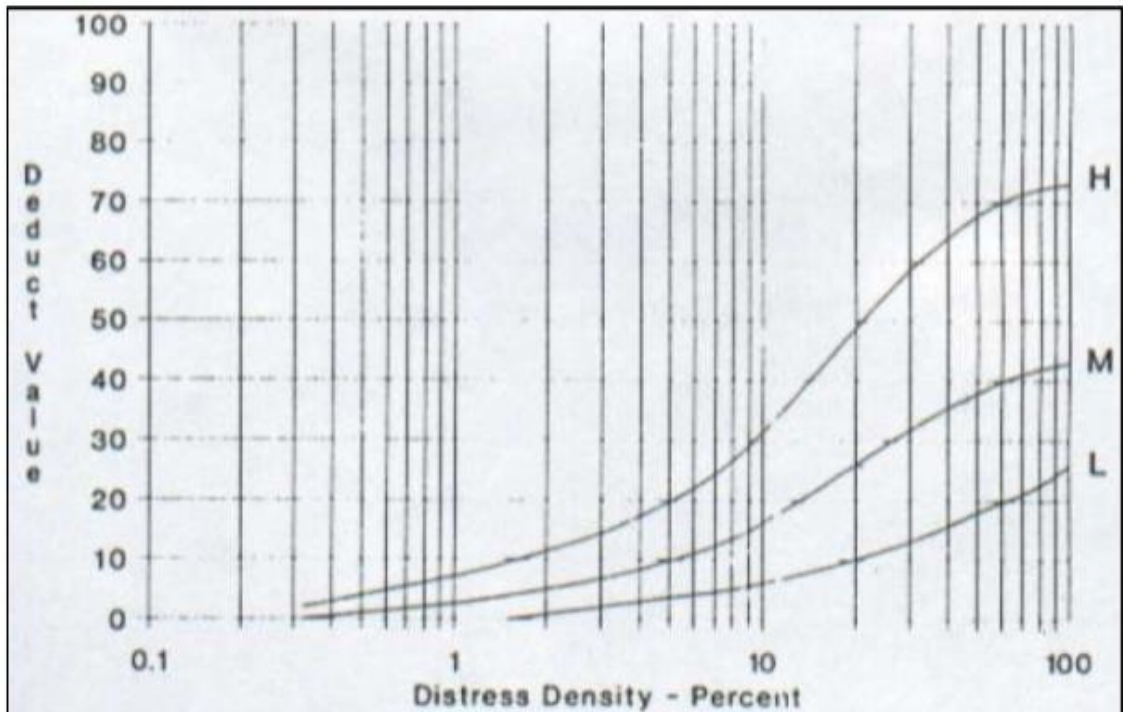
6. Depresión



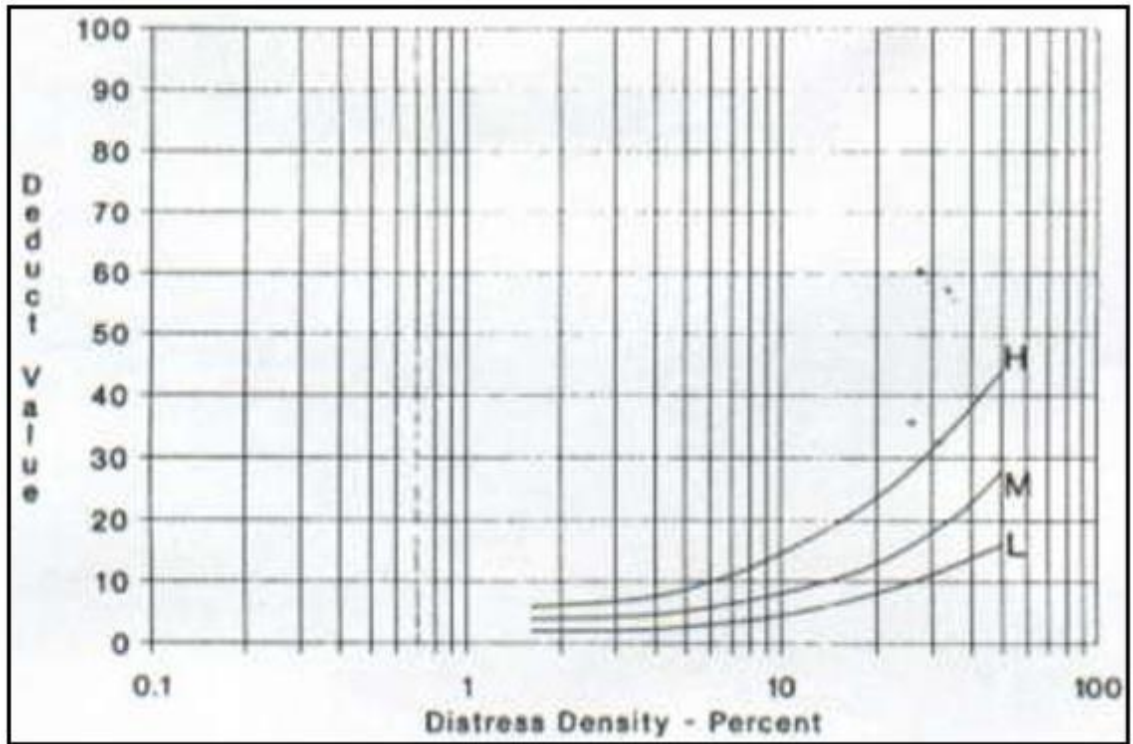
7. Grieta de Borde



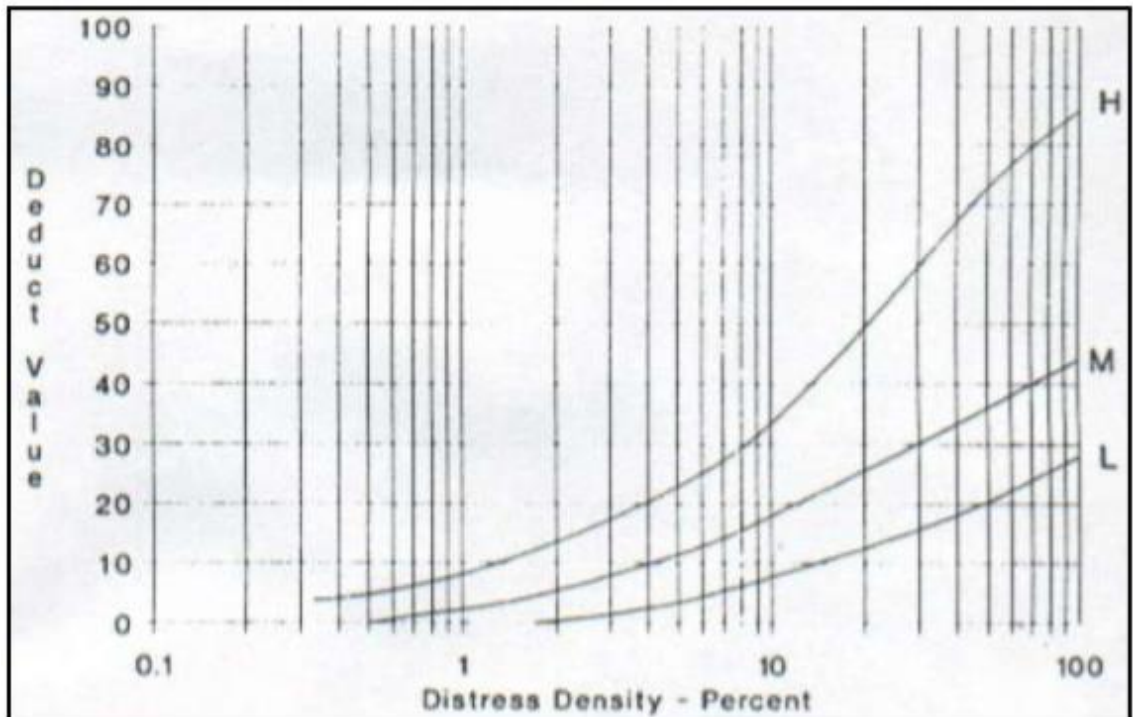
8. Grieta de Reflexión de Junta



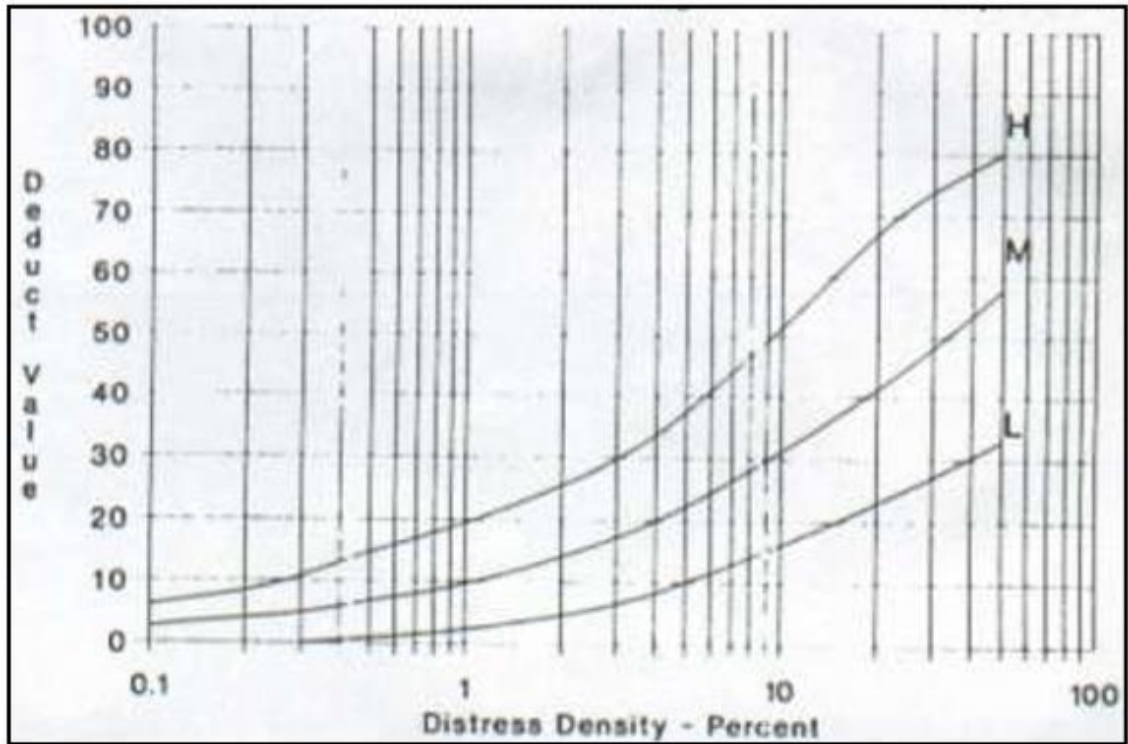
9. Desnivel Carril – Berma



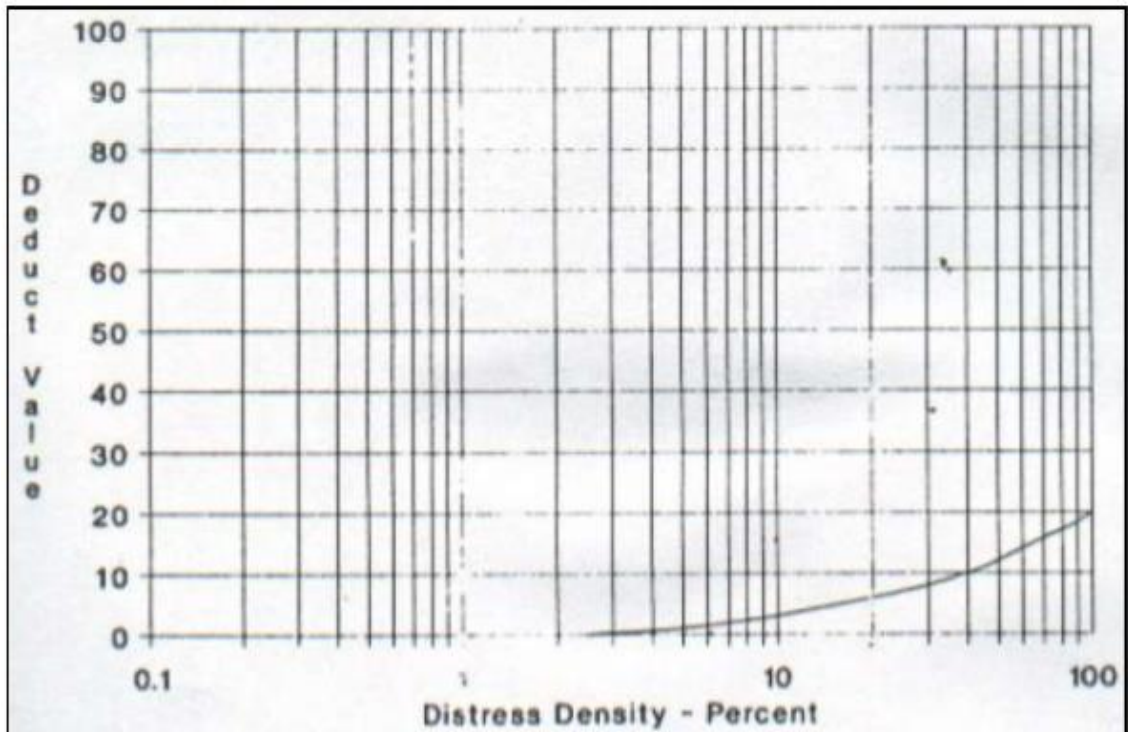
10. Grietas Longitudinales y Transversales



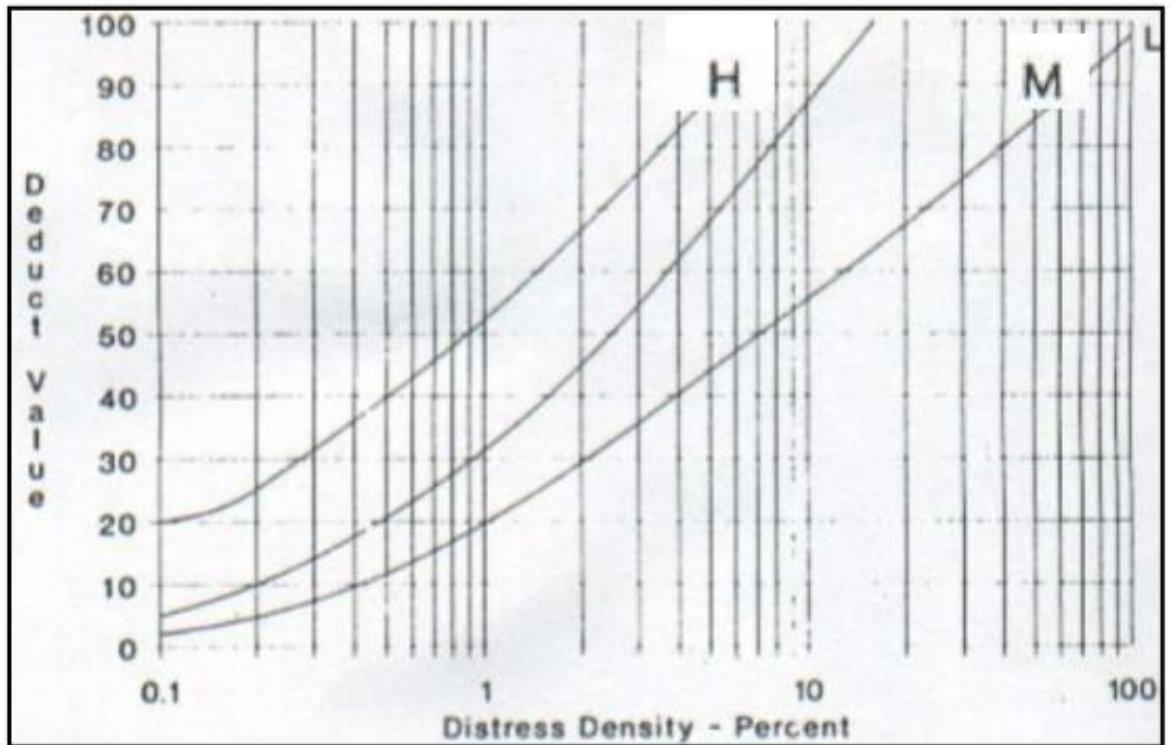
11. Parcheo



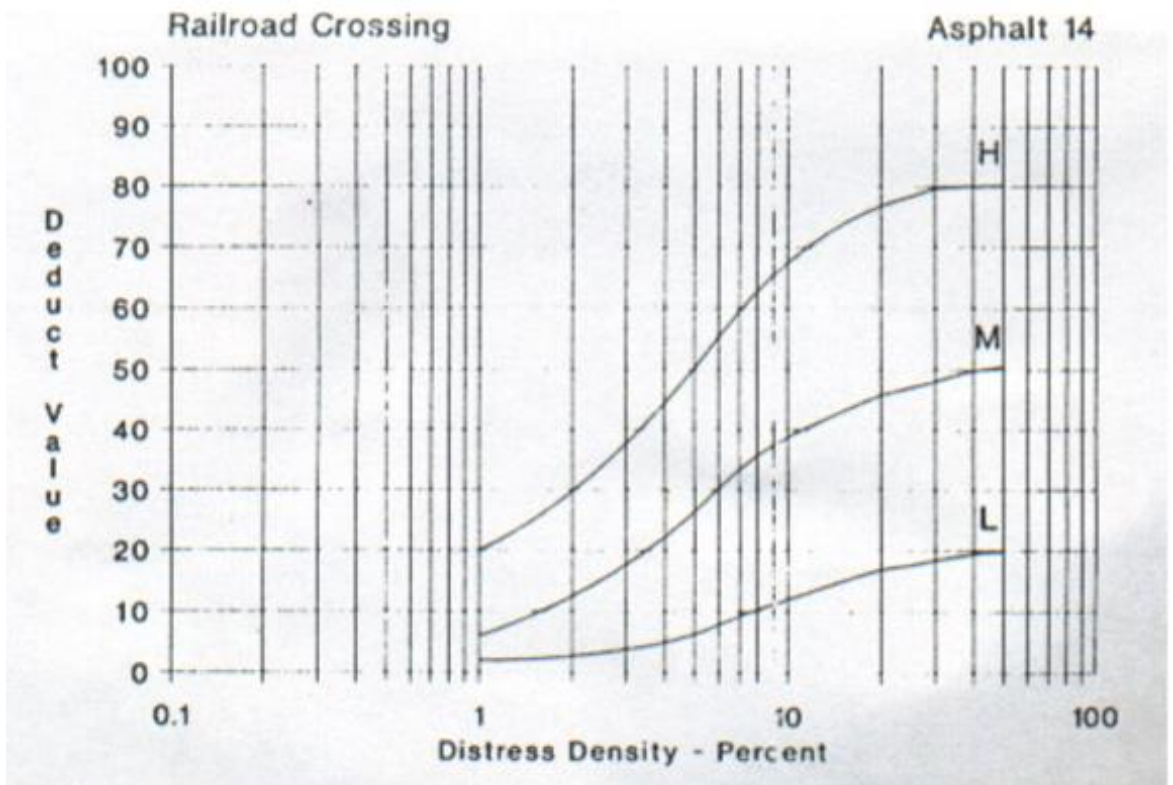
12. Pulimiento de Agregados



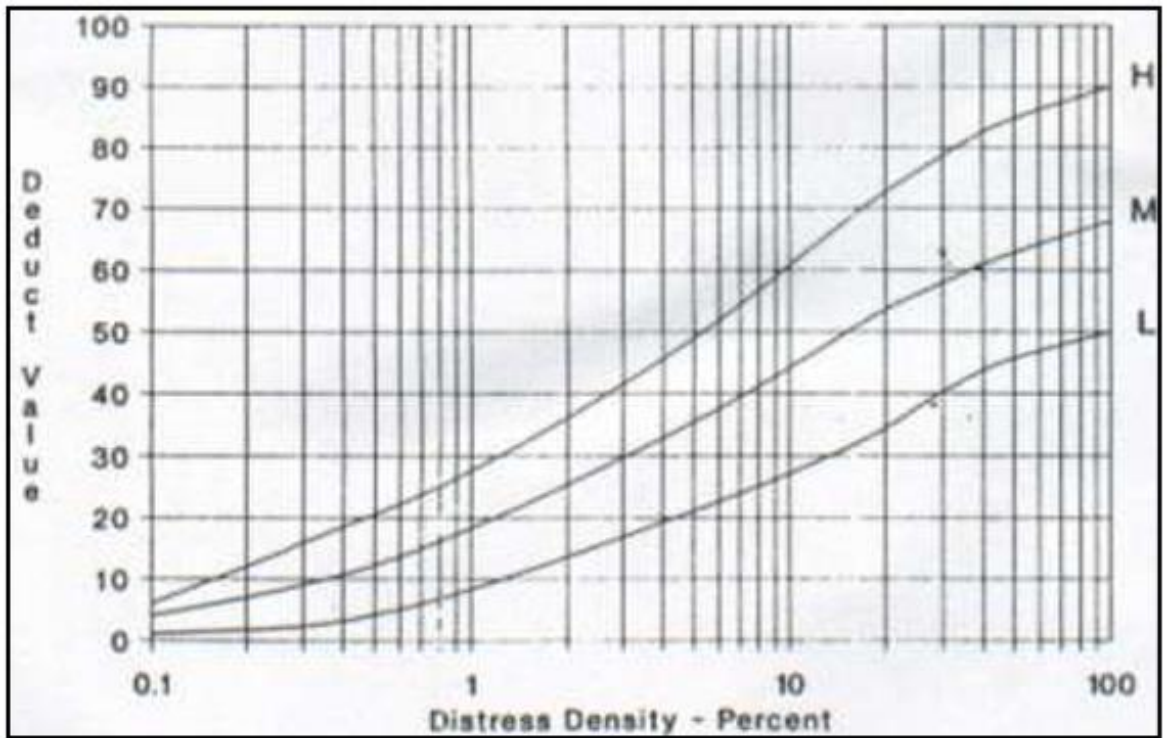
13. Huecos



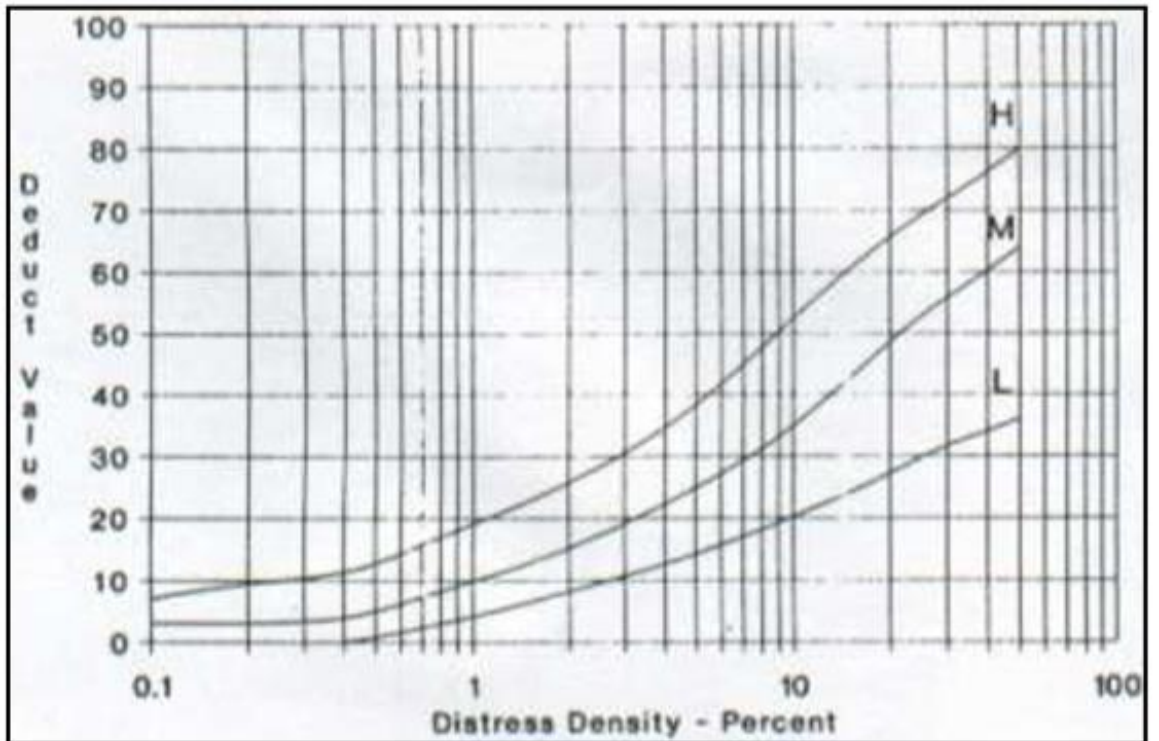
14. Cruce de Línea Ferrea



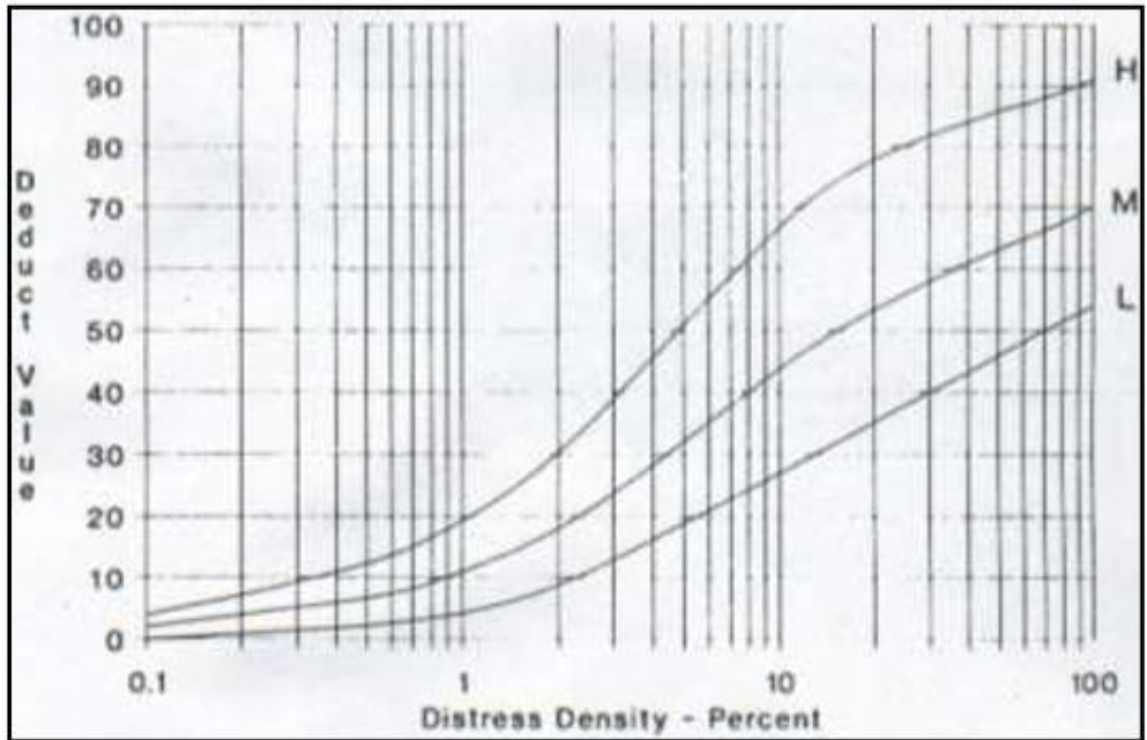
15. Ahuellamientos



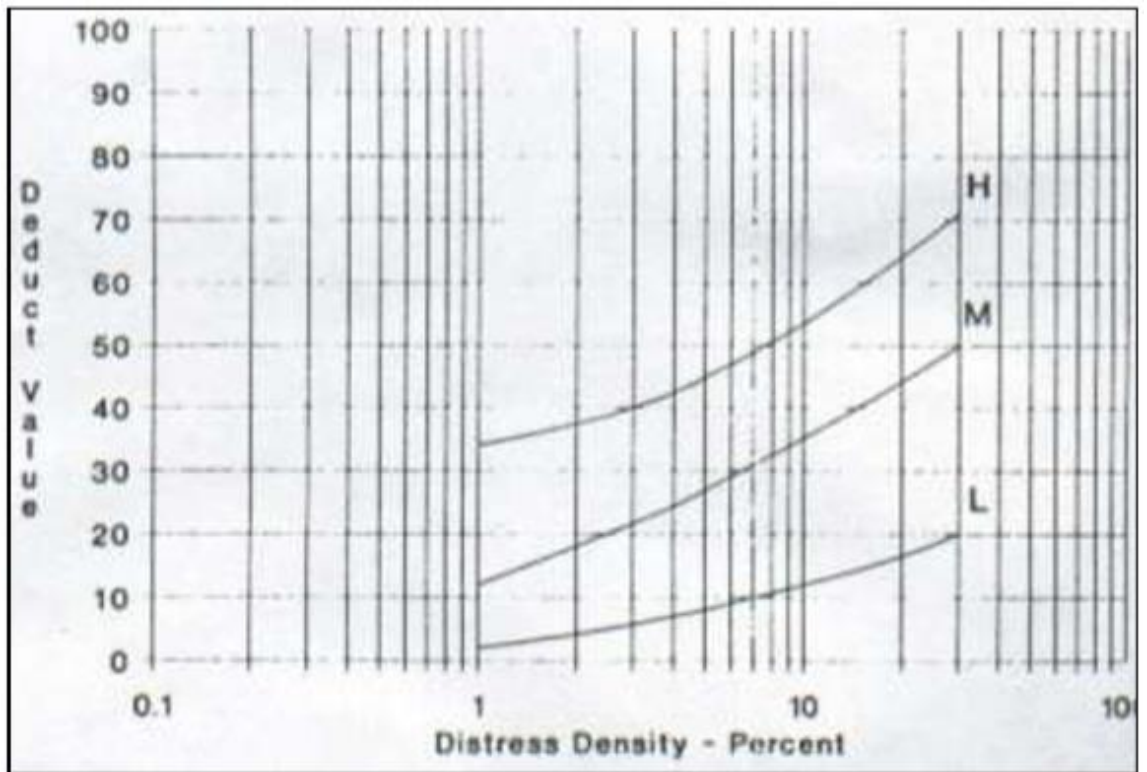
16. Desplazamiento



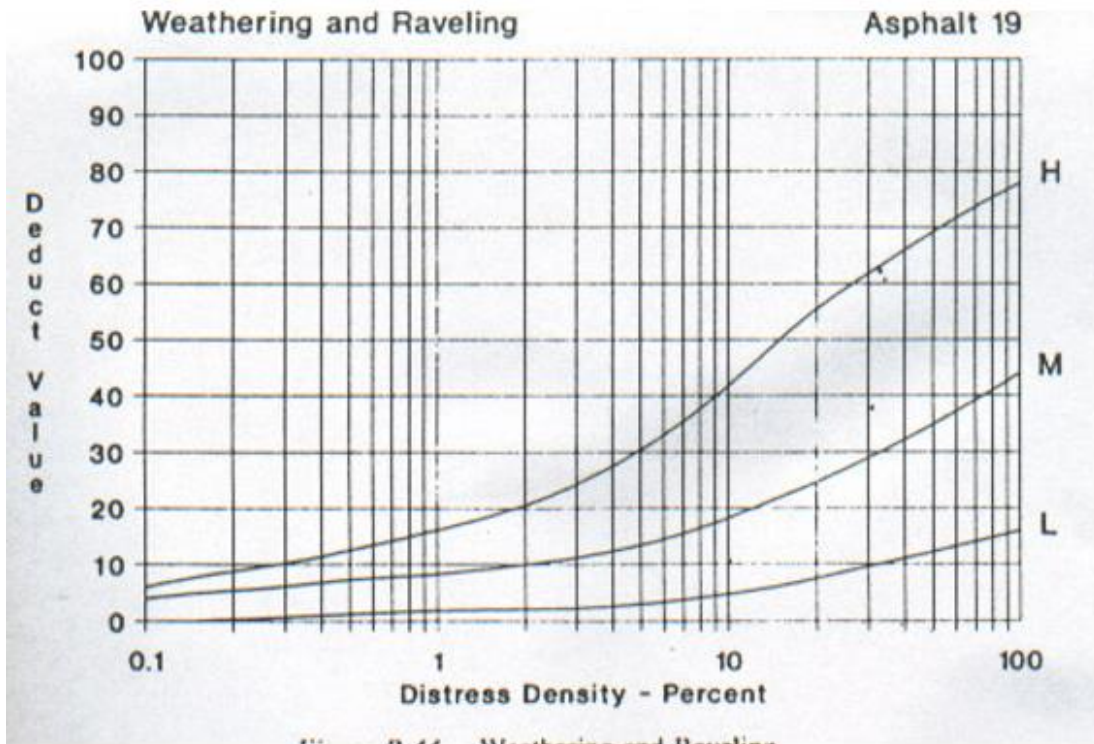
17. Grieta Parabólica



18. Hinchamiento



19. Desprendimiento de Agregados



D - 16. Fotografías Toma de Datos en Campo PCI.



Ubicación de la sección y reconocimiento de las fallas existentes sobre la capa de rodadura.



Medición de todas las fallas existentes en la unidad de muestreo.



Toma de datos en las secciones más críticas vía.



Toma de datos en las secciones más críticas vía.

ANEXO E
ESTUDIO DE SUELOS

MUESTRA #1

SUBRASANTE

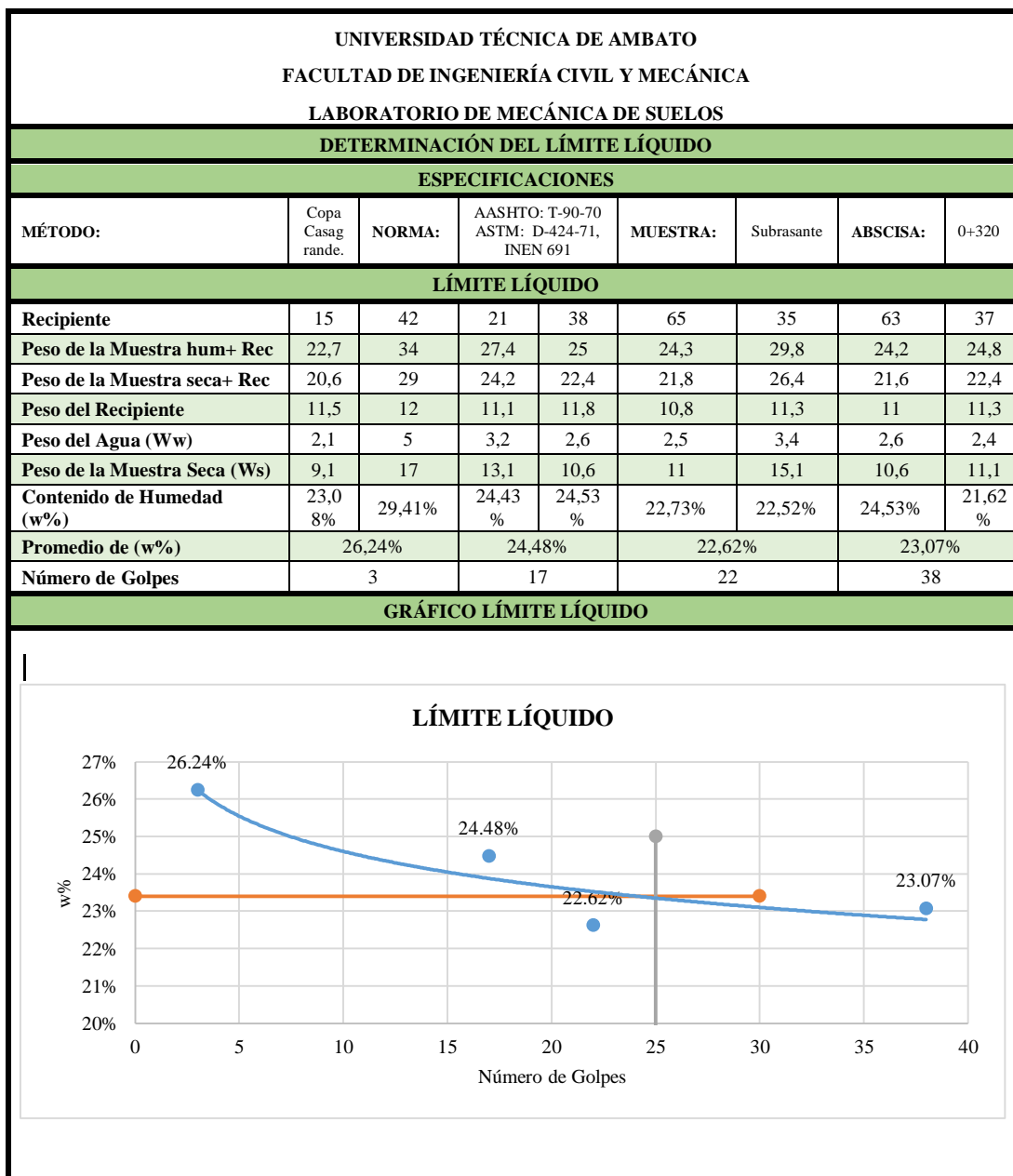
UBICACIÓN

Abscisa: Km 0+320

ENSAYOS

- Límites Atterberg
- Granulometría
- Compactación Proctor
- CBR
- Penetración para CBR

E - 1.Determinación Límite Líquido.



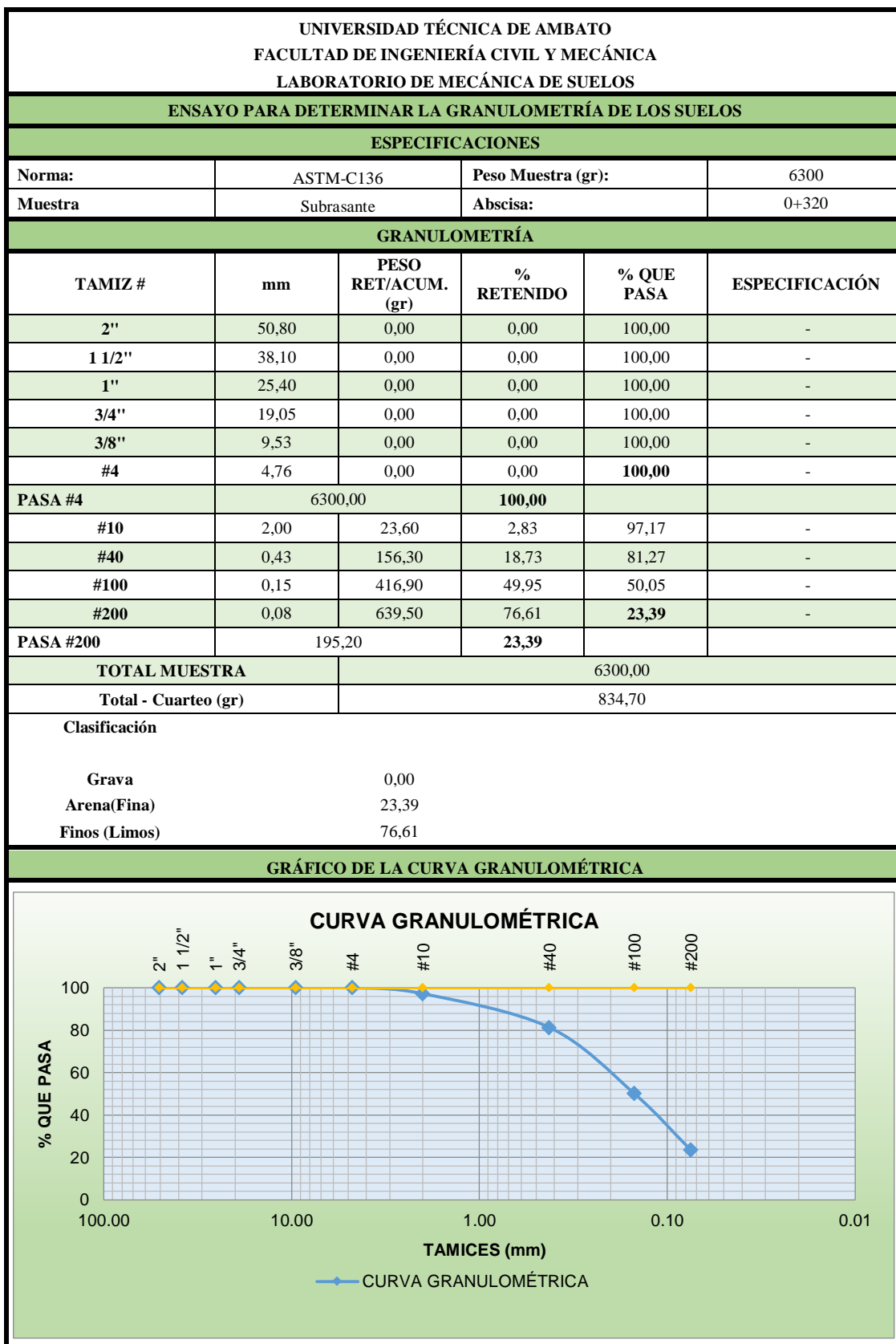
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 2. Determinación Límite Plástico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
ESPECIFICACIONES						
NORMA:	AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-59- 74, INEN 691		MUESTRA:	Subrasante	ABSCISA:	0+320
LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	16	7	13	18	14	4
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	11,60	11,20	11,10	11,40	11,70	12,30
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	11,40	11,10	11,00	11,30	11,50	12,10
Peso del recipiente (Wr)	10,70	10,50	10,60	10,70	10,60	11,10
Peso de Agua (Ww)	0,20	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20
Peso muestra seca (Ws)	0,70	0,60	0,40	0,60	0,90	1,00
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	28,57%	16,67%	25,00%	16,67%	22,22%	20,00%
Promedio W% (L.P)	21,52%					
IP=LL - LP	0,019					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 3. Granulometría de Suelos.



Fuente: Jhon Bautista
 Realizado por: Jhon Bautista

E - 4. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15600 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Muestra	Subrasante			
Abscisa	0+320	Normas:	AASHTO	T-180	Método	B		
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000	
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad Inicial Añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso Suelo + Recipiente	19500	19750	19850	20050				
Peso del Recipiente	15600	15600	15600	15600				
Peso de la Masa De Suelo (Wm)	3900	4150	4250	4450				
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la Muestra	12,4	12,4	12,4	12,4				
Diámetro de la Muestra	15,1	15,1	15,1	15,1				
Volumen de la Muestra (Vm)	2220,58	2220,58	2220,58	2220,58				
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº Recipiente	67	65	51	63	12	59	70	53
Peso Húmedo + Recipiente (Wm+Wr)	142,7	140,2	141,7	119,7	117,2	131,4	162	162,3
Peso Seco + Recipiente (Ws+Wr)	137,1	135,7	134,2	112,6	107,2	120,7	146	142,4
Peso del Recipiente Wr	30,2	31	30,2	31,1	25,2	30	57,4	30,8
Peso Agua (Ww)	5,6	4,5	7,5	7,1	10	10,7	16	19,9
Peso de la Muestra Seca (ws)	106,9	104,7	104	81,5	82	90,7	88,6	111,6
Contenido de Humedad w%	5,24%	4,30%	7,21%	8,71%	12,20%	11,80%	18,06%	17,83%
Contenido de Humedad Promedio	4,77%		7,96%		12,00%		17,95%	
4) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1,756		1,869		1,914		2,004	
5) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1,676		1,731		1,709		1,699	
6) GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA

γ_dmax = 1,726

w% ÓPTIMO = 11,9%

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 5. Determinación del valor de CBR.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%):	11,90%		
Muestra	Subrasante		Abscisa:	0+320		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	C - 1		C - 2	C - 3		
N° de Capas	5		5	5		
N° de Golpes	56		27	11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo		Antes del Remojo	Antes del Remojo		
P. Hum. + Molde	19900		20450	20900		
Peso Molde	15250		16000	16500		
P. Húmedo	4650		4500	4400		
Volumen Muestra	2286,38		2310,60	2295,42		
Densidad Humedad	2,034		1,948	1,917		
Densidad Seca	1,820		1,728	1,726		
Den. Seca Prom.	1,820		1,728	1,726		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	21	40	49	3	69	10
P. Hum. + Recipiente	125,3	121	112,4	116,7	129,8	145,2
P. Seco + Recipiente	114,9	110,9	103,9	105,8	119,8	133,4
Peso Recipiente	27,6	24	30,5	26,7	30,5	25
Peso Agua	10,4	10,1	8,5	10,9	10	11,8
Peso de Sólidos	87,3	86,9	73,4	79,1	89,3	108,4
Contenido Humedad %	11,91%	11,62%	11,58%	13,78%	11,20%	10,89%
Con. Hum. Prom. %	11,77%		12,68%		11,04%	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 6. Ensayo de Carga - Penetración.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO															
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					ÁREA DEL PISTÓN = 3 plg ²		NORMA: ASTM D-1883		SUBRASANTE		ABSCISA		0+320		
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
0	0	0.64	25	193.80	64.60			79.80	26.60			45.60	15.20		
1	0	1.27	50	421.80	140.60			171.00	57.00			114.00	38.00		
1	0	1.91	75	627.00	209.00			342.00	114.00			193.80	64.60		
2	0	2.54	100	684.00	228.00	228.00	22.80	342.00	114.00	114.00	11.40	136.80	45.60	45.60	4.56
3	0	3.81	150	1197.00	399.00			741.00	247.00			410.40	136.80		
4	0	5.08	200	1653.00	551.00			1083.00	361.00			558.60	186.20		
5	0	6.35	250	2052.00	684.00			1482.00	494.00			684.00	228.00		
6	0	7.62	300	2622.00	874.00			1881.00	627.00			809.40	269.80		
8	0	10.16	400	3249.00	1083.00			2622.00	874.00			1037.40	345.80		
10	0	12.70	500	3898.80	1299.60			3294.60	1098.20			1231.20	410.40		
CBR Corregido							22.80				11.40				4.56

GRÁFICOS C.B.R.													
DENSIDADES				RESISTENCIAS				DENSIDAD MAX				1.820	
DENSIDAD 56	1.820	gr/cm ³	CBR 56	22.80	%	95% DE DM		1.729	1.729	1.726	1.820		
DENSIDAD 27	1.728	gr/cm ³	CBR 27	11.40	%			0	20	7.5	7.5		
DENSIDAD 11	1.726	gr/cm ³	CBR 11	4.56	%	CBR PUNTUAL		7.50					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

MUESTRA #2

SUBRASANTE

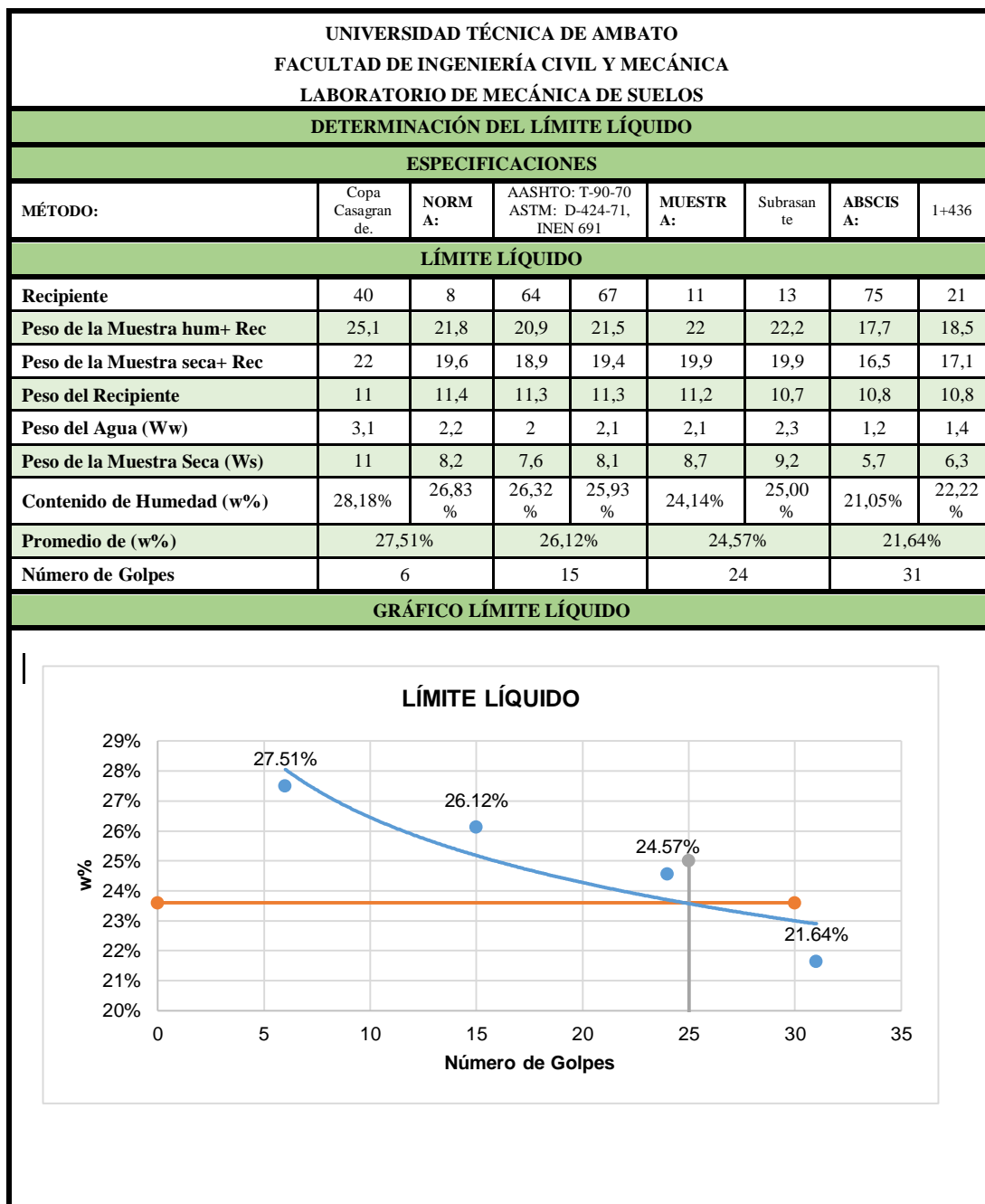
UBICACIÓN

Abscisa: Km 1+436

ENSAYOS

- Límites Atterberg
- Granulometría
- Compactación Proctor
- CBR
- Penetración para CBR

E - 7. Determinación Límite Líquido.



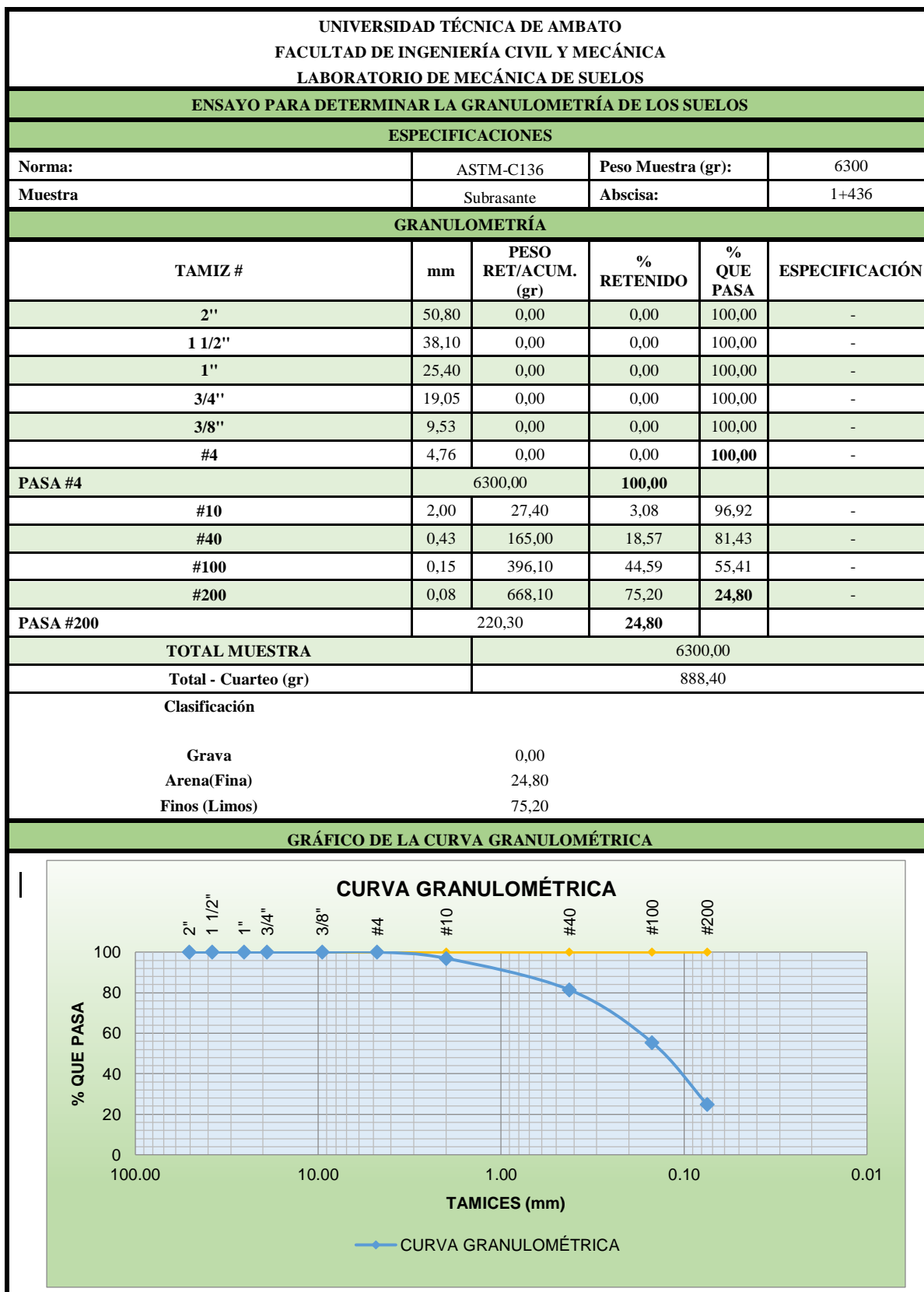
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 8. Determinación Límite Plástico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
ESPECIFICACIONES						
NORMA:	AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-59-74, INEN 691	MUESTRA:	Subrasante	ABSCISA:	1+436	
LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	60	12	2	3	15	49
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	11,20	11,40	11,50	11,60	11,40	7,20
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws + Wr)	11,10	11,30	11,40	11,40	11,30	7,10
Peso del recipiente (Wr)	10,70	10,60	10,70	10,60	10,60	6,20
Peso de Agua (Ww)	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10
Peso muestra seca (Ws)	0,40	0,70	0,70	0,80	0,70	0,90
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25,00%	14,29%	14,29%	25,00%	14,29%	11,11%
Promedio W% (L.P)	17,33%					
IP=LL - LP	0,063					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 9. Granulometría de Suelos.



Fuente: Jhon Bautista
 Realizado por: Jhon Bautista

E - 10. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16800 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Muestra	Subrasante			
Abscisa	1+43 6	Normas :	AASHTO O	T-180	Método	B		
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000	
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
N° Molde	M1		M2		M3		M4	
Humedad Inicial Añadida	3%		6%		9%		12%	
Peso Suelo + Recipiente	20800		21000		21100		21250	
Peso del Recipiente	16800		16800		16800		16800	
Peso de la Masa De Suelo (Wm)	4000		4200		4300		4450	
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la Muestra	12,4		12,4		12,4		12,4	
Diámetro de la Muestra	15,4		15,4		15,4		15,4	
Volumen de la Muestra (Vm)	2309,69		2309,69		2309,69		2309,69	
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
N° Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
N° Recipiente	55	61	58	62	57	56	69	52
Peso Húmedo + Recipiente (Wm+Wr)	138,8	133,5	145,2	139,2	131,6	132,8	118	153
Peso Seco + Recipiente (Ws+Wr)	133,1	127,8	136,4	131,2	121,5	122,8	106	135,8
Peso del Recipiente Wr	30,3	30	30,8	30,5	30,9	30,4	30,5	31
Peso Agua (Ww)	5,7	5,7	8,8	8	10,1	10	12	17,2
Peso de la Muestra Seca (ws)	102,8	97,8	105,6	100,7	90,6	92,4	75,5	104,8
Contenido de Humedad w%	5,54 %	5,83%	8,33%	7,94 %	11,15 %	10,82 %	15,89 %	16,41 %
Contenido de Humedad Promedio	5,69%		8,14%		10,99%		16,15%	
4) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1,732		1,818		1,862		1,927	
5) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_a = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,639		1,682		1,677		1,659	
6) GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA

El gráfico muestra la relación entre el peso volumétrico seco (γ_d) y el contenido de humedad ($w\%$). La curva verde representa los datos experimentales. El punto de máxima densidad se encuentra en $w\% = 11,4\%$ y $\gamma_d = 1,685$ gr/cm³.

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 11. Determinación del valor de CBR.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%):	11,40%		
Muestra	Subrasante		Abscisa:	1+436		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	C - 1		C - 2	C - 3		
N° de Capas	5		5	5		
N° de Golpes	56		27	11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo		Antes del Remojo	Antes del Remojo		
P. Hum. + Molde	19800		20400	20750		
Peso Molde	15250		16000	16500		
P. Húmedo	4550		4400	4250		
Volumen Muestra	2286,38		2310,60	2295,42		
Densidad Humedad	1,990		1,904	1,852		
Densidad Seca	1,780		1,720	1,661		
Den. Seca Prom.	1,780		1,720	1,661		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	25	57	12	24	58	41
P. Hum. + Recipiente	142,5	129,3	122,8	132,6	112,8	105,7
P. Seco + Recipiente	130,1	118,9	112,9	122,6	104,8	96,8
Peso Recipiente	24,3	30,9	25,2	24,4	30,7	23,9
Peso Agua	12,4	10,4	9,9	10	8	8,9
Peso de Sólidos	105,8	88	87,7	98,2	74,1	72,9
Contenido Humedad %	11,72%	11,82%	11,29%	10,18%	10,80%	12,21%
Con. Hum. Prom. %	11,77%		10,74%		11,50%	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 12. Ensayo de Carga – Penetración.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO															
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					ÁREA DEL PISTÓN = 3 plg ²		NORMA: ASTM D-1883			SUBBRASANTE		ABSCISA		1+436	
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
					lb/pulg ²				lb/pulg ²				lb/pulg ²		
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	136.80	45.60			79.80	26.60			45.60	15.20		
1	0	1.27	50	307.80	102.60			205.20	68.40			114.00	38.00		
1	0	1.91	75	513.00	171.00			342.00	114.00			136.80	45.60		
2	0	2.54	100	570.00	190.00	190.00	19.00	364.80	121.60	121.60	12.16	171.00	57.00	57.00	5.70
3	0	3.81	150	1197.00	399.00			741.00	247.00			513.00	171.00		
4	0	5.08	200	1539.00	513.00			1026.00	342.00			798.00	266.00		
5	0	6.35	250	1960.80	653.60			1197.00	399.00			969.00	323.00		
6	0	7.62	300	2280.00	760.00			1368.00	456.00			1117.20	372.40		
8	0	10.16	400	2690.40	896.80			1675.80	558.60			1299.60	433.20		
10	0	12.70	500	3192.00	1064.00			2052.00	684.00			1596.00	532.00		
CBR Corregido											12.16				5.70

GRÁFICOS C.B.R.																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">DENSIDADES</th> <th colspan="3">RESISTENCIAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DENSIDAD 56</td> <td>1.780</td> <td>gr/cm³</td> <td>CBR 56</td> <td>19.00</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD 27</td> <td>1.720</td> <td>gr/cm³</td> <td>CBR 27</td> <td>12.16</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD 11</td> <td>1.661</td> <td>gr/cm³</td> <td>CBR 11</td> <td>5.70</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		DENSIDADES			RESISTENCIAS			DENSIDAD 56	1.780	gr/cm ³	CBR 56	19.00	%	DENSIDAD 27	1.720	gr/cm ³	CBR 27	12.16	%	DENSIDAD 11	1.661	gr/cm ³	CBR 11	5.70	%	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD MAX</th> <th colspan="4">1.780</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95% DE DM</td> <td>1.691</td> <td>1.691</td> <td>1.661</td> <td>1.780</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CBR PUNTUAL</td> <td>0</td> <td>20</td> <td>8.6</td> <td>8.6</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		DENSIDAD MAX		1.780				95% DE DM	1.691	1.691	1.661	1.780		CBR PUNTUAL	0	20	8.6	8.6	
DENSIDADES			RESISTENCIAS																																										
DENSIDAD 56	1.780	gr/cm ³	CBR 56	19.00	%																																								
DENSIDAD 27	1.720	gr/cm ³	CBR 27	12.16	%																																								
DENSIDAD 11	1.661	gr/cm ³	CBR 11	5.70	%																																								
DENSIDAD MAX		1.780																																											
95% DE DM	1.691	1.691	1.661	1.780																																									
CBR PUNTUAL	0	20	8.6	8.6																																									

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

MUESTRA #3

SUBRASANTE

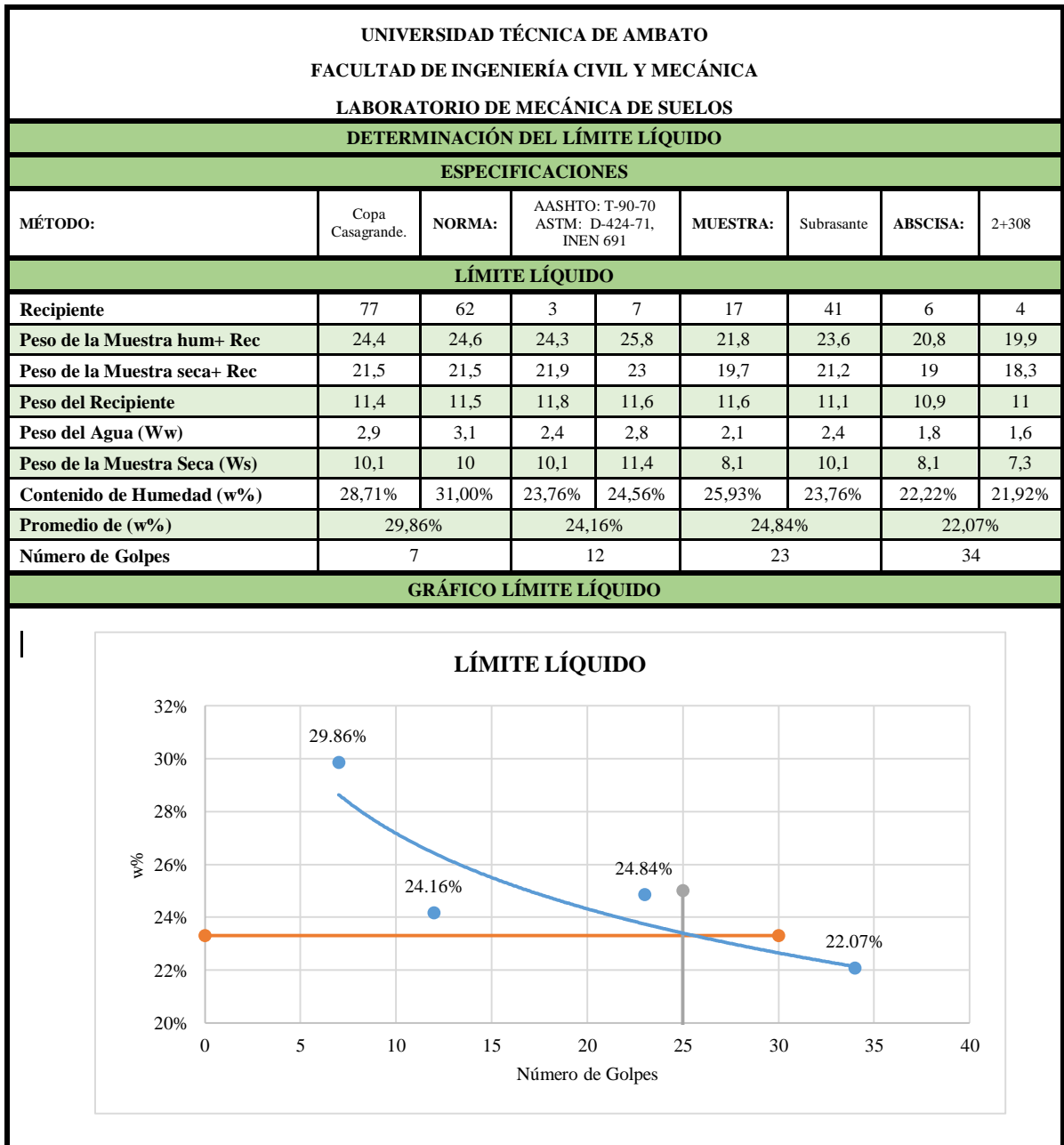
UBICACIÓN

Abscisa: Km 2+308

ENSAYOS

- Límites Atterberg
- Granulometría
- Compactación Proctor
- CBR
- Penetración para CBR

E - 13. Determinación Límite Líquido.



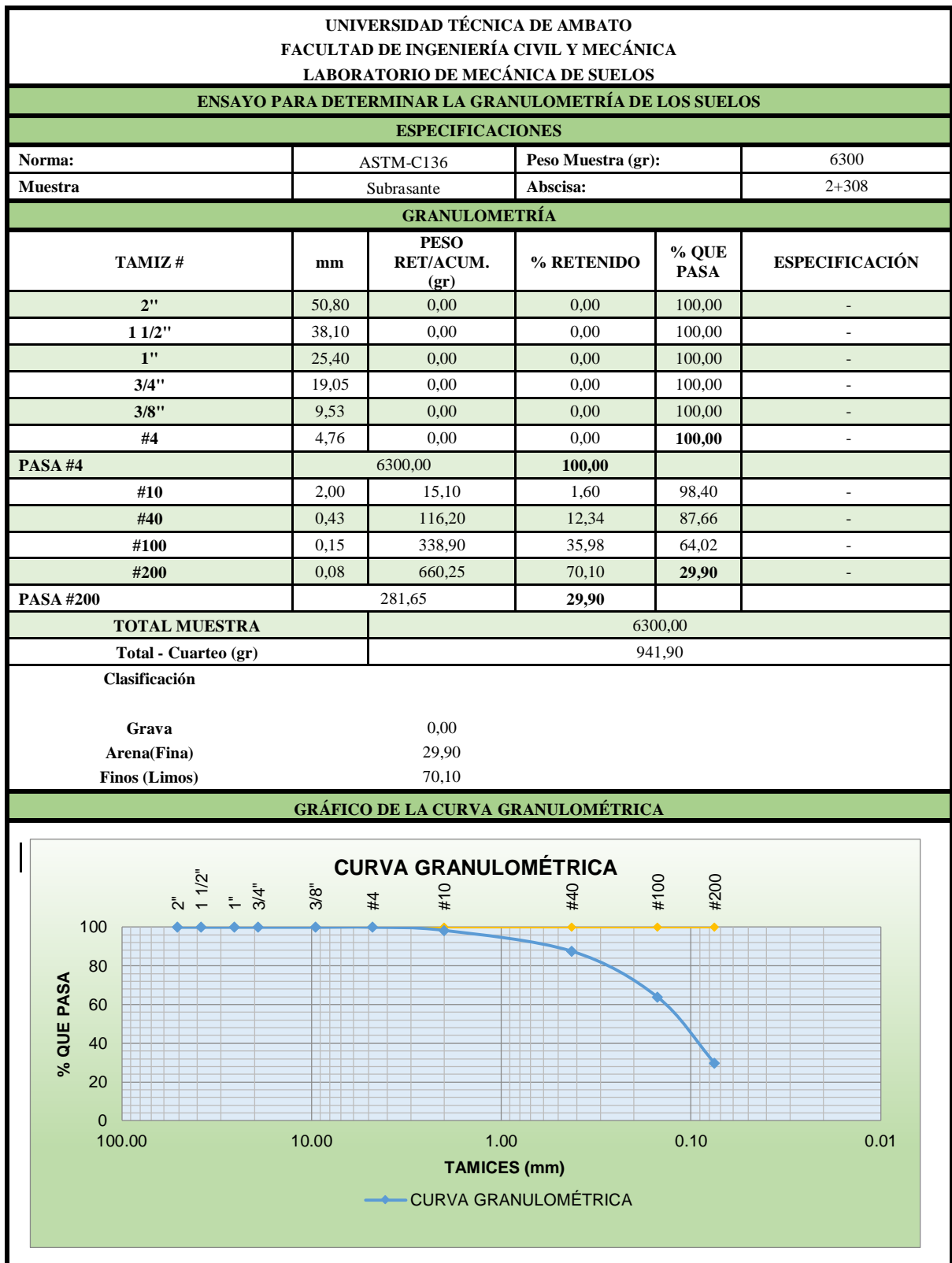
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 14. Determinación Límite Plástico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
ESPECIFICACIONES						
NORMA:	AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-59-74, INEN 691		MUESTRA:	Subrasante	ABSCISA:	2+308
LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	17	60	7	44	99	50
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	11,50	12,30	7,80	7,00	6,60	6,50
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	11,40	11,90	7,40	6,90	6,50	6,40
Peso del recipiente (Wr)	10,90	10,50	6,00	6,20	5,80	5,90
Peso de Agua (Ww)	0,10	0,40	0,40	0,10	0,10	0,10
Peso muestra seca (Ws)	0,50	1,40	1,40	0,70	0,70	0,50
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	20,00%	28,57%	28,57%	14,29%	14,29%	20,00%
Promedio W% (L.P)	20,95%					
IP=LL - LP	0,023					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 15. Granulometría de Suelos.



Fuente: Jhon Bautista
 Realizado por: Jhon Bautista

E - 16. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15600 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Muestra	Subrasante			
Abscisa	2+308	Normas:	AASHTO	T-180	Método	B		
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000	
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1		M2		M3		M4	
Humedad Inicial Añadida	3%		6%		9%		12%	
Peso Suelo + Recipiente	19350		19500		19600		19700	
Peso del Recipiente	15600		15600		15600		15600	
Peso de la Masa De Suelo (Wm)	3750		3900		4000		4100	
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la Muestra	12,4		12,4		12,4		12,4	
Diámetro de la Muestra	15,1		15,1		15,1		15,1	
Volumen de la Muestra (Vm)	2220,58		2220,58		2220,58		2220,58	
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº Recipiente	66	54	49	11	40	36	68	50
Peso Húmedo + Recipiente (Wm+Wr)	139,2	145,9	131	118	144,1	129	126,5	122,5
Peso Seco + Recipiente (Ws+Wr)	135,5	141,8	124	112,4	133,1	120,3	114,9	111,2
Peso del Recipiente Wr	30,7	30,5	30,5	30,7	24	24,7	30,6	31,1
Peso Agua (Ww)	3,7	4,1	7	5,6	11	8,7	11,6	11,3
Peso de la Muestra Seca (ws)	104,8	111,3	93,5	81,7	109,1	95,6	84,3	80,1
Contenido de Humedad w%	3,53%	3,68%	7,49%	6,85%	10,08%	9,10%	13,76%	14,11%
Contenido de Humedad Promedio	3,61%		7,17%		9,59%		13,93%	
4) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1,689		1,756		1,801		1,846	
5) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,630		1,639		1,644		1,621	
6) GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA

γ_{max} = 1,642

W% ÓPTIMO = 8,5%

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 17. Determinación del valor de CBR.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%):	8,50%		
Muestra	Subrasante		Abscisa:	2+308		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	C - 1		C - 2	C - 3		
Nº de Capas	5		5	5		
Nº de Golpes	56		27	11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo		Antes del Remojo	Antes del Remojo		
P. Hum. + Molde	19200		19700	20100		
Peso Molde	15250		16000	16500		
P. Húmedo	3950		3700	3600		
Volumen Muestra	2286,38		2310,60	2295,42		
Densidad Humedad	1,728		1,601	1,568		
Densidad Seca	1,587		1,473	1,440		
Den. Seca Prom.	1,587		1,473	1,440		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	45	21	33	8	13	19
P. Hum. + Recipiente	130,3	138,2	120,8	101,2	127,7	122,1
P. Seco + Recipiente	121,9	128,9	113,4	95	119,4	114
Peso Recipiente	23,4	27,6	25	26,7	22,7	26,5
Peso Agua	8,4	9,3	7,4	6,2	8,3	8,1
Peso de Sólidos	98,5	101,3	88,4	68,3	96,7	87,5
Contenido Humedad %	8,53%	9,18%	8,37%	9,08%	8,58%	9,26%
Con. Hum. Prom. %	8,85%		8,72%		8,92%	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 18. Ensayo de Carga - Penetración.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO															
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					ÁREA DEL PISTÓN = 3 plg ²		NORMA: ASTM D-1883		SUBRASA NTE		ABSCISA		2+308		
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²	%	lb	lb/pulg ²	%	lb	lb/pulg ²	%			
0	0	0.04	25	171.00	57.00		68.40	22.80		34.20	11.40				
1	0	1.27	50	364.80	121.60		182.40	60.80		45.60	15.20				
1	0	1.91	75	387.60	129.20		228.00	76.00		68.40	22.80				
2	0	2.54	100	456.00	152.00	152.00	250.80	83.60	83.60	79.80	26.60	26.60	2.66		
3	0	3.81	150	912.00	304.00		570.00	190.00		228.00	76.00				
4	0	5.08	200	1527.60	509.20		729.60	243.20		387.60	129.20				
5	0	6.35	250	1960.80	653.60		866.40	288.80		467.40	155.80				
6	0	7.62	300	2280.00	760.00		1014.60	338.20		558.60	186.20				
8	0	10.16	400	2872.80	957.60		1276.80	425.60		706.80	235.60				
10	0	12.70	500	3363.00	1121.00		1459.20	486.40		843.60	281.20				
CBR Corregido															
						15.20				8.36					2.66

GRÁFICOS C.B.R.													
DENSIDADES				RESISTENCIAS				DENSIDAD MAX				1.587	
DENSIDAD 56	1.587	gr/cm ³	CBR 56	15.20	%	95% DE DM	1.508	1.508	1.440	1.587			
DENSIDAD 27	1.473	gr/cm ³	CBR 27	8.36	%	CBR PUNTUAL	0	20	8.8	8.8			
DENSIDAD 11	1.440	gr/cm ³	CBR 11	2.66	%								

Fuente: Jhon Bautista
 Realizado por: Jhon Bautista

MUESTRA #4

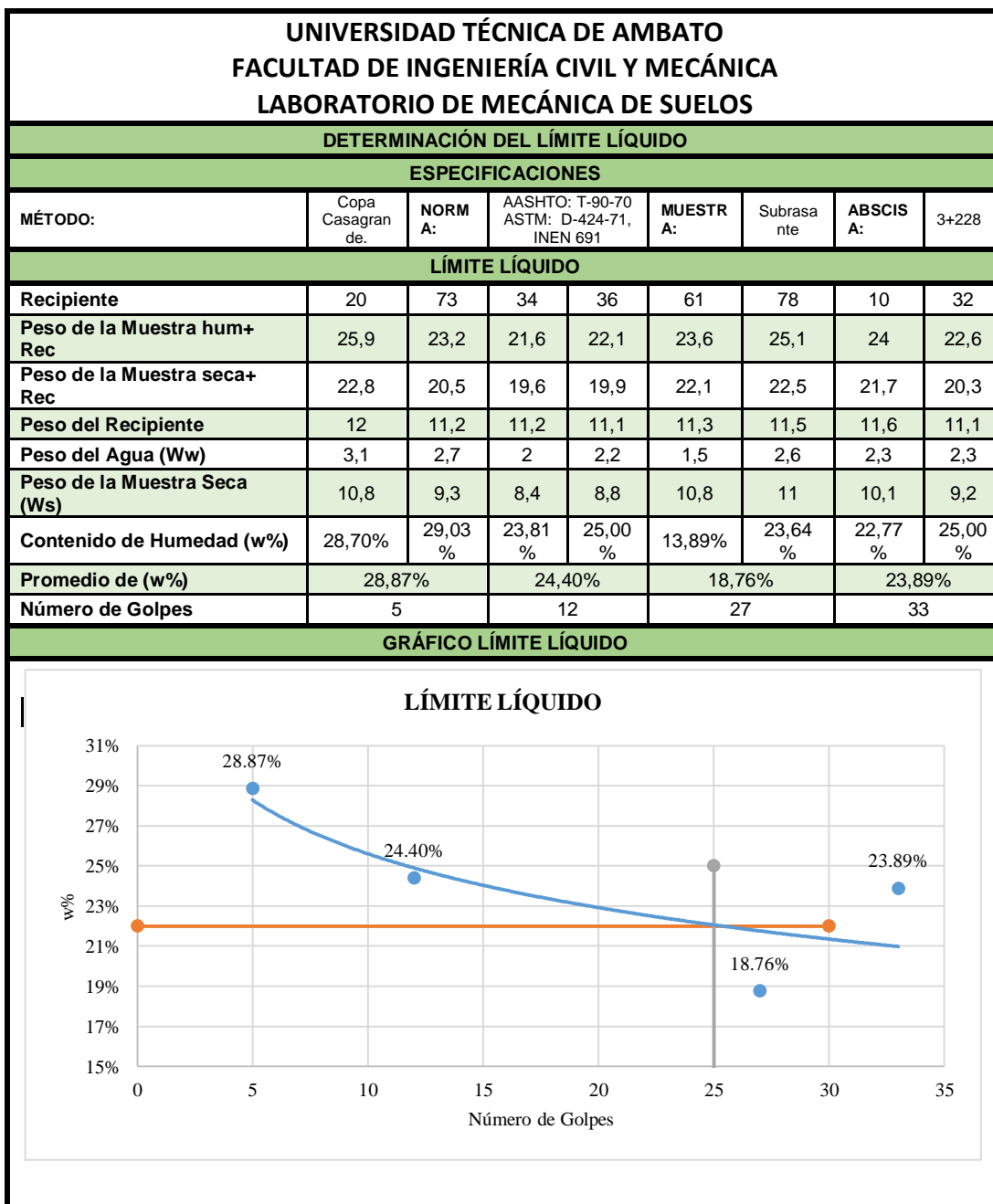
SUBRASANTE

UBICACIÓN

Abscisa: Km 3+228

ENSAYOS

- Límites Atterberg
- Granulometría
- Compactación Proctor
- CBR
- Penetración para CBR



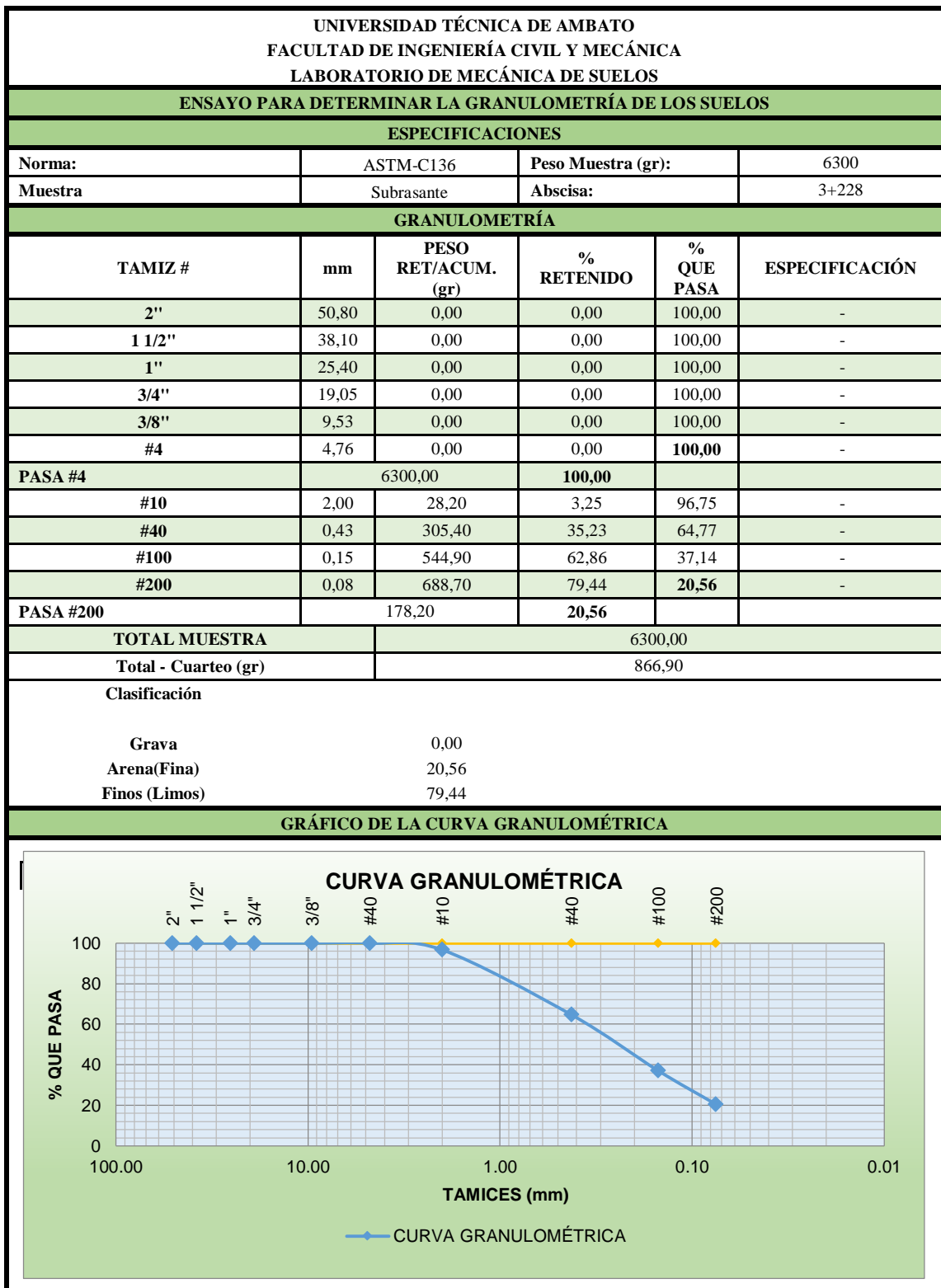
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 20. Determinación Límite Plástico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
ESPECIFICACIONES						
NORMA:	AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-59-74, INEN 691	MUESTRA:	Subrasante	ABSCISA:	3+228	
LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	39	61	47	1	10	11
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	11,50	6,50	7,60	11,70	12,50	11,70
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	11,40	6,40	7,40	11,50	12,10	11,50
Peso del recipiente (Wr)	10,60	6,00	6,10	10,60	10,60	10,60
Peso de Agua (Ww)	0,10	0,10	0,20	0,20	0,40	0,20
Peso muestra seca (Ws)	0,80	0,40	1,30	0,90	1,50	0,90
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	12,50%	25,00%	15,38%	22,22%	26,67%	22,22%
Promedio W% (L.P)	20,67%					
IP=LL - LP	0,013					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 21. Granulometría de Suelos.



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 22. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16800 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Muestra	Subrasante			
Abscisa	3+228	Normas:	AASHTO T-180	Método	B			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
N° Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad Inicial Añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso Suelo + Recipiente	21000	21100	21300	21350				
Peso del Recipiente	16800	16800	16800	16800				
Peso de la Masa De Suelo (Wm)	4200	4300	4500	4550				
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la Muestra	12,4	12,4	12,4	12,4				
Diámetro de la Muestra	15,4	15,4	15,4	15,4				
Volumen de la Muestra (Vm)	2309,69	2309,69	2309,69	2309,69				
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
N° Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
N° Recipiente	42	10	26	32	19	30	41	21
Peso Húmedo + Recipiente (Wm+Wr)	149,5	146,9	134,2	131,8	147,7	137,7	153,3	148,3
Peso Seco + Recipiente (Ws+Wr)	141	138,6	124,1	122,3	134,6	125,9	135,5	132
Peso del Recipiente Wr	24,7	23,5	23,1	26,4	26,4	24,2	23,9	27,5
Peso Agua (Ww)	8,5	8,3	10,1	9,5	13,1	11,8	17,8	16,3
Peso de la Muestra Seca (ws)	116,3	115,1	101	95,9	108,2	101,7	111,6	104,5
Contenido de Humedad w%	7,31%	7,21%	10,00%	9,91%	12,11%	11,60%	15,95%	15,60%
Contenido de Humedad Promedio	7,26%		9,95%		11,85%		15,77%	
4) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1,818		1,862		1,948		1,970	
5) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1,695		1,693		1,742		1,702	
6) GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA

El gráfico muestra la relación entre el contenido de humedad (w%) y el peso volumétrico seco (γ_d) en gr/cm³. La curva verde representa los datos experimentales. El punto máximo de la curva está marcado con una línea horizontal naranja que indica un γ_d máximo de 1,723 gr/cm³. Una línea vertical naranja indica el contenido de humedad óptimo de 12%.

Contenido de Humedad w%	Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)
7,31%	1,695
7,21%	1,693
10,00%	1,693
9,91%	1,693
12,11%	1,742
11,60%	1,702
15,95%	1,702
15,60%	1,702

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 23. Determinación del valor de CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%):	12,00%		
Muestra	Subrasante		Abscisa:	3+228		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	C - 1		C - 2	C - 3		
Nº de Capas	5		5	5		
Nº de Golpes	56		27	11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo		Antes del Remojo	Antes del Remojo		
P. Hum. + Molde	19800		20300	20650		
Peso Molde	15250		16000	16500		
P. Húmedo	4550		4300	4150		
Volumen Muestra	2286,38		2310,60	2295,42		
Densidad Humedad	1,990		1,861	1,808		
Densidad Seca	1,775		1,652	1,609		
Den. Seca Prom.	1,775		1,652	1,609		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	59	69	66	63	60	52
P. Hum. + Recipiente	111,1	104,3	125,2	131,1	108,9	138,2
P. Seco + Recipiente	102,5	96,3	114,4	120	100,2	126,5
Peso Recipiente	30,7	30,7	30,8	30,1	30,7	31
Peso Agua	8,6	8	10,8	11,1	8,7	11,7
Peso de Sólidos	71,8	65,6	83,6	89,9	69,5	95,5
Contenido Humedad %	11,98%	12,20%	12,92%	12,35%	12,52%	12,25%
Con. Hum. Prom. %	12,09%		12,63%		12,38%	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 24. Ensayo de Carga - Penetración.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO															
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					ÁREA DEL PISTÓN = 3 plg ²		NORMA: ASTM D-1883			SUBBRASANTE		ABSCISA		3+228	
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga lb	Presiones		CBR	Q Carga lb	Presiones		CBR	Q Carga lb	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
					lb/pulg ²	%		lb/pulg ²	%			lb/pulg ²	%		
		0.00	0	0.00	0.00			0.00				0.00		0.00	
0	0	0.64	25	114.00	38.00			57.00	19.00			34.20	11.40		
1	0	1.27	50	273.60	91.20			205.20	68.40			91.20	30.40		
1	0	1.91	75	342.00	114.00			228.00	76.00			102.60	34.20		
2	0	2.54	100	433.20	144.40	14.44		262.20	87.40	87.40	8.74	114.00	38.00	38.00	3.80
3	0	3.81	150	1071.60	357.20			570.00	190.00			342.00	114.00		
4	0	5.08	200	1527.60	509.20			1356.60	452.20			1026.00	342.00		
5	0	6.35	250	1972.20	657.40			1824.00	608.00			1721.40	573.80		
6	0	7.62	300	2405.40	801.80			2280.00	760.00			2040.60	680.20		
8	0	10.16	400	3465.60	1155.20			3123.60	1041.20			2964.00	988.00		
10	0	12.70	500	4423.20	1474.40			3876.00	1292.00			3454.20	1151.40		
CBR Corregido							14.44				8.74				3.80

GRÁFICOS C.B.R.															
DENSIDADES				RESISTENCIAS				DENSIDAD MAX				1.775			
DENSIDAD 56	1.775	gr/cm ³	CBR 56	14.44	%	95% DE DM				1.687	1.687	1.609	1.775		
DENSIDAD 27	1.652	gr/cm ³	CBR 27	8.74	%					0	25	9.1	9.1		
DENSIDAD 11	1.609	gr/cm ³	CBR 11	3.80	%	CBR PUNTUAL				9.10					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

MUESTRA #5

MATERIAL GRANULAR

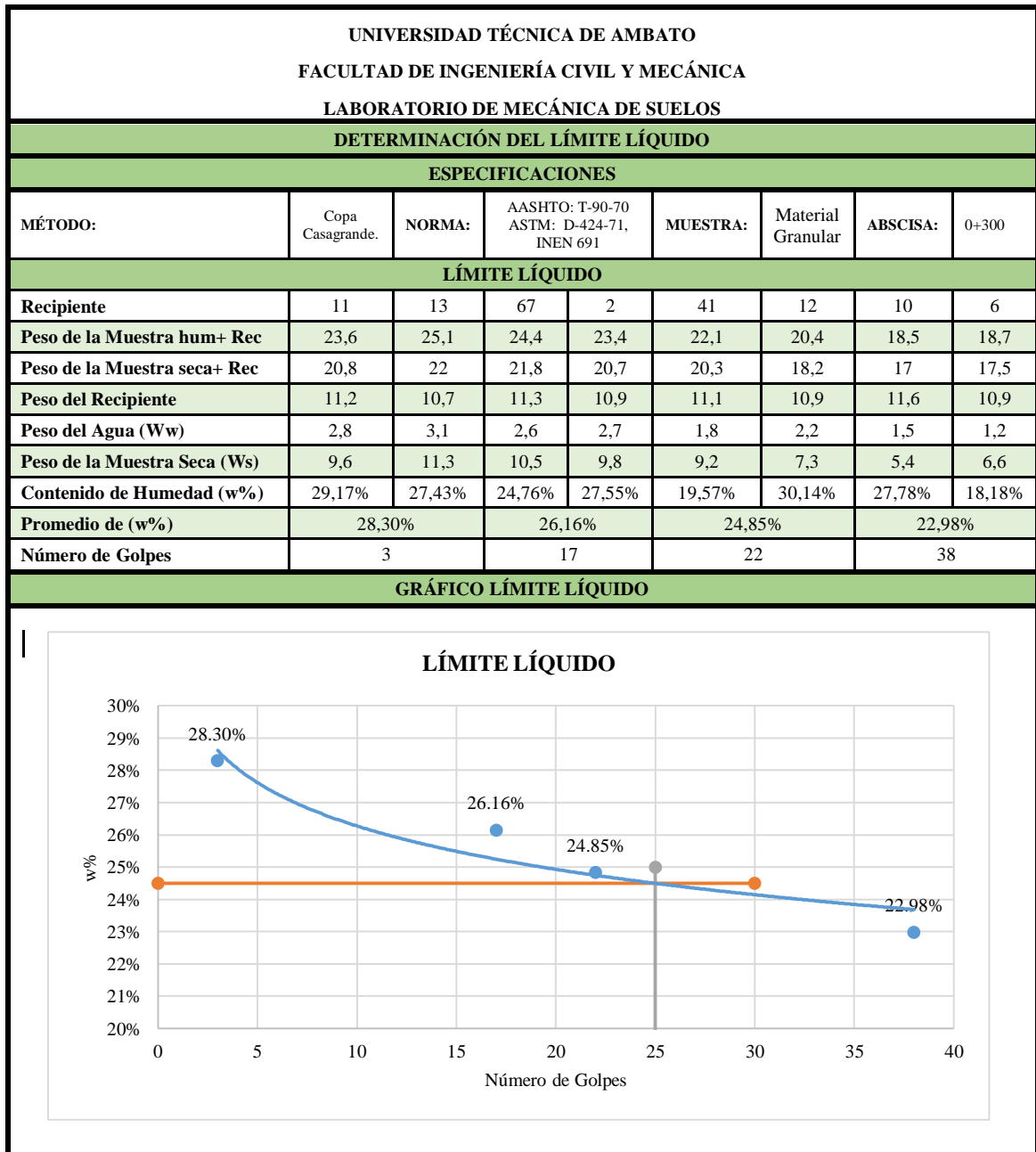
UBICACIÓN

Abscisa: Km 0+320

ENSAYOS

- Límites Atterberg
- Granulometría
- Compactación Proctor
- CBR
- Penetración para CBR

E - 25. Determinación Límite Líquido.



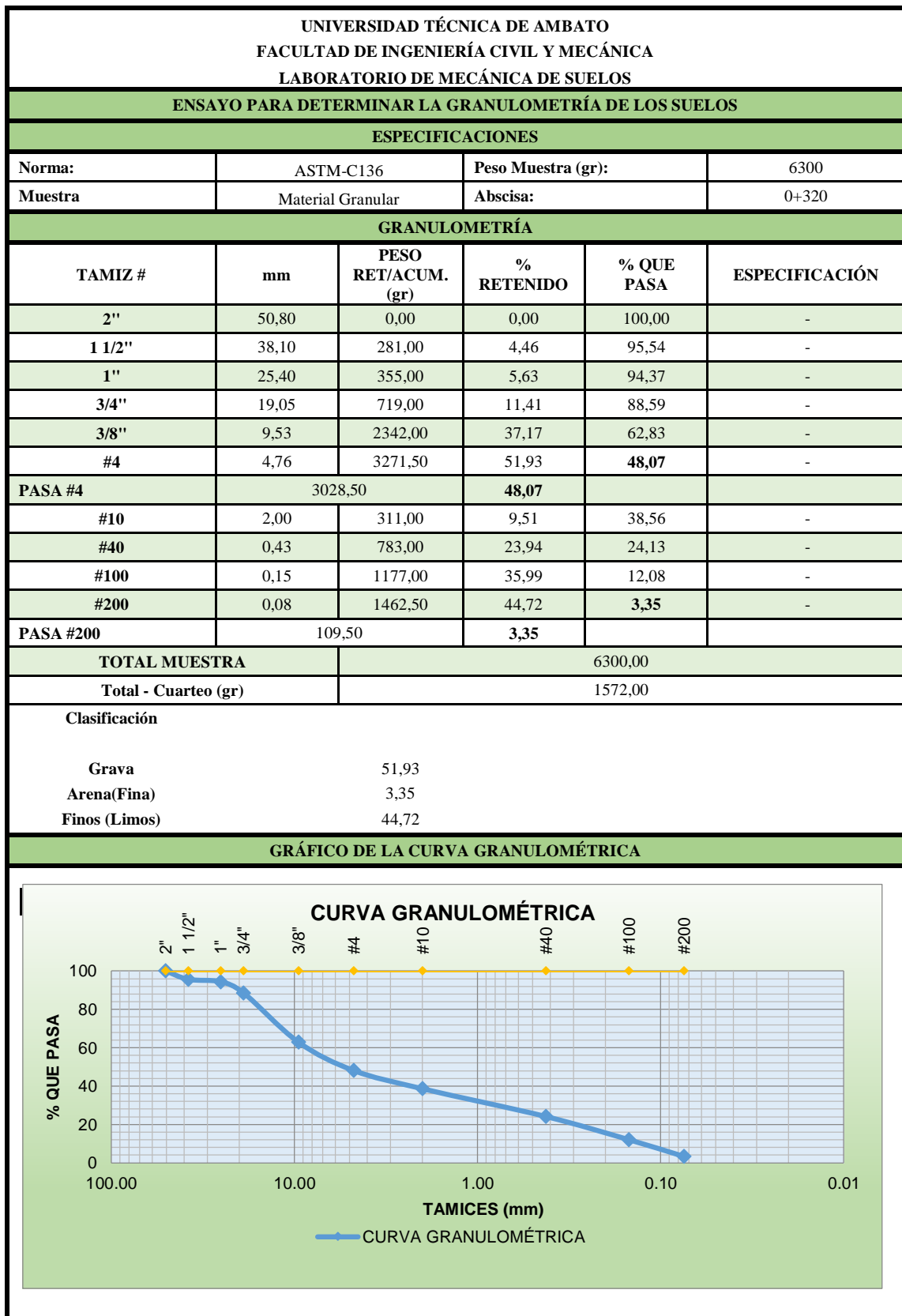
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 26. Determinación Límite Plástico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
ESPECIFICACIONES						
NORMA:	AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-59-74, INEN 691	MUESTRA:	Material Granular	ABSCISA:	0+320	
LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	9	7	11	2	3	49
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	12,50	7,80	8,70	8,40	11,60	6,70
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	12,10	7,50	8,50	8,20	11,40	6,60
Peso del recipiente (Wr)	10,70	6,00	7,40	7,40	10,50	6,20
Peso de Agua (Ww)	0,40	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10
Peso muestra seca (Ws)	1,40	1,50	1,10	0,80	0,90	0,40
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	28,57%	20,00%	18,18%	25,00%	22,22%	25,00%
Promedio W% (L.P)	23,16%					
IP=LL - LP	0,013					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 27. Granulometría de Suelos.



Fuente: Jhon Bautista
 Realizado por: Jhon Bautista

E - 28. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15600 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Muestra	Material Granular			
Abscisa	0+320	Normas:	AASHTO T-180	Método	B			
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad Inicial Añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso Suelo + Recipiente	19800	20000	20200	20250				
Peso del Recipiente	15600	15600	15600	15600				
Peso de la Masa de Suelo (Wm)	4200	4400	4600	4650				
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la Muestra	12,4	12,4	12,4	12,4				
Diámetro de la Muestra	15,1	15,1	15,1	15,1				
Volumen de la Muestra (Vm)	2220,58	2220,58	2220,58	2220,58				
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº Recipiente	57	58	12	10	24	16	2	41
Peso Húmedo + Recipiente (Wm+Wr)	133,9	127	145,6	147,3	153,1	126,4	142,2	147,5
Peso Seco + Recipiente (Ws+Wr)	130,9	124,5	139,1	140,6	142,8	117,2	127,8	134,6
Peso del Recipiente Wr	30,9	30,7	25,2	23,5	24,4	24,3	24	23,9
Peso Agua (Ww)	3	2,5	6,5	6,7	10,3	9,2	14,4	12,9
Peso de la Muestra Seca (ws)	100	93,8	113,9	117,1	118,4	92,9	103,8	110,7
Contenido de Humedad w%	3,00%	2,67%	5,71%	5,72%	8,70%	9,90%	13,87%	11,65%
Contenido de Humedad Promedio	2,83%		5,71%		9,30%		12,76%	
4) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1,891		1,981		2,072		2,094	
5) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1,839		1,874		1,895		1,857	
6) GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA

γ_{max} = 1,893

W% OPTIMO = 8,5%

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 29. Determinación del valor de CBR.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo:	Proctor Modificado	Peso del Martillo:	10 lb			
Norma:	AASHTO T-180	Altura de Caída:	18"			
Peso Muestra (gr):	6000	Cont. De Humedad Óptimo (%)	8,50%			
Muestra	Material Granular	Abscisa:	0+320			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	C - 1	C - 2	C - 3			
Nº de Capas	5	5	5			
Nº de Golpes	56	27	11			
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Antes del Remojo	Antes del Remojo			
P. Hum. + Molde	19900	20600	20800			
Peso Molde	15250	16000	16500			
P. Húmedo	4650	4600	4300			
Volumen Muestra	2286,38	2310,60	2295,42			
Densidad Humedad	2,034	1,991	1,873			
Densidad Seca	1,882	1,850	1,724			
Den. Seca Prom.	1,882	1,850	1,724			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	24	44	42	1	27	40
P. Hum. + Recipiente	135,4	133,1	152,1	142,8	122	141,7
P. Seco + Recipiente	127,2	125	143,4	134,1	114,1	132,5
Peso Recipiente	24,2	26,1	24,7	23,7	25,3	24
Peso Agua	8,2	8,1	8,7	8,7	7,9	9,2
Peso de Sólidos	103	98,9	118,7	110,4	88,8	108,5
Contenido Humedad %	7,96%	8,19%	7,33%	7,88%	8,90%	8,48%
Con. Hum. Prom. %	8,08%		7,60%		8,69%	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 30. Ensayo de Carga - Penetración.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO															
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)										ÁREA DEL PISTÓN = 3 plg ²	NORMA: ASTM D-1883	Material Granular	ABSCISA	0+320	
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3	lb	Leída	Corregida		lb	Leída	Corregida		lb	Leída	Corregida	
				lb/pulg2		%	lb/pulg2		%	lb/pulg2		%	lb/pulg2		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	273.60	91.20			148.20	49.40			91.20	30.40		
1	0	1.27	50	535.80	178.60			399.00	133.00			171.00	57.00		
1	0	1.91	75	843.60	281.20			672.60	224.20			342.00	114.00		
2	0	2.54	100	1197.00	399.00	399.00	39.90	1003.20	334.40	334.40	33.44	467.40	155.80	155.80	15.58
3	0	3.81	150	2006.40	668.80			1664.40	554.80			752.40	250.80		
4	0	5.08	200	2872.80	957.60			2337.00	779.00			957.60	319.20		
5	0	6.35	250	3636.60	1212.20			2941.20	980.40			1151.40	383.80		
6	0	7.62	300	4434.60	1478.20			3534.00	1178.00			1356.60	452.20		
8	0	10.16	400	6042.00	2014.00			4674.00	1558.00			1755.60	585.20		
10	0	12.70	500	7455.60	2485.20			5757.00	1919.00			2154.60	718.20		
CBR Corregido							39.90				33.44				

GRÁFICOS C.B.R.														
DENSIDADES				RESISTENCIAS				DENSIDAD MAX			1.882			
DENSIDAD 56	1.882	gr/cm3		CBR 56	39.90	%		95% DE DM	1.788	1.788	1.724	1.882		
DENSIDAD 27	1.850	gr/cm3		CBR 27	33.44	%			0	35	25	25		
DENSIDAD 11	1.724	gr/cm3		CBR 11	15.58	%			CBR PUNTUAL			25.00		

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

MUESTRA #6

MATERIAL GRANULAR

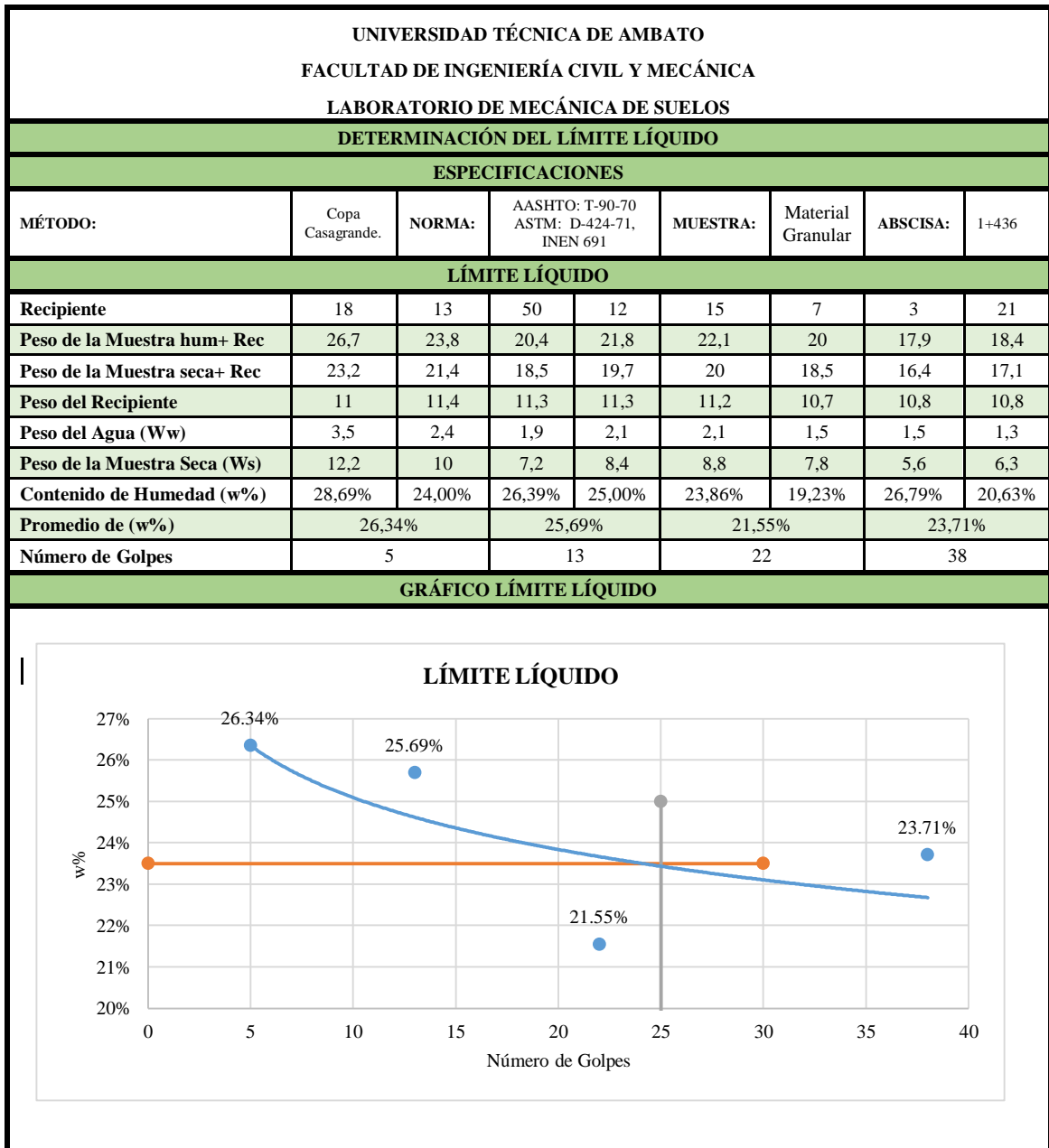
UBICACIÓN

Abscisa: Km 1+436

ENSAYOS

- Límites Atterberg
- Granulometría
- Compactación Proctor
- CBR
- Penetración para CBR

E - 31. Determinación Límite Líquido.

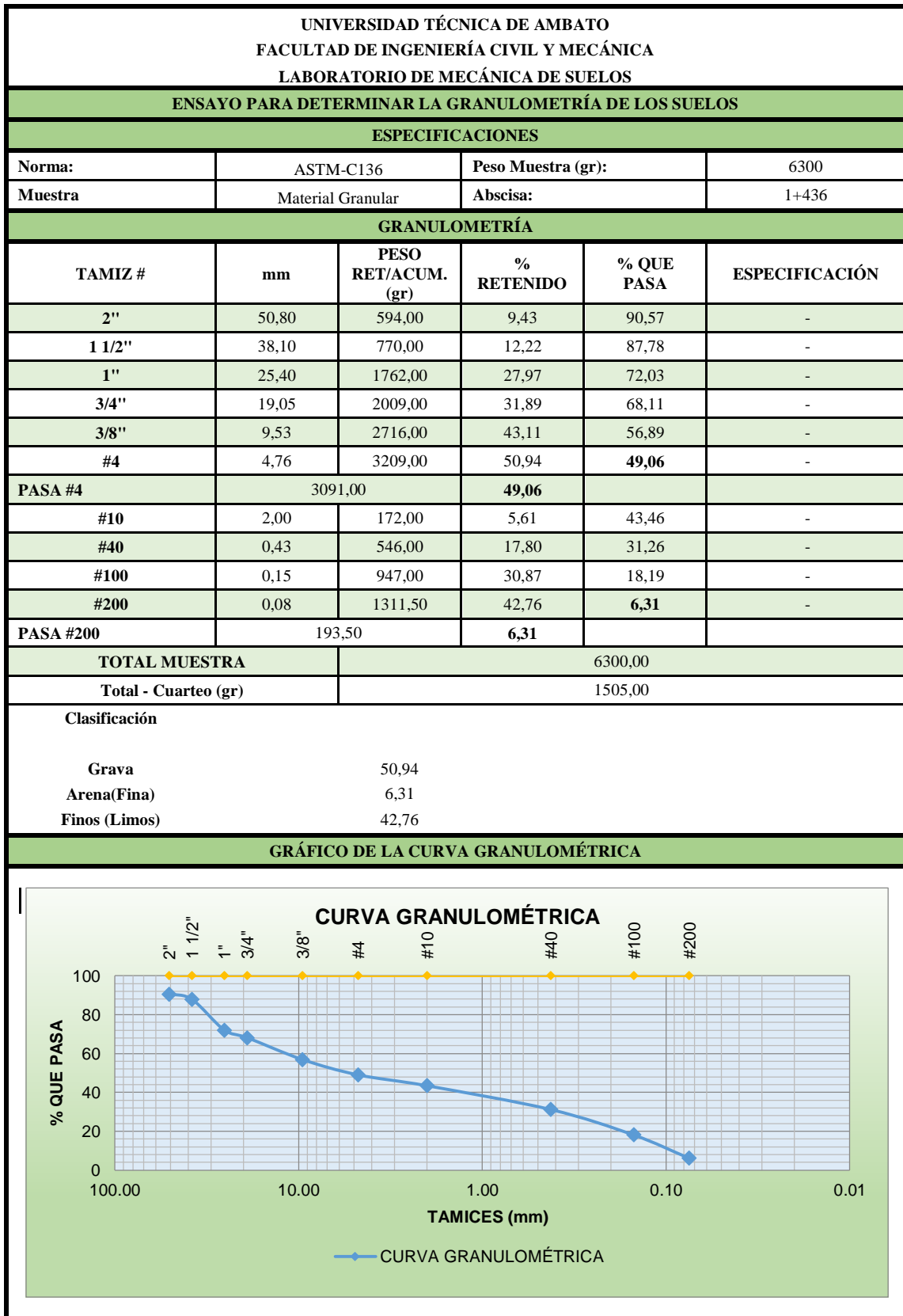


Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 32. Determinación Límite Plástico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
ESPECIFICACIONES						
NORMA:	AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-59-74, INEN 691		MUESTRA:	Material Granular	ABSCISA:	1+436
LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	66	6	18	37	10	4
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	6,50	11,80	11,50	6,60	12,20	11,60
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws+Wr)	6,40	11,60	11,30	6,50	11,80	11,50
Peso del recipiente (Wr)	6,00	10,70	10,70	5,90	10,20	10,70
Peso de Agua (Ww)	0,10	0,20	0,20	0,10	0,40	0,10
Peso muestra seca (Ws)	0,40	0,90	0,60	0,60	1,60	0,80
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25,00%	22,22%	33,33%	16,67%	25,00%	12,50%
Promedio W% (L.P)	22,45%					
IP=LL - LP	0,010					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista



Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 34. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14000 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Muestra	Material Granular			
Abscisa	1+436	Normas:	AASHTO	T-180	Método	B		
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000	
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1		M2		M3		M4	
Humedad Inicial Añadida	3%		6%		9%		12%	
Peso Suelo + Recipiente	18600		18850		19000		19100	
Peso del Recipiente	14000		14000		14000		14000	
Peso de la Masa de Suelo (Wm)	4600		4850		5000		5100	
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la Muestra	12,3		12,3		12,3		12,3	
Diámetro de la Muestra	15,16		15,16		15,16		15,16	
Volumen de la Muestra (Vm)	2448,95		2449,95		2450,95		2451,95	
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº Recipiente	30	37	63	4	56	26	43	65
Peso Húmedo + Recipiente (Wm+Wr)	191,9	164,4	162,1	162,4	137,9	140,3	194,8	160,6
Peso Seco + Recipiente (Ws+Wr)	187,5	159,7	155,5	154,1	129,5	130,1	176,3	145,6
Peso del Recipiente Wr	24,2	25,8	31,1	25,7	30,4	23	24,4	31,1
Peso Agua (Ww)	4,4	4,7	6,6	8,3	8,4	10,2	18,5	15
Peso de la Muestra Seca (ws)	163,3	133,9	124,4	128,4	99,1	107,1	151,9	114,5
Contenido de Humedad w%	2,69%	3,51%	5,31%	6,46%	8,48%	9,52%	12,18%	13,10%
Contenido de Humedad Promedio	3,10%		5,88%		9,00%		12,64%	
4) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1,878		1,980		2,040		2,080	
5) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1,822		1,870		1,872		1,847	
6) GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA

Y-axis: Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm³)

X-axis: Contenido de Humedad w%

$\gamma_{max} = 1,877$

W% ÓPTIMO = 8,4%

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 35. Determinación del valor de CBR.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%):	8,40%		
Muestra	Material Granular		Abscisa:	1+436		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	C - 1		C - 2	C - 3		
Nº de Capas	5		5	5		
Nº de Golpes	56		27	11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo		Antes del Remojo	Antes del Remojo		
P. Hum. + Molde	20400		20900	21100		
Peso Molde	15250		16000	16500		
P. Húmedo	5150		4900	4600		
Volumen Muestra	2286,38		2310,60	2295,42		
Densidad Humedad	2,252		2,121	2,004		
Densidad Seca	2,076		1,962	1,858		
Den. Seca Prom.	2,076		1,962	1,858		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Nº	51	67	25	54	2	30
P. Hum. + Recipiente	123,9	167,4	142,1	178,4	121,6	116,6
P. Seco + Recipiente	117,2	155,8	133,4	167,2	114,8	109,6
Peso Recipiente	30,2	30,4	24,3	30,4	24	24,3
Peso Agua	6,7	11,6	8,7	11,2	6,8	7
Peso de Sólidos	87	125,4	109,1	136,8	90,8	85,3
Contenido Humedad %	7,70%	9,25%	7,97%	8,19%	7,49%	8,21%
Con. Hum. Prom. %	8,48%		8,08%		7,85%	

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 36. Ensayo de Carga - Penetración.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS																
ENSA+X58:AM75YO DE CARGA - PENETRACIÓN																
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)							ÁREA DEL PISTÓN = 3 plg ²	NORMA: ASTM D-1883	Material Granular	ABSCISA	1+436					
Molde				C - 1				C - 2				C - 3				
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	
Min.	Seg.	mm	plg *10-3	lb	Leída	Corregida	%	lb	Leída	Corregida	%	lb	Leída	Corregida	%	
					lb/pulg2				lb/pulg2				lb/pulg2			
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00			
0	0	0.64	25	205.20	68.40			0.00	0.00			114.00	38.00			
1	0	1.27	50	387.60	129.20			342.00	114.00			239.40	79.80			
1	0	1.91	75	661.20	220.40			570.00	190.00			399.00	133.00			
2	0	2.54	100	820.80	273.60	273.60	27.36	775.20	258.40	258.40	25.84	547.20	182.40	182.40	18.24	
3	0	3.81	150	1322.40	440.80			1254.00	418.00			889.20	296.40			
4	0	5.08	200	1903.80	634.60			1710.00	570.00			1311.00	437.00			
5	0	6.35	250	2576.40	858.80			2280.00	760.00			1687.20	562.40			
6	0	7.62	300	3260.40	1086.80			2895.60	965.20			2109.00	703.00			
8	0	10.16	400	4765.20	1588.40			4195.20	1398.40			2872.80	957.60			
10	0	12.70	500	6178.80	2059.60			5415.00	1805.00			3579.60	1193.20			
CBR Corregido							27.36					25.84				

GRÁFICOS C.B.R.																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DENSIDADES</th> <th>RESISTENCIAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DENSIDAD 56</td> <td>2.076 gr/cm3 CBR 56 27.36 %</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD 27</td> <td>1.962 gr/cm3 CBR 27 25.84 %</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD 11</td> <td>1.858 gr/cm3 CBR 11 18.24 %</td> </tr> </tbody> </table>		DENSIDADES	RESISTENCIAS	DENSIDAD 56	2.076 gr/cm3 CBR 56 27.36 %	DENSIDAD 27	1.962 gr/cm3 CBR 27 25.84 %	DENSIDAD 11	1.858 gr/cm3 CBR 11 18.24 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DENSIDAD MAX</th> <th>2.076</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95% DE DM</td> <td>1.973 1.973 1.858 2.076</td> </tr> <tr> <td>CBR PUNTUAL</td> <td>0 30 24 24</td> </tr> <tr> <td></td> <td>24.00</td> </tr> </tbody> </table>		DENSIDAD MAX	2.076	95% DE DM	1.973 1.973 1.858 2.076	CBR PUNTUAL	0 30 24 24		24.00
DENSIDADES	RESISTENCIAS																		
DENSIDAD 56	2.076 gr/cm3 CBR 56 27.36 %																		
DENSIDAD 27	1.962 gr/cm3 CBR 27 25.84 %																		
DENSIDAD 11	1.858 gr/cm3 CBR 11 18.24 %																		
DENSIDAD MAX	2.076																		
95% DE DM	1.973 1.973 1.858 2.076																		
CBR PUNTUAL	0 30 24 24																		
	24.00																		

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

MUESTRA #7

MATERIAL GRANULAR

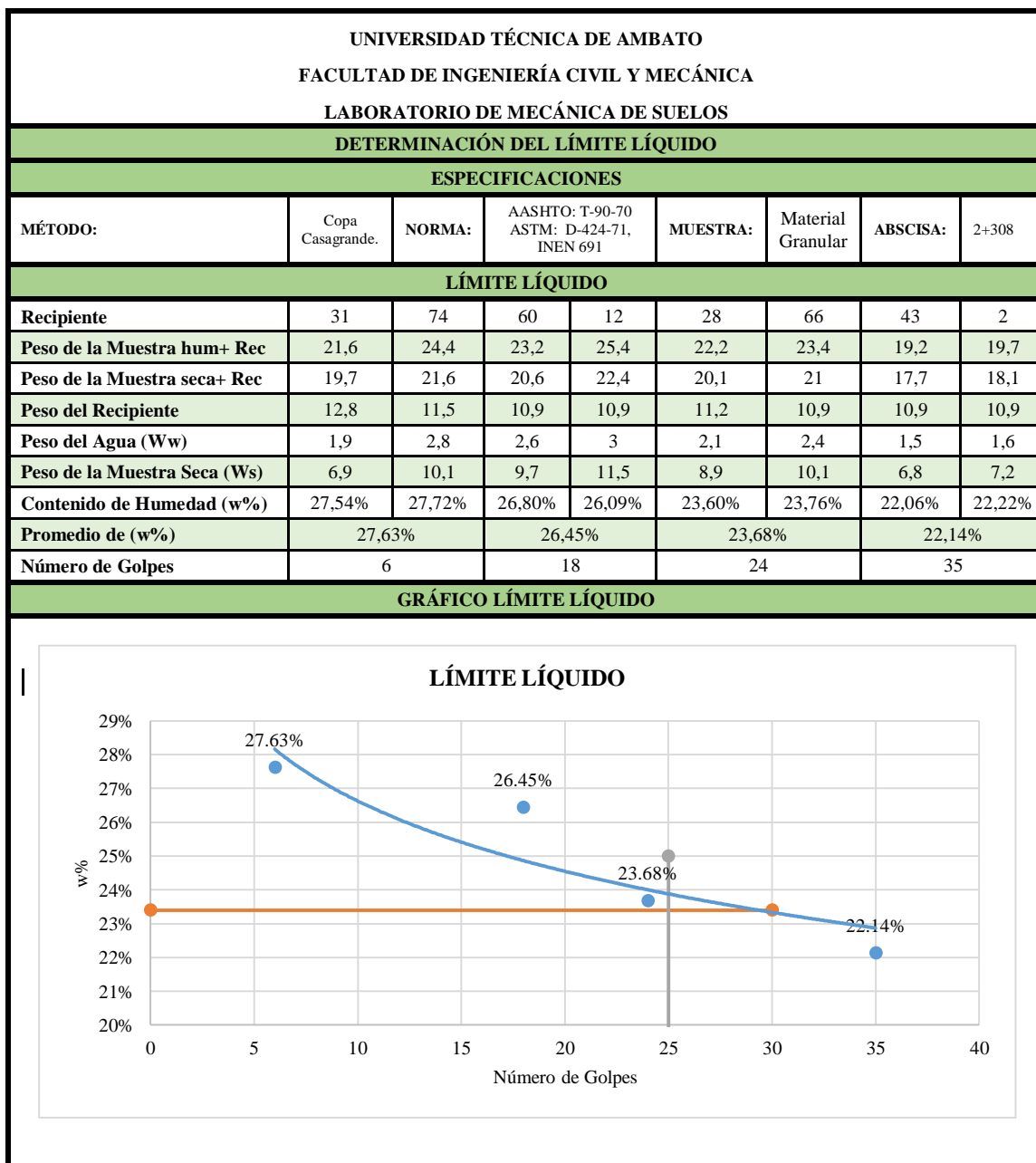
UBICACIÓN

Abscisa: Km 2+308

ENSAYOS

- Límites Atterberg
- Granulometría
- Compactación Proctor
- CBR
- Penetración para CBR

E - 37. Determinación Límite Líquido.

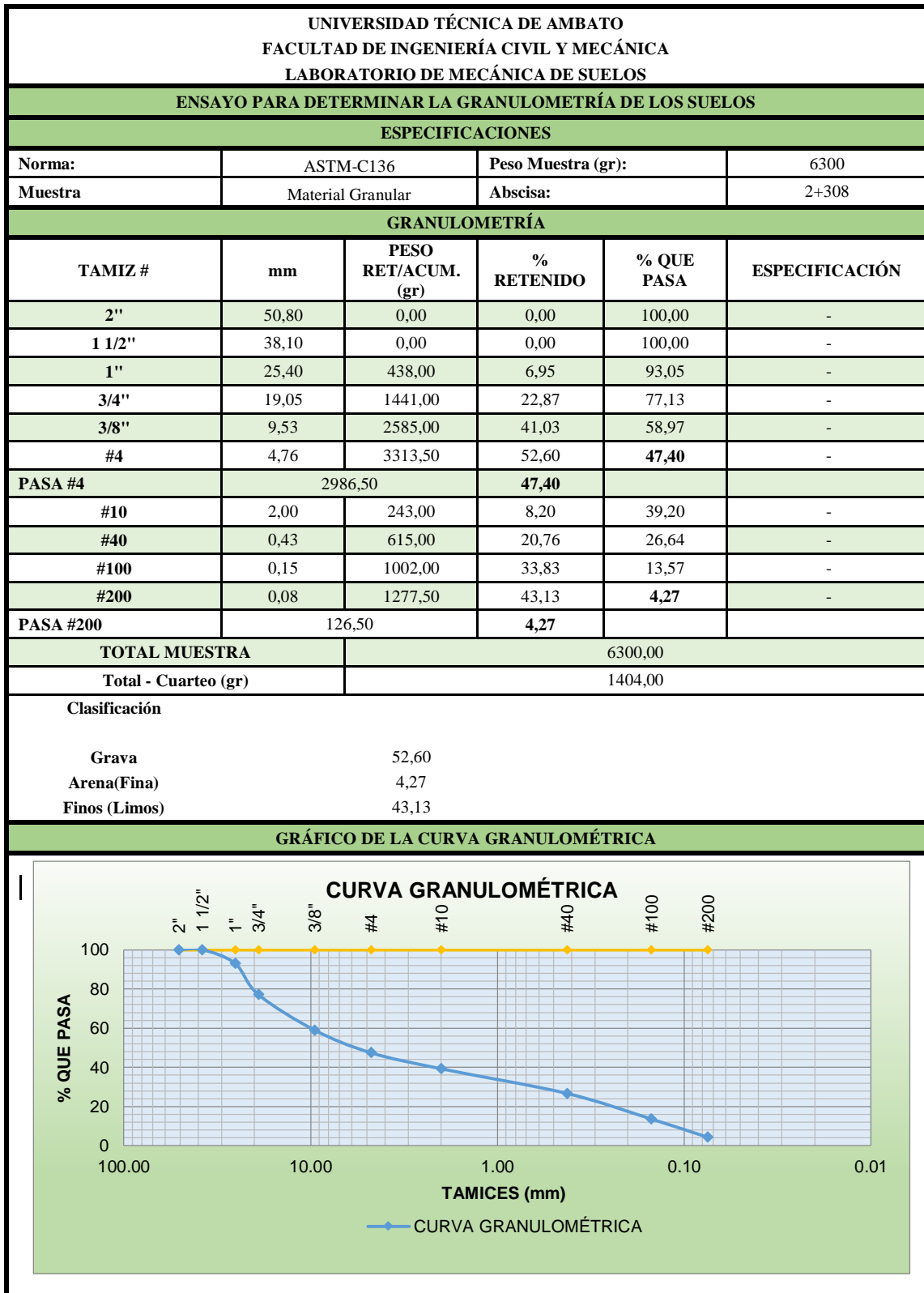


Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 38. Determinación Límite Plástico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
ESPECIFICACIONES						
NORMA:	AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-59- 74, INEN 691		MUESTRA:	Material Granular	ABSCISA:	2+000
LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	JA3	11	28	7	P1	83
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (W_m+W_r)	5,10	9,70	8,10	8,40	4,90	6,60
Peso suelo seco + P. Recipiente (W_s+W_r)	4,90	9,20	8,00	8,20	4,80	6,50
Peso del recipiente (W_r)	4,10	7,30	7,40	7,30	4,20	6,10
Peso de Agua (W_w)	0,20	0,50	0,10	0,20	0,10	0,10
Peso muestra seca (W_s)	0,80	1,90	0,60	0,90	0,60	0,40
Contenido de humedad (w%=100 W_w/W_s)	25,00%	26,32%	16,67%	22,22%	16,67%	25,00%
Promedio W% (L.P)	21,98%					
IP=LL - LP	0,014					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista



Fuente: Jhon Bautista
 Realizado por: Jhon Bautista

E - 40. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16800 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Muestra	Material Granular			
Abscisa	2+308	Normas:	AASHTO T-180	Método	B			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000		
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
N° Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad Inicial Añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso Suelo + Recipiente	21600	21850	22000	22100				
Peso del Recipiente	16800	16800	16800	16800				
Peso de la Masa de Suelo (Wm)	4800	5050	5200	5300				
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la Muestra	12,4	12,4	12,4	12,4				
Diámetro de la Muestra	15,4	15,4	15,4	15,4				
Volumen de la Muestra (Vm)	2309,69	2309,69	2309,69	2309,69				
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
N° Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
N° Recipiente	25	64	28	14	60	45	61	19
Peso Húmedo + Recipiente (Wm+Wr)	167,7	157,4	160,1	147	143,2	148,5	154,9	208,7
Peso Seco + Recipiente (Ws+Wr)	161,7	154,4	153,3	140,8	131,9	135,2	141,1	189
Peso del Recipiente Wr	24,3	30,7	23	26,5	30,9	23,4	30	26,5
Peso Agua (Ww)	6	3	6,8	6,2	11,3	13,3	13,8	19,7
Peso de la Muestra Seca (ws)	137,4	123,7	130,3	114,3	101	111,8	111,1	162,5
Contenido de Humedad w%	4,37%	2,43%	5,22%	5,42%	11,19%	11,90%	12,42%	12,12%
Contenido de Humedad Promedio	3,40%		5,32%		11,54%		12,27%	
4) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	2,078	2,186	2,251	2,295				
5) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	2,010	2,076	2,018	2,044				
6) GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA

El gráfico muestra la relación entre el contenido de humedad y el peso volumétrico seco. El punto máximo de la curva, que representa el contenido de humedad óptimo, se encuentra a un 7,9% de humedad y un peso volumétrico seco de 2,088 gr/cm³.

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 41. Determinación del valor de CBR.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%):	7,90%		
Muestra	Material Granular		Abscisa:	2+308		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	C - 1		C - 2	C - 3		
N° de Capas	5		5	5		
N° de Golpes	56		27	11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo		Antes del Remojo	Antes del Remojo		
P. Hum. + Molde	20400		20950	21350		
Peso Molde	15250		16000	16500		
P. Húmedo	5150		4950	4850		
Volumen Muestra	2286,38		2310,60	2295,42		
Densidad Humedad	2,252		2,142	2,113		
Densidad Seca	2,081		1,974	1,943		
Den. Seca Prom.	2,081		1,974	1,943		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	37	34	15	68	46	53
P. Hum. + Recipiente	128	152,8	149,2	121,6	150,2	136,1
P. Seco + Recipiente	119,8	143,5	139,9	114,2	139,5	128,2
Peso Recipiente	26	23,5	25,6	30,8	24,8	30,9
Peso Agua	8,2	9,3	9,3	7,4	10,7	7,9
Peso de Sólidos	93,8	120	114,3	83,4	114,7	97,3
Contenido Humedad %	8,74%	7,75%	8,14%	8,87%	9,33%	8,12%
Con. Hum. Prom. %	8,25%		8,50%	8,72%		

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 42. Ensayo de Carga - Penetración.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS																		
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN																		
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					ÁREA DEL PISTÓN = 3 plg ²		NORMA: ASTM D-1883			Material Granular		ABSCISA		2+308				
Molde				C - 1				C - 2				C - 3						
TIEMPO		PENET.		Q Carga		Presiones		CBR	Q Carga		Presiones		CBR	Q Carga		Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3	lb	lb/pulg2	Leída	Corregida		lb	lb/pulg2	Leída	Corregida		lb	lb/pulg2	Leída	Corregida	
		0.00	0	0.00	0.00				0.00	0.00				0.00	0.00			
0	0	0.64	25	250.80	83.60				114.00	38.00				91.20	30.40			
1	0	1.27	50	456.00	152.00				285.00	95.00				193.80	64.60			
1	0	1.91	75	741.00	247.00				570.00	190.00				342.00	114.00			
2	0	2.54	100	1083.00	361.00	361.00	36.10		855.00	285.00	285.00	28.50		570.00	190.00	190.00	19.00	
3	0	3.81	150	1425.00	475.00				1117.20	372.40				706.80	235.60			
4	0	5.08	200	1881.00	627.00				1596.00	532.00				798.00	266.00			
5	0	6.35	250	2428.20	809.40				2074.80	691.60				946.20	315.40			
6	0	7.62	300	2895.60	965.20				2553.60	851.20				1140.00	380.00			
8	0	10.16	400	4104.00	1368.00				3271.80	1090.60				1596.00	532.00			
10	0	12.70	500	5073.00	1691.00				4240.80	1413.60				2223.00	741.00			
CBR Corregido																		19.00

GRÁFICOS C.B.R.																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDADES</th> <th colspan="3">RESISTENCIAS</th> <th colspan="2">DENSIDAD MAX</th> <th colspan="4">2.081</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DENSIDAD 56</td> <td>2.081</td> <td>gr/cm3</td> <td>CBR 56</td> <td>36.10</td> <td>%</td> <td>95% DE DM</td> <td>1.977</td> <td>1.977</td> <td>1.943</td> <td>2.081</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD 27</td> <td>1.974</td> <td>gr/cm3</td> <td>CBR 27</td> <td>28.50</td> <td>%</td> <td></td> <td>0</td> <td>30</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD 11</td> <td>1.943</td> <td>gr/cm3</td> <td>CBR 11</td> <td>19.00</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7">CBR PUNTUAL</td> <td colspan="4">25.00</td> </tr> </tbody> </table>	DENSIDADES		RESISTENCIAS			DENSIDAD MAX		2.081				DENSIDAD 56	2.081	gr/cm3	CBR 56	36.10	%	95% DE DM	1.977	1.977	1.943	2.081	DENSIDAD 27	1.974	gr/cm3	CBR 27	28.50	%		0	30	25	25	DENSIDAD 11	1.943	gr/cm3	CBR 11	19.00	%						CBR PUNTUAL							25.00				
DENSIDADES		RESISTENCIAS			DENSIDAD MAX		2.081																																																	
DENSIDAD 56	2.081	gr/cm3	CBR 56	36.10	%	95% DE DM	1.977	1.977	1.943	2.081																																														
DENSIDAD 27	1.974	gr/cm3	CBR 27	28.50	%		0	30	25	25																																														
DENSIDAD 11	1.943	gr/cm3	CBR 11	19.00	%																																																			
CBR PUNTUAL							25.00																																																	

Fuente: Jhon Bautista
 Realizado por: Jhon Bautista

MUESTRA #8

MATERIAL GRANULAR

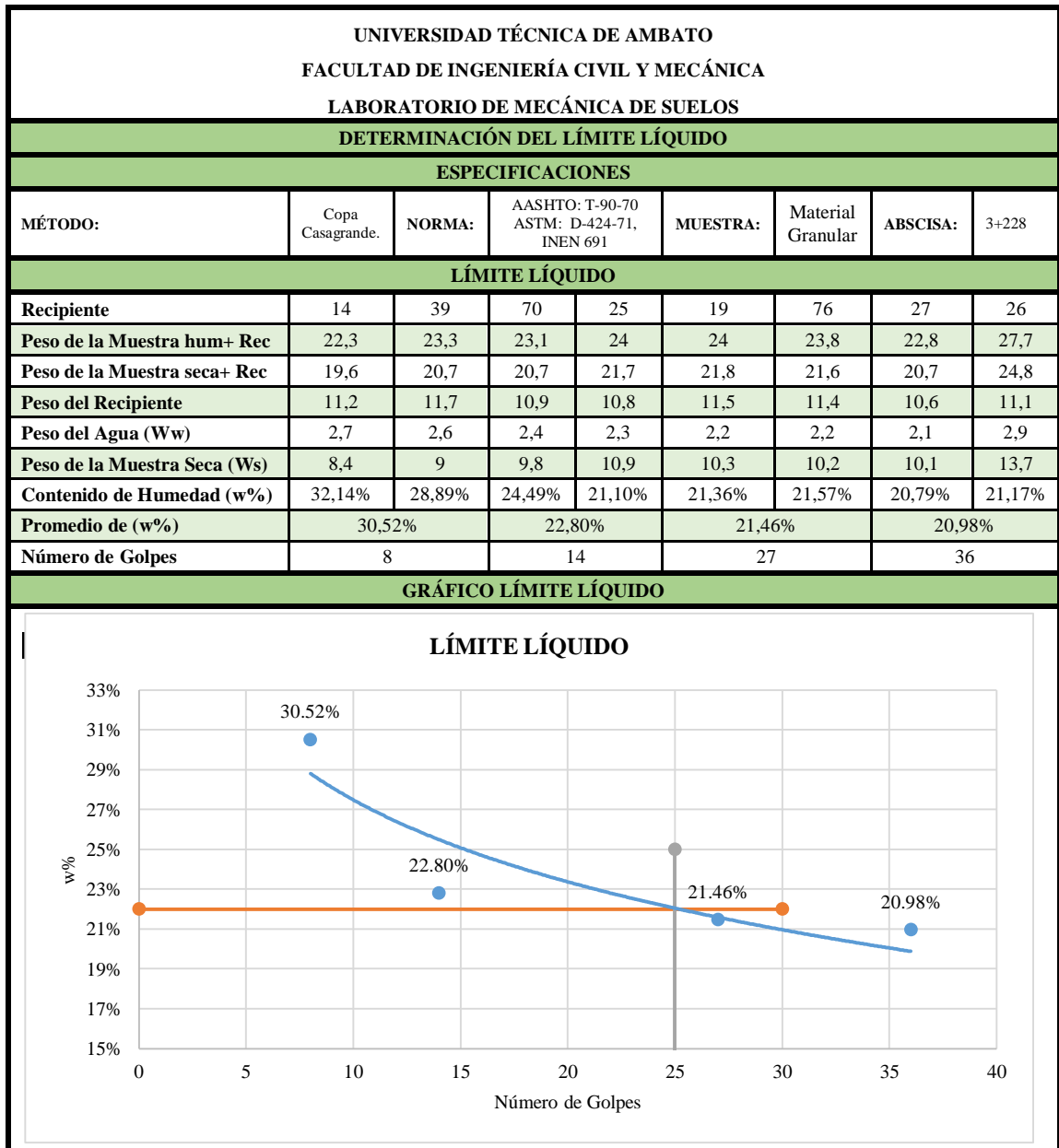
UBICACIÓN

Abscisa: Km 3+308

ENSAYOS

- Límites Atterberg
- Granulometría
- Compactación Proctor
- CBR
- Penetración para CBR

E - 43. Determinación Límite Líquido.



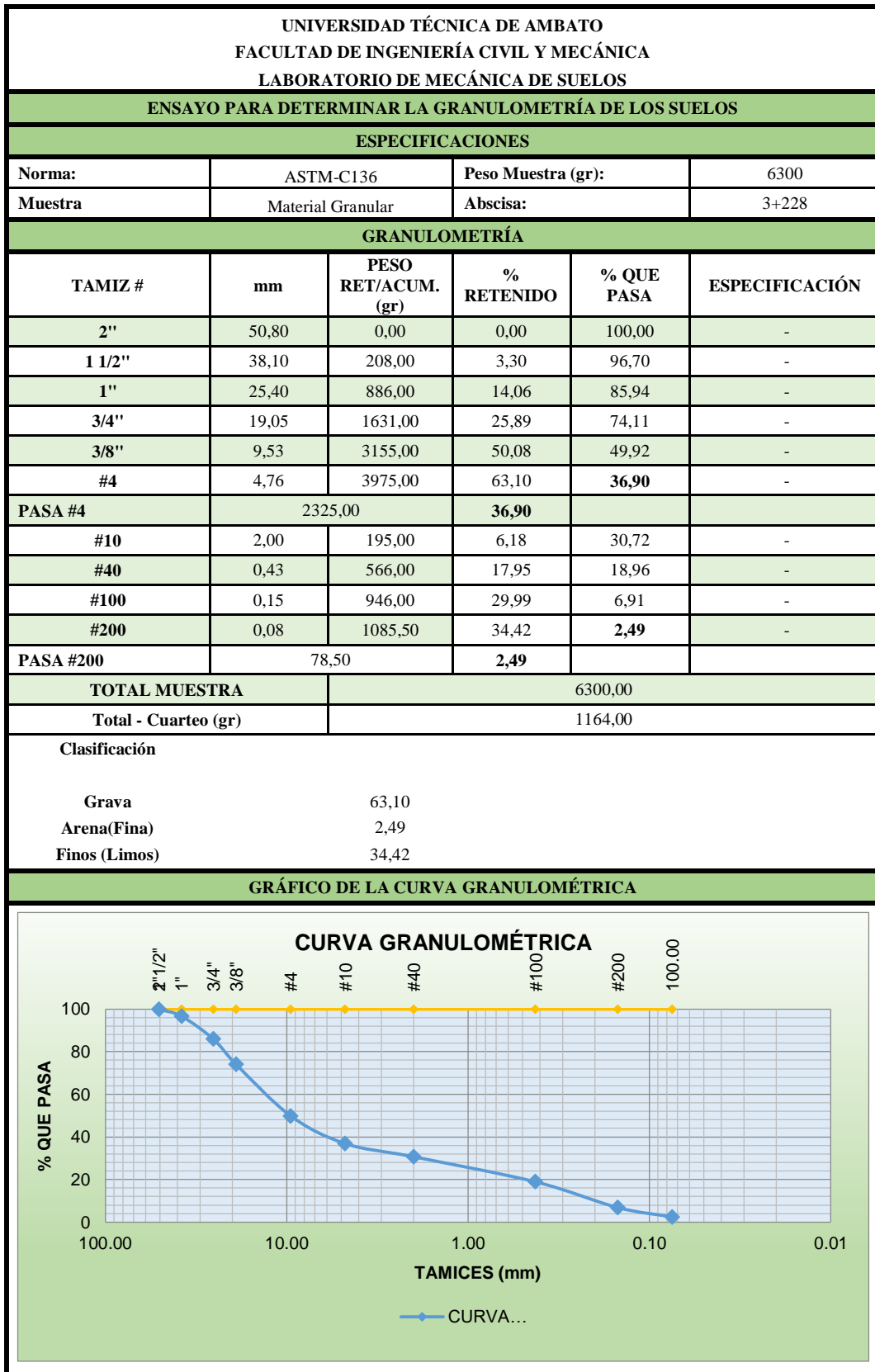
Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 44. Determinación Límite Plástico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
ESPECIFICACIONES						
NORMA:	AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-59-74, INEN 691	MUESTRA:	Material Granular	ABSCISA:	3+228	
LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	4	1	2	63	24	4AL
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	10,90	12,60	12,00	8,50	8,50	11,10
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	10,80	12,20	11,70	8,10	8,30	11,00
Peso del recipiente (Wr)	10,30	10,60	10,40	6,00	7,30	10,40
Peso de Agua (Ww)	0,10	0,40	0,30	0,40	0,20	0,10
Peso muestra seca (Ws)	0,50	1,60	1,30	2,10	1,00	0,60
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	20,00%	25,00%	23,08%	19,05%	20,00%	16,67%
Promedio W% (L.P)	20,63%					
IP=LL - LP	0,012					

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 45. Granulometría de Suelos.



Fuente: Jhon Bautista
 Realizado por: Jhon Bautista

E - 46. Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16800 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Muestra	Material Granular			
Abscisa	3+228	Normas:	AASHTO T-180	Método	B			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad Inicial Añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso Suelo + Recipiente	21650	21800	22000	22050				
Peso del Recipiente	16800	16800	16800	16800				
Peso de la Masa de Suelo (Wm)	4850	5000	5200	5250				
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la Muestra	12,4	12,4	12,4	12,4				
Diámetro de la Muestra	15,4	15,4	15,4	15,4				
Volumen de la Muestra (Vm)	2309,69	2309,69	2309,69	2309,69				
3) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº Recipiente	62	21	18	32	3	42	55	59
Peso Húmedo + Recipiente (Wm+Wr)	182,2	171,1	199,1	168,1	171	167,7	156,8	172,1
Peso Seco + Recipiente (Ws+Wr)	176,8	167	188,3	159,8	158,8	157,7	144,2	155,2
Peso del Recipiente Wr	30,5	27,6	25,6	26,3	26,7	24,7	30,3	30,7
Peso Agua (Ww)	5,4	4,1	10,8	8,3	12,2	10	12,6	16,9
Peso de la Muestra Seca (ws)	146,3	139,4	162,7	133,5	132,1	133	113,9	124,5
Contenido de Humedad w%	3,69%	2,94%	6,64%	6,22%	9,24%	7,52%	11,06%	13,57%
Contenido de Humedad Promedio	3,32%		6,43%		8,38%		12,32%	
4) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	2,100	2,165	2,251	2,273				
5) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	2,032	2,034	2,077	2,024				
6) GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA

El gráfico muestra la relación entre el peso volumétrico seco (γ_d) y el contenido de humedad ($w\%$). La curva verde representa la relación teórica, y los puntos azules representan los datos experimentales. El punto óptimo se encuentra en $w\% = 8\%$ y $\gamma_d = 2,058$ gr/cm³.

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 47. Determinación del valor de CBR.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%):	8,00%		
Muestra	Material Granular		Abscisa:	3+228		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	C - 1		C - 2	C - 3		
Nº de Capas	5		5	5		
Nº de Golpes	56		27	11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo		Antes del Remojo	Antes del Remojo		
P. Hum. + Molde	20350		21000	21250		
Peso Molde	15250		16000	16500		
P. Humedo	5100		5000	4750		
Volumen Muestra	2286,38		2310,60	2295,42		
Densidad Humedad	2,231		2,164	2,069		
Densidad Seca	2,035		1,991	1,910		
Den. Seca Prom.	2,035		1,991	1,910		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	36	14	28	56	65	58
P. Hum. + Recipiente	122,5	128,7	125,9	119,3	144,5	159,6
P. Seco + Recipiente	114,1	119,6	117,6	112,3	135,9	149,1
Peso Recipiente	24,8	26,9	23,1	30,4	31,2	25
Peso Agua	8,4	9,1	8,3	7	8,6	10,5
Peso de Sólidos	89,3	92,7	94,5	81,9	104,7	124,1
Contenido Humedad %	9,41%	9,82%	8,78%	8,55%	8,21%	8,46%
Con. Hum. Prom. %	9,61%		8,67%		8,34%	

Fuente: Jhon Bautista

Realizado por: Jhon Bautista

E - 48. Ensayo de Carga - Penetración.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO															
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)										ÁREA DEL PISTÓN = 3 plg ²	NORMA: ASTM D-1883	Material Granular	ABSCISA	3+228	
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3	lb	Leída	Corregida		lb	Leída	Corregida		lb	Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
				0.00	0		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00
0	0	0.64	25	285.00	95.00			108.30	36.10			57.00	19.00		
1	0	1.27	50	627.00	209.00			342.00	114.00			285.00	95.00		
1	0	1.91	75	957.60	319.20			627.00	209.00			456.00	152.00		
2	0	2.54	100	1436.40	478.80	478.80	47.88	957.60	319.20	319.20	31.92	570.00	190.00	190.00	19.00
3	0	3.81	150	2052.00	684.00			1539.00	513.00			741.00	247.00		
4	0	5.08	200	2907.00	969.00			1915.20	638.40			1037.40	345.80		
5	0	6.35	250	3693.60	1231.20			2325.60	775.20			1368.00	456.00		
6	0	7.62	300	4240.80	1413.60			2736.00	912.00			1824.00	608.00		
8	0	10.16	400	4993.20	1664.40			3420.00	1140.00			2565.00	855.00		
10	0	12.70	500	5540.40	1846.80			4104.00	1368.00			3249.00	1083.00		
CBR Corregido							47.88				31.92				

GRÁFICOS C.B.R.																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDADES</th> <th colspan="2">RESISTENCIAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DENSIDAD 56</td> <td>2.035 gr/cm3</td> <td>CBR 56</td> <td>47.88 %</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD 27</td> <td>1.991 gr/cm3</td> <td>CBR 27</td> <td>31.92 %</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD 11</td> <td>1.910 gr/cm3</td> <td>CBR 11</td> <td>19.00 %</td> </tr> </tbody> </table>	DENSIDADES		RESISTENCIAS		DENSIDAD 56	2.035 gr/cm3	CBR 56	47.88 %	DENSIDAD 27	1.991 gr/cm3	CBR 27	31.92 %	DENSIDAD 11	1.910 gr/cm3	CBR 11	19.00 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD MAX</th> <th colspan="2">2.035</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95% DE DM</td> <td>1.933</td> <td>1.933</td> <td>1.910 2.035</td> </tr> <tr> <td>CBR PUNTUAL</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>23 23</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">23.00</td> </tr> </tbody> </table>	DENSIDAD MAX		2.035		95% DE DM	1.933	1.933	1.910 2.035	CBR PUNTUAL	0	30	23 23			23.00	
DENSIDADES		RESISTENCIAS																															
DENSIDAD 56	2.035 gr/cm3	CBR 56	47.88 %																														
DENSIDAD 27	1.991 gr/cm3	CBR 27	31.92 %																														
DENSIDAD 11	1.910 gr/cm3	CBR 11	19.00 %																														
DENSIDAD MAX		2.035																															
95% DE DM	1.933	1.933	1.910 2.035																														
CBR PUNTUAL	0	30	23 23																														
		23.00																															

Fuente: Jhon Bautista
Realizado por: Jhon Bautista

E - 49. Fotografías de Recolección de Muestras y Ensayos de Suelo.



Realización de calicatas en la abscisa 0+320 de la vía Quero - Salasaca



Medición del espesor de base y capa de rodadura.



Tamizado del material ensayo granulometría



Toma de peso después del Tamizado



Compactación del material ensayo proctor



Realización del ensayo CBR

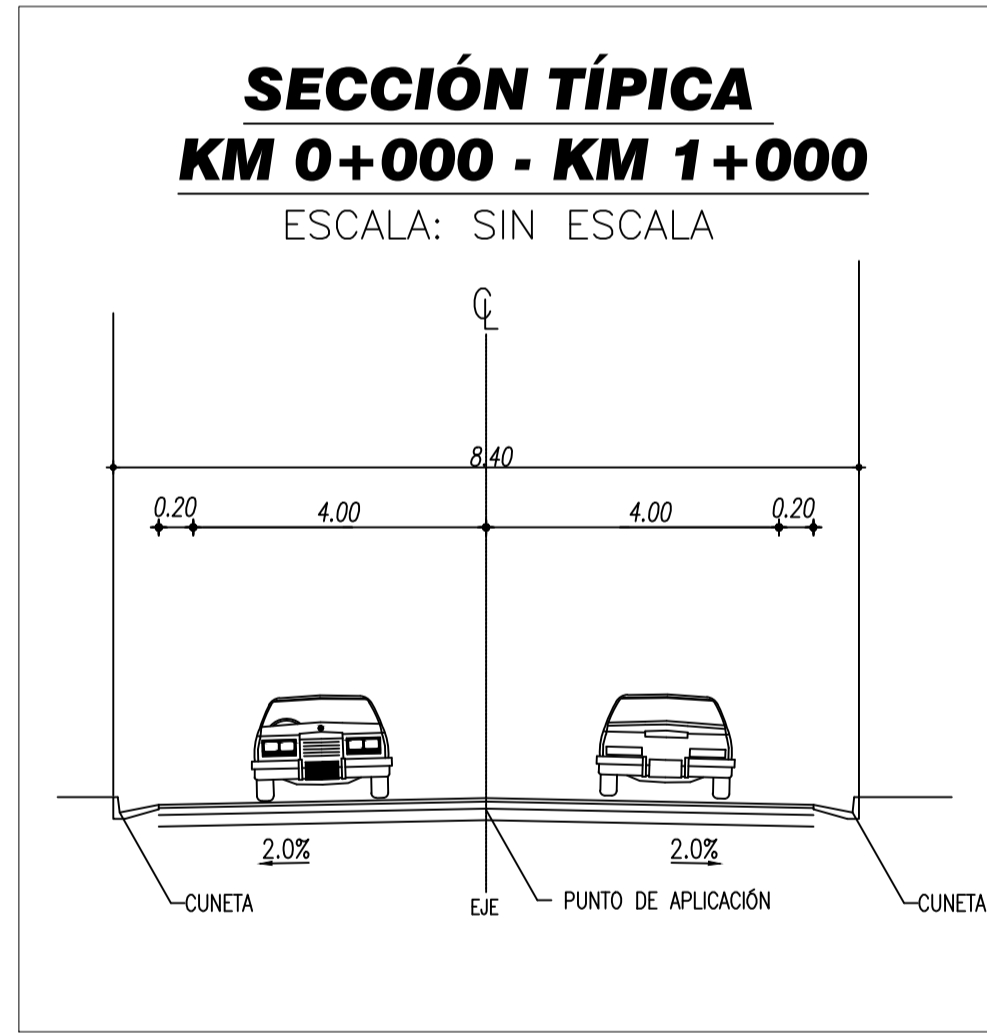
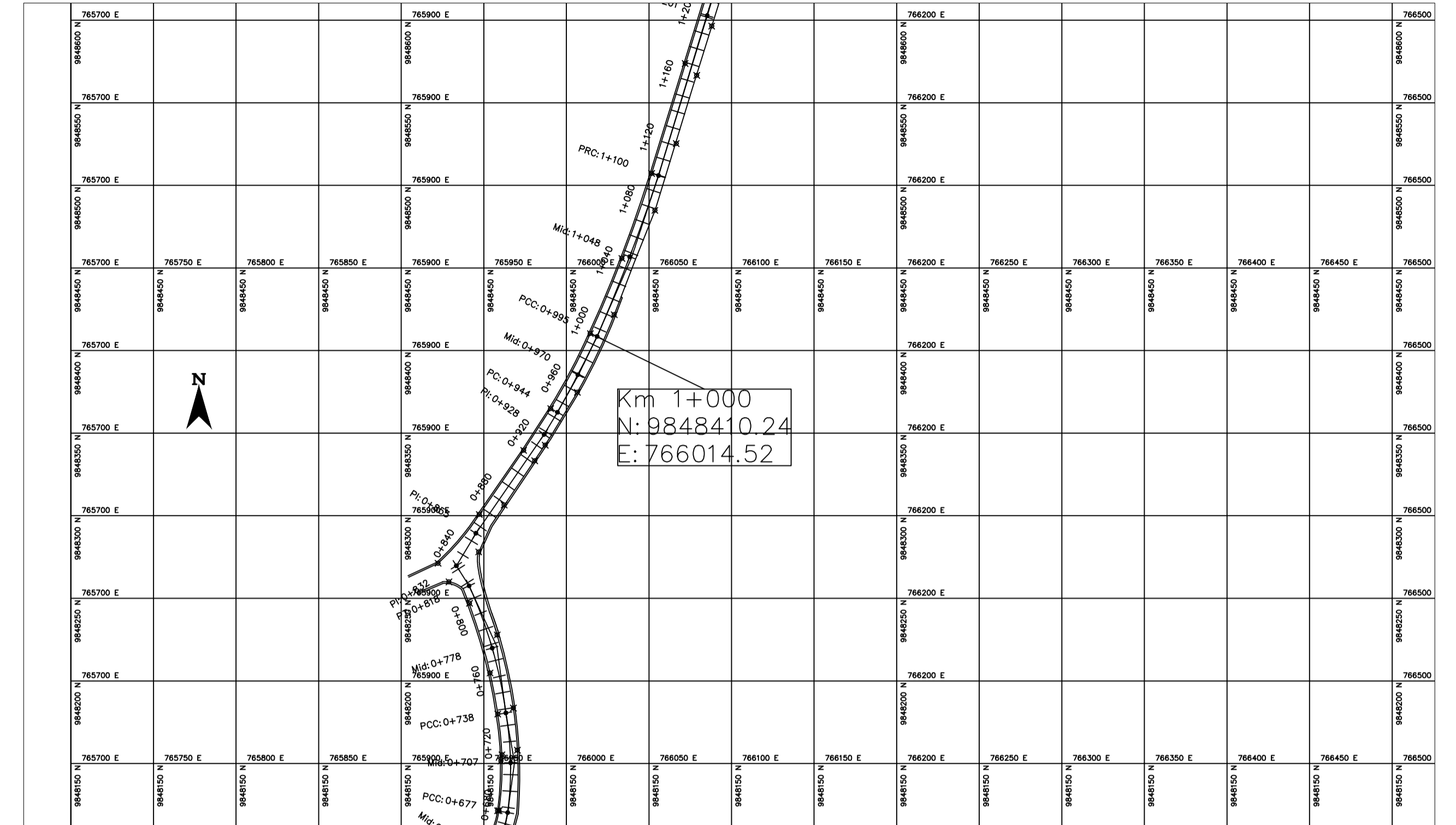
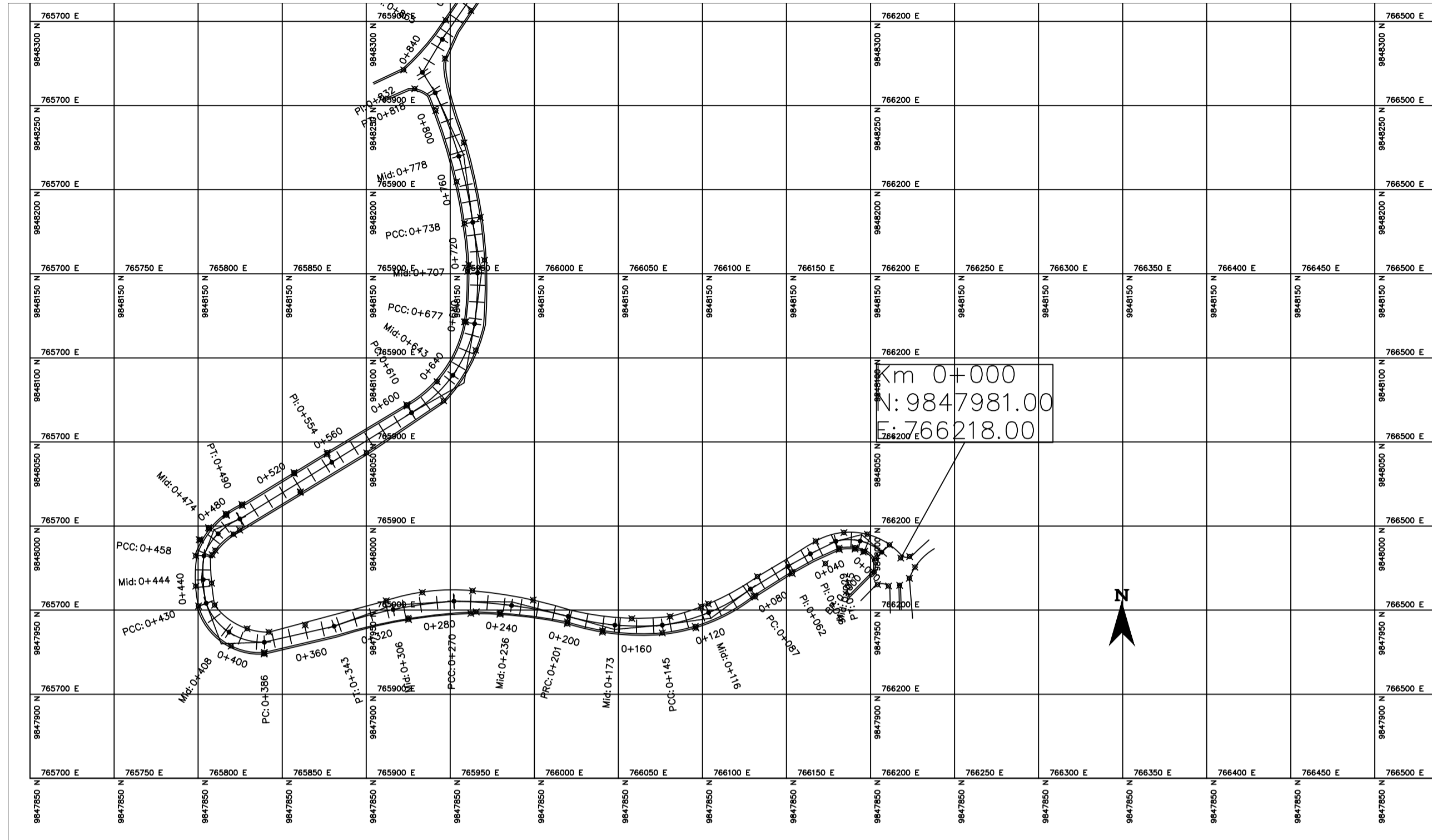
ANEXO F

PLANOS

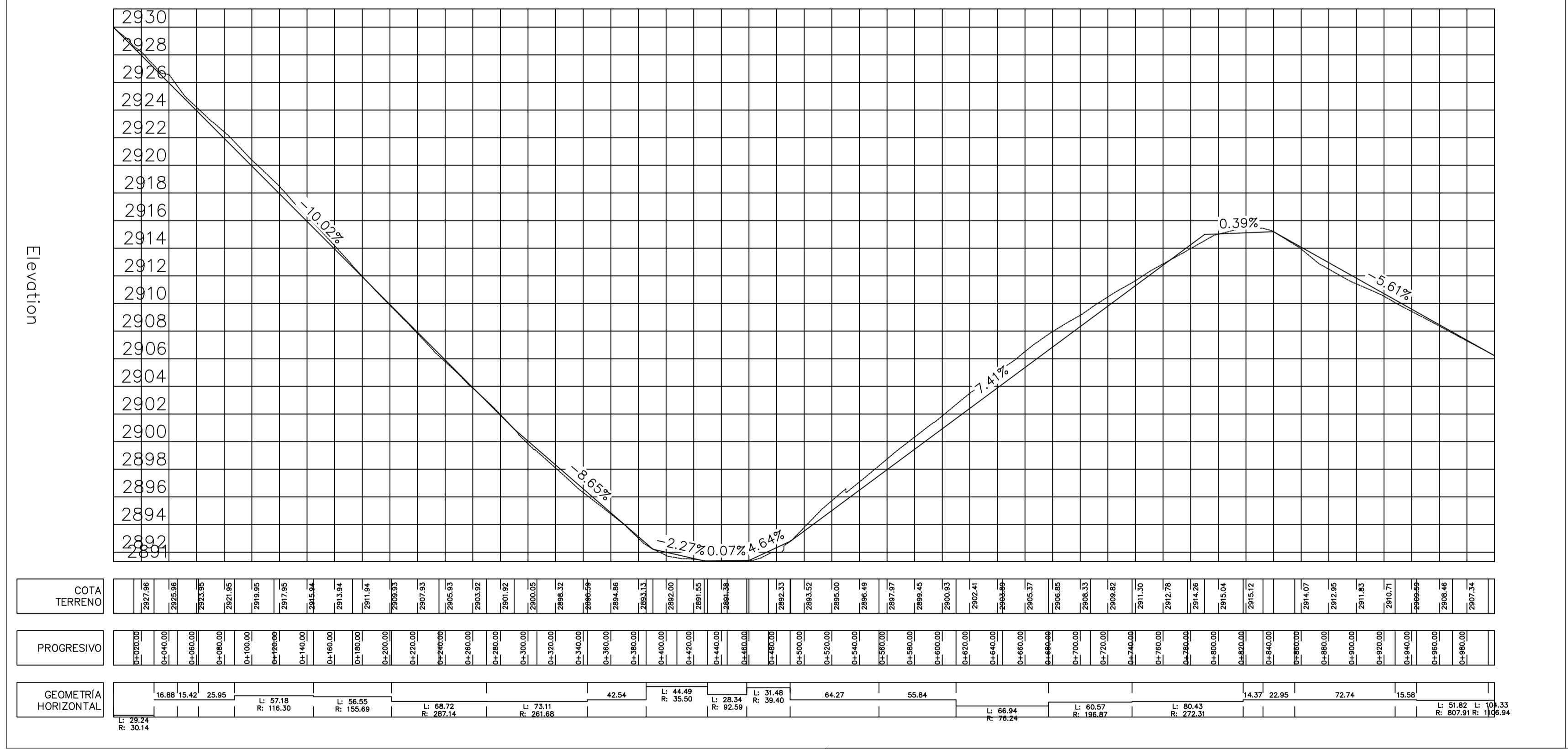
F - 1. Planos

LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO SECCIÓN 1 DE LA VÍA QUERO-SALASACA

P. INICIAL Km 0+000 P. FINAL Km 1+000



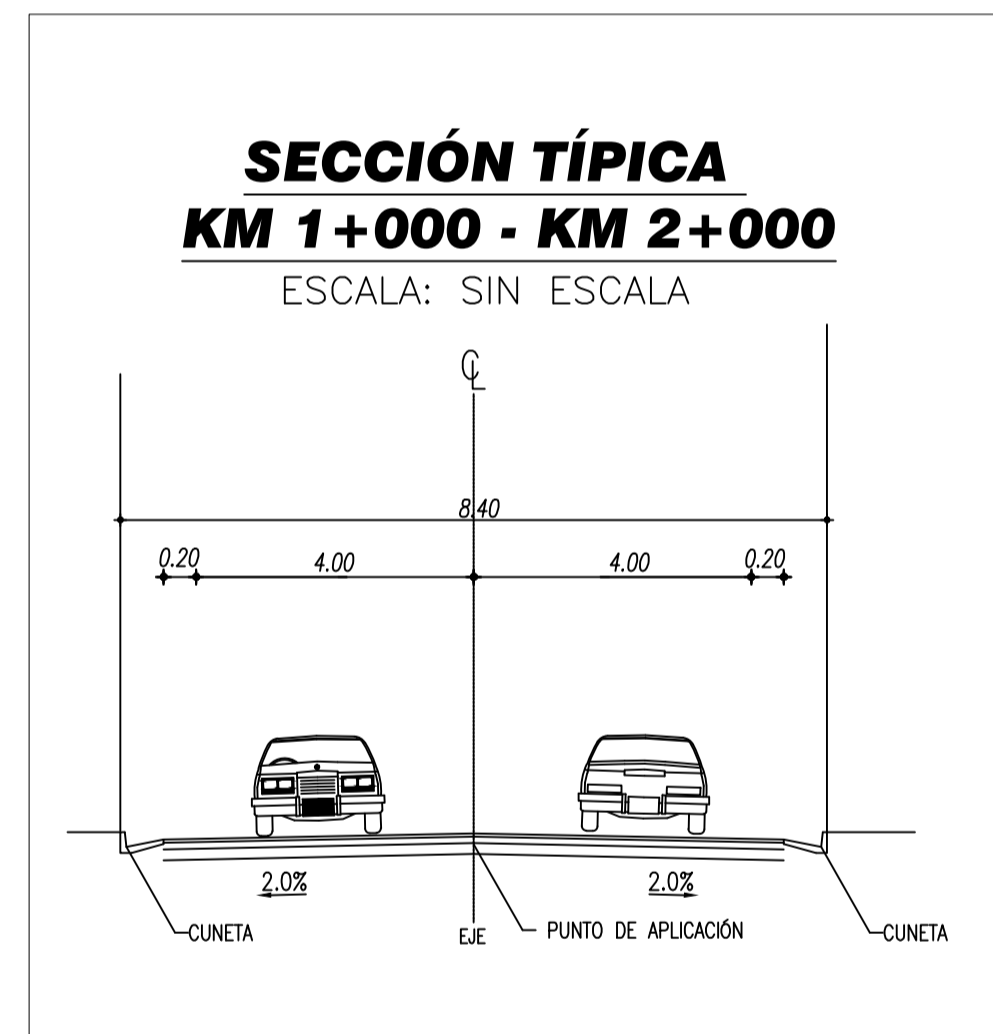
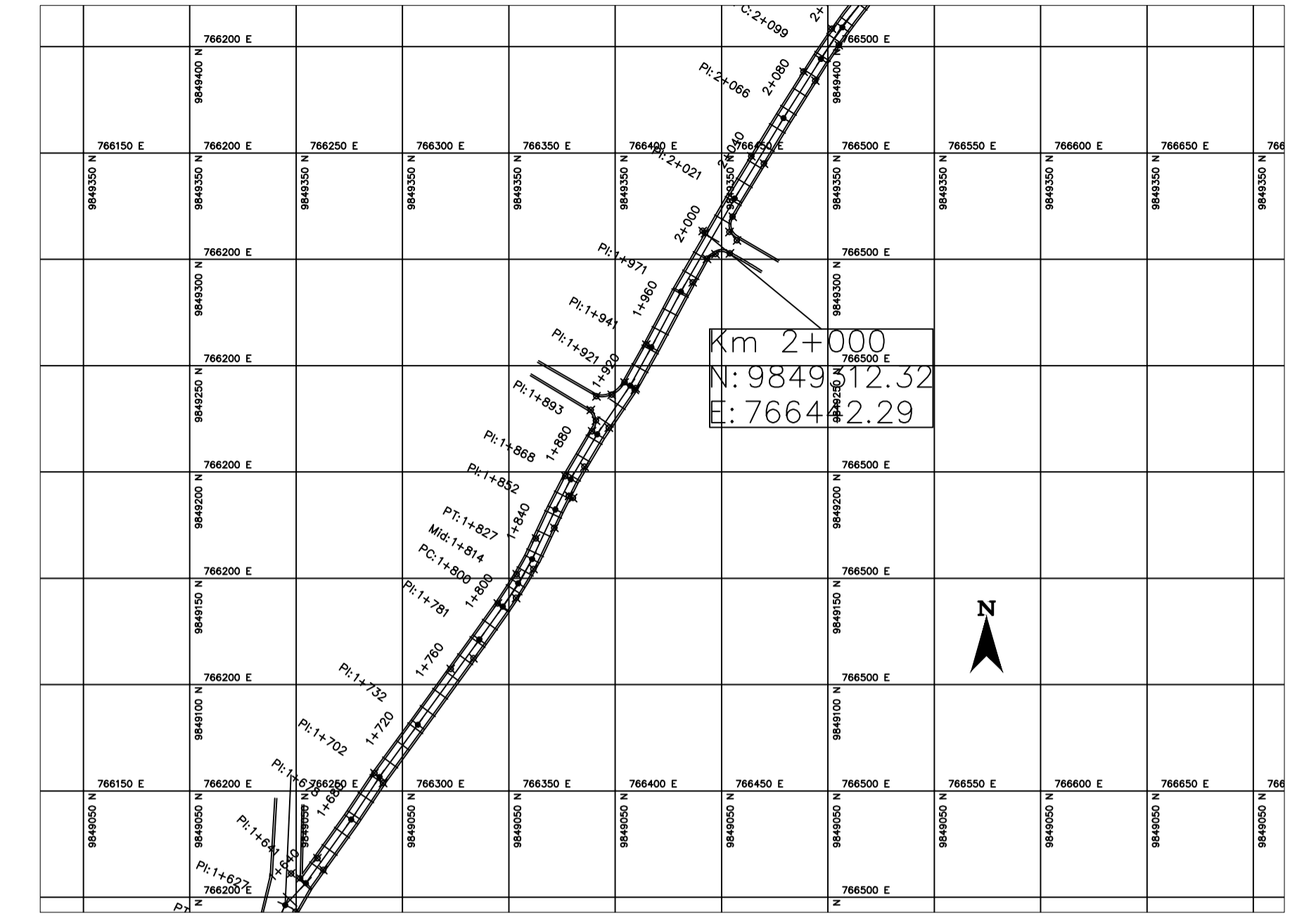
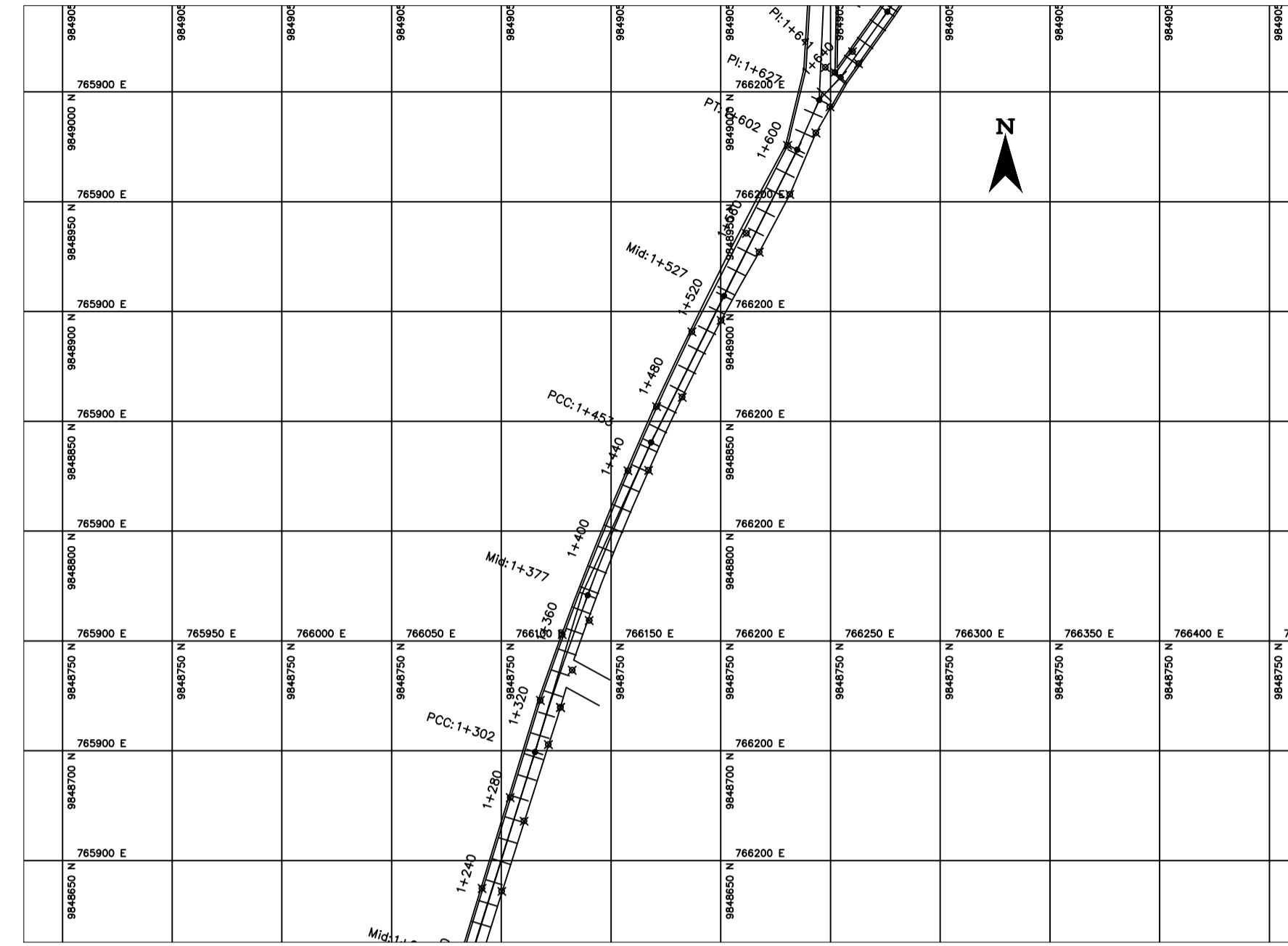
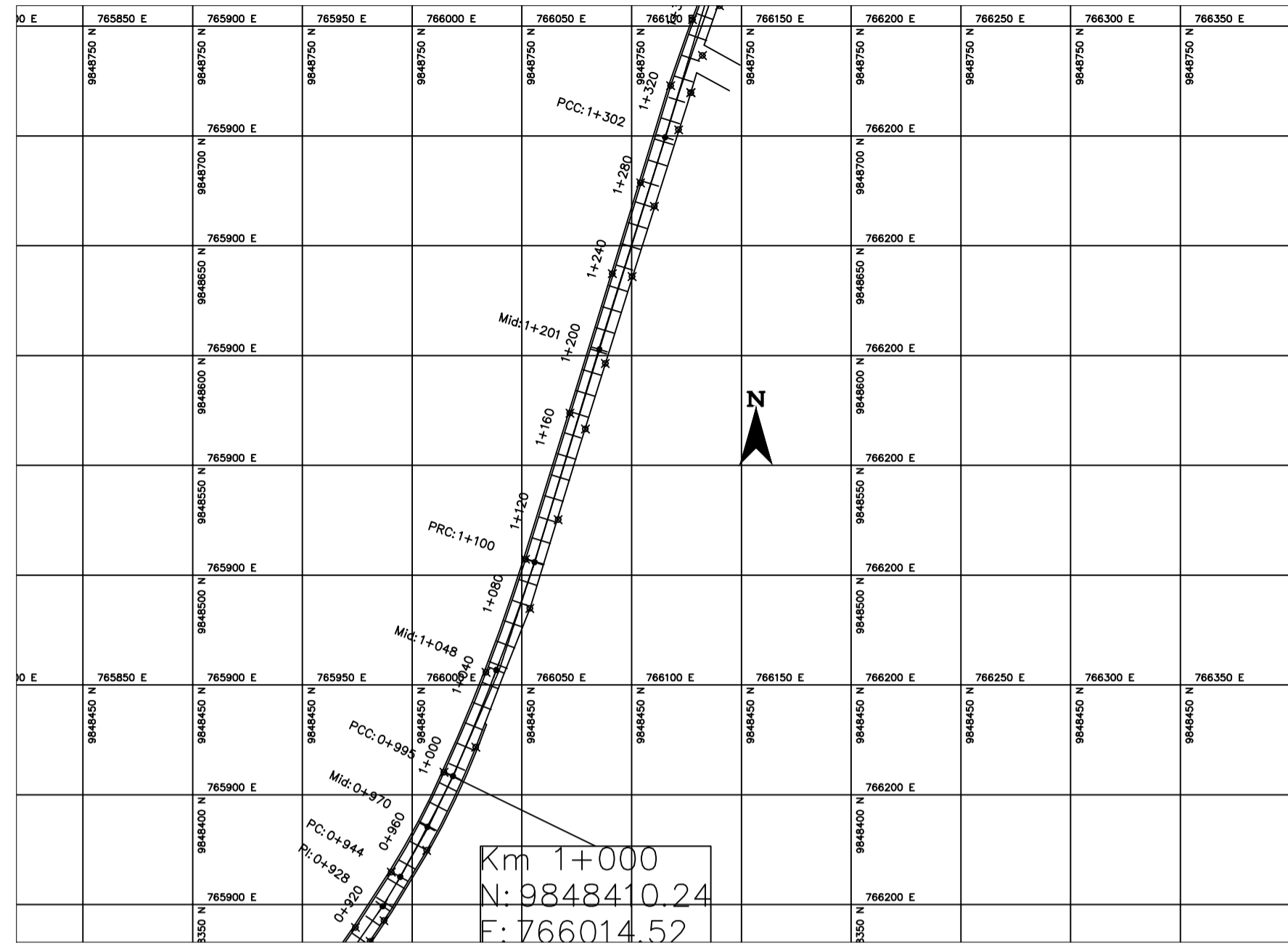
PERFIL SECCIÓN 1 DE LA VÍA QUERO-SALASACA



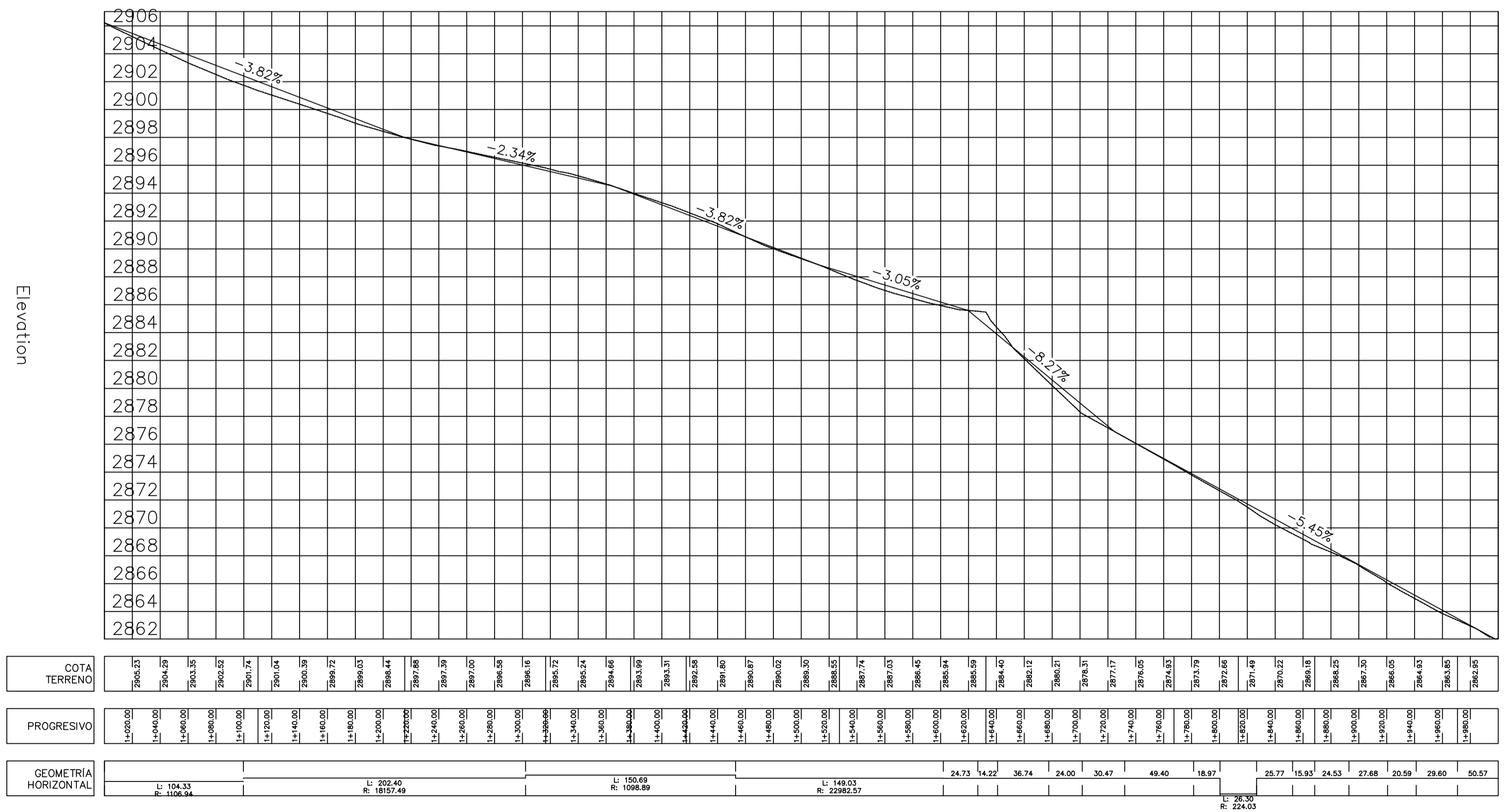
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
Nombre del Proyecto: VÍA QUERO - SALASACA		INGENIERÍA VÍAS Y TRANSPORTE	
Contenido: LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO		Lámina: 01 DE 04	
Escala: 1:2500		Fecha: FEBRERO - 2019	
Clase CARRERA DE 2 CARRILES TIPO C1	Longitud 3+600 Km	Estudio PARCIAL	Provincia TUNGURAHUA
Egresado: BAUTISTA ESPINOSA JHON ESTALIN		TUTOR ING. MG. ALEX LÓPEZ	

LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO SECCIÓN 1 DE LA VÍA QUERO-SALASACA

P. INICIAL Km 1+000 P. FINAL Km 2+000

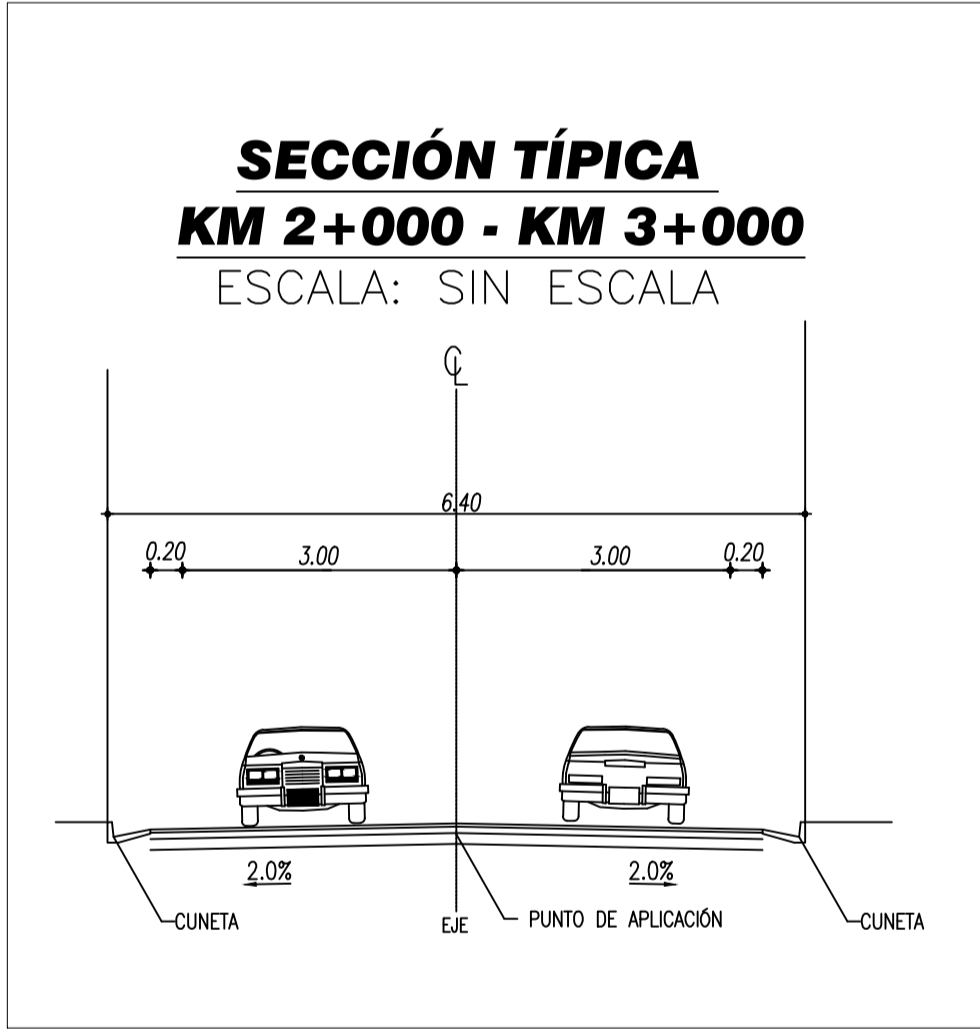
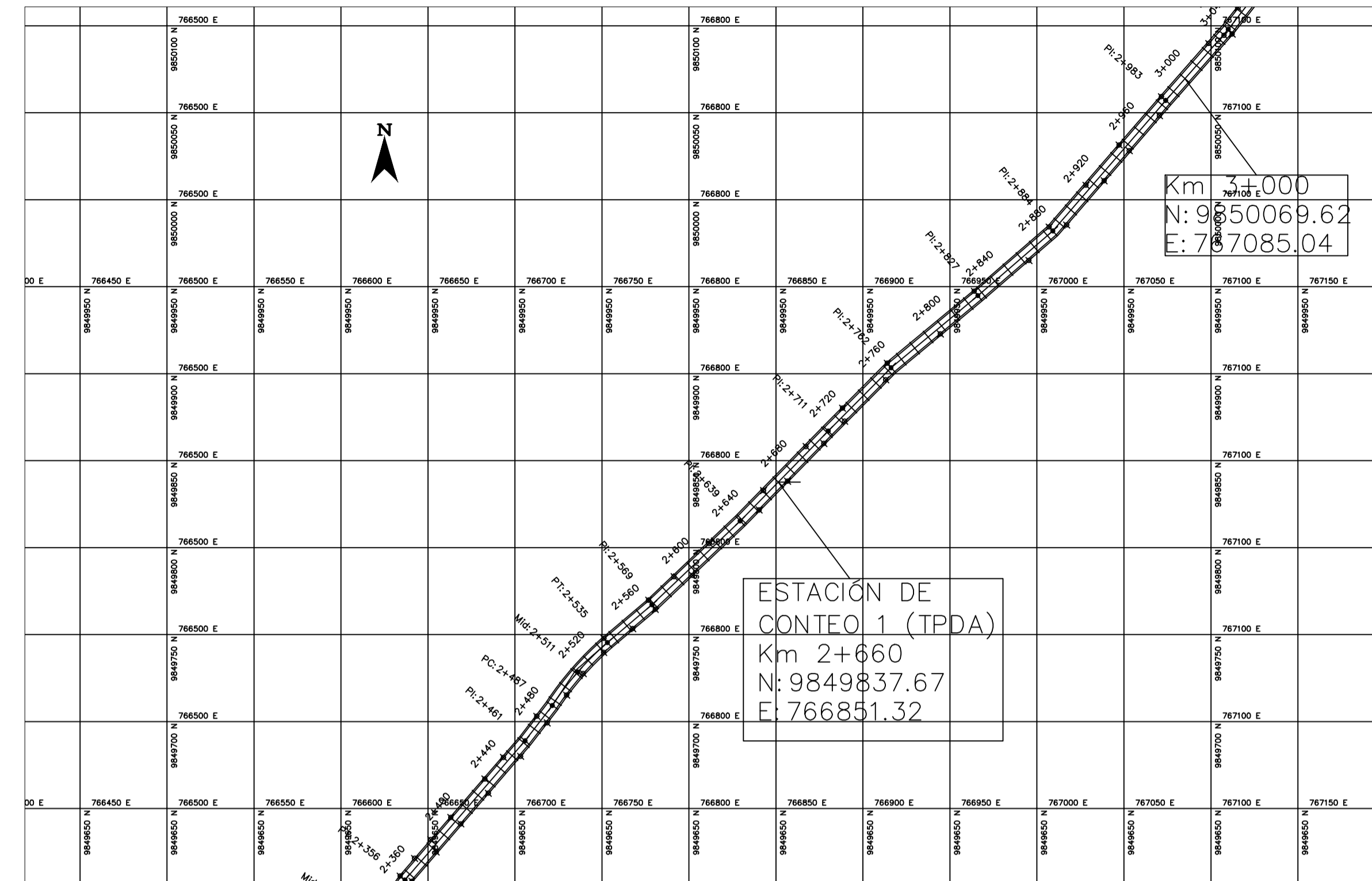
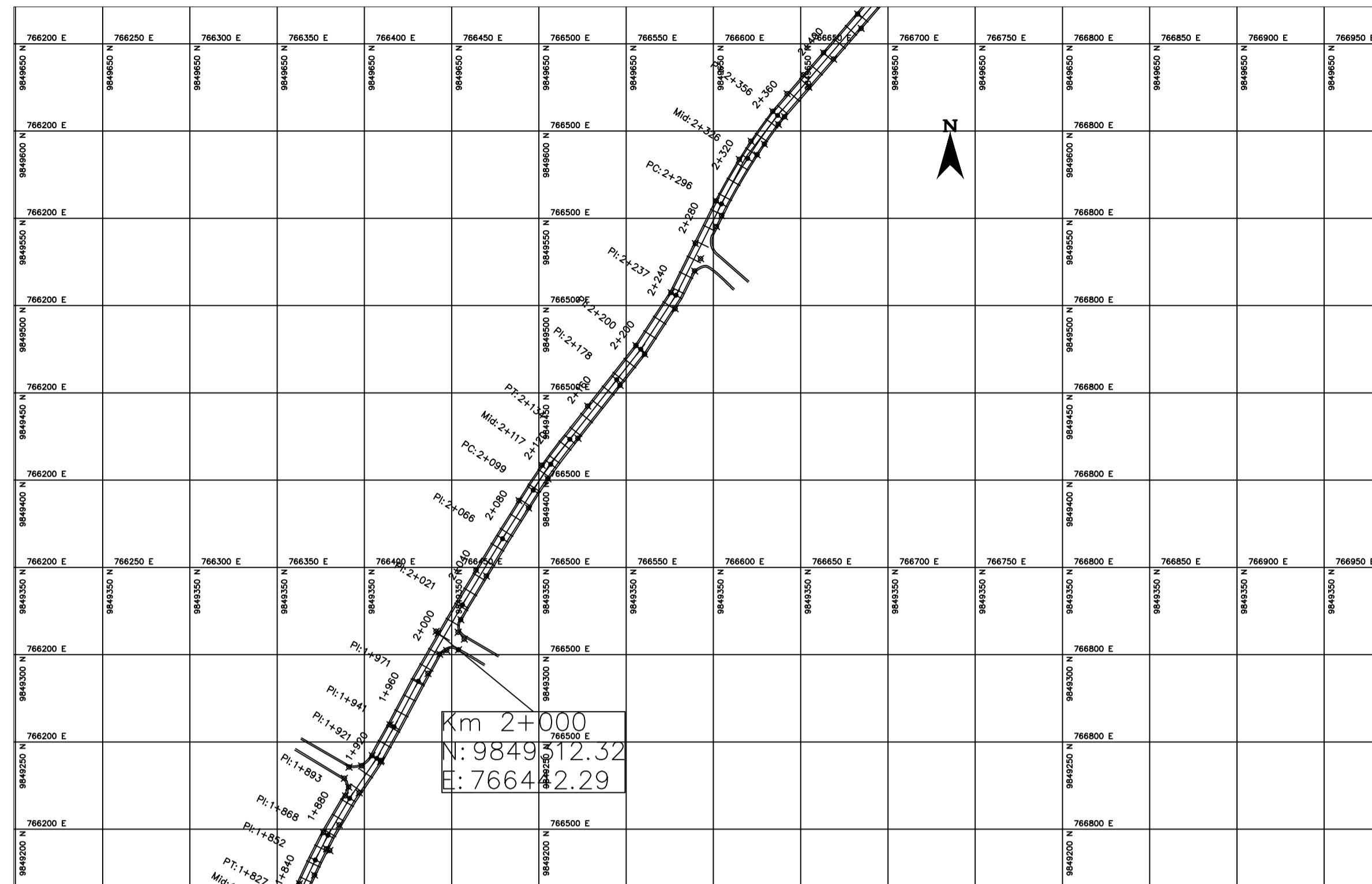


PERFIL SECCIÓN 1 DE LA VÍA QUERO-SALASACA

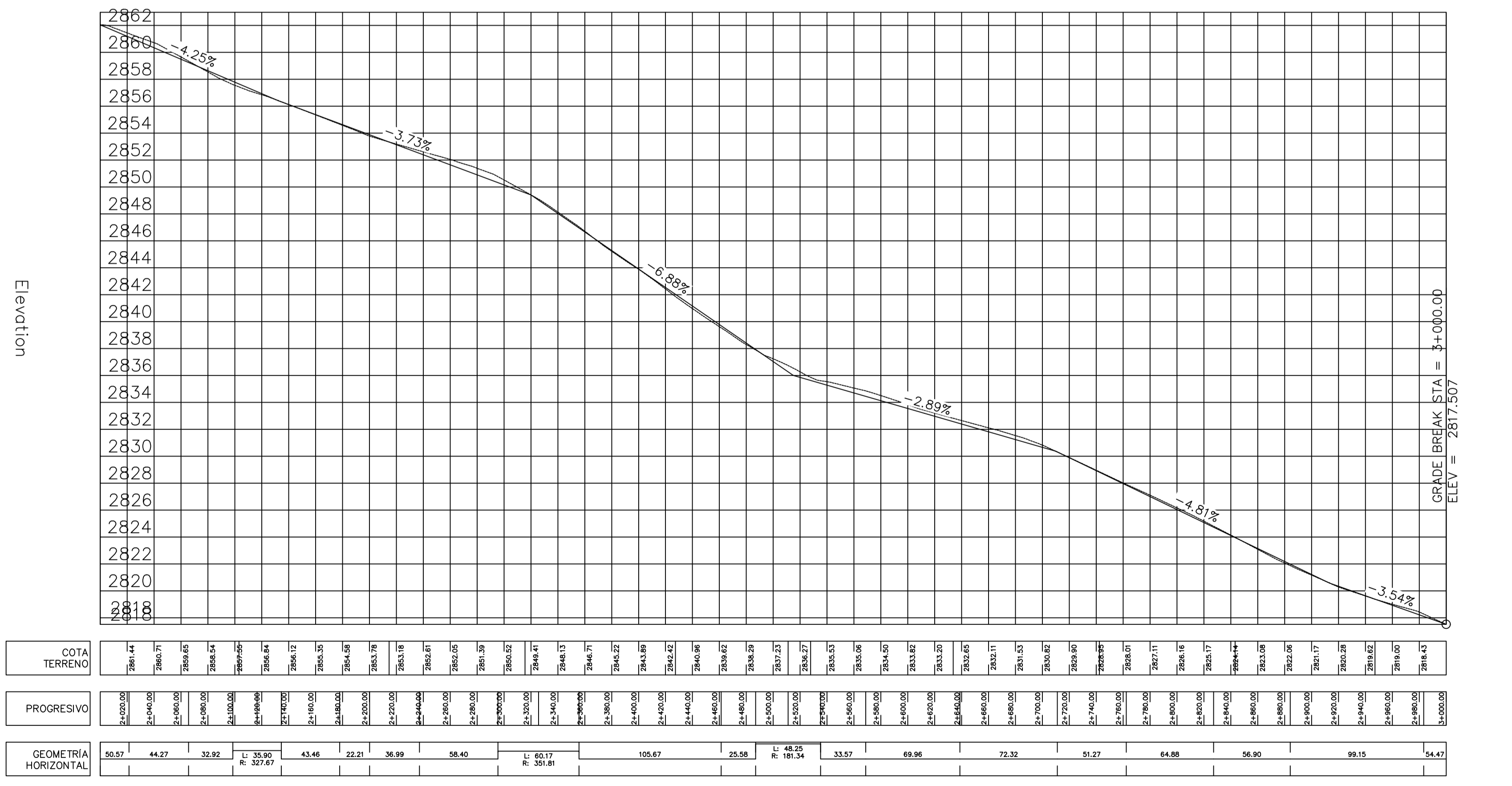


LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO SECCIÓN 2 DE LA VÍA QUERO-SALASACA

P. INICIAL Km 2+000 P. FINAL Km 3+000



PERFIL SECCIÓN 2 DE LA VÍA QUERO-SALASACA

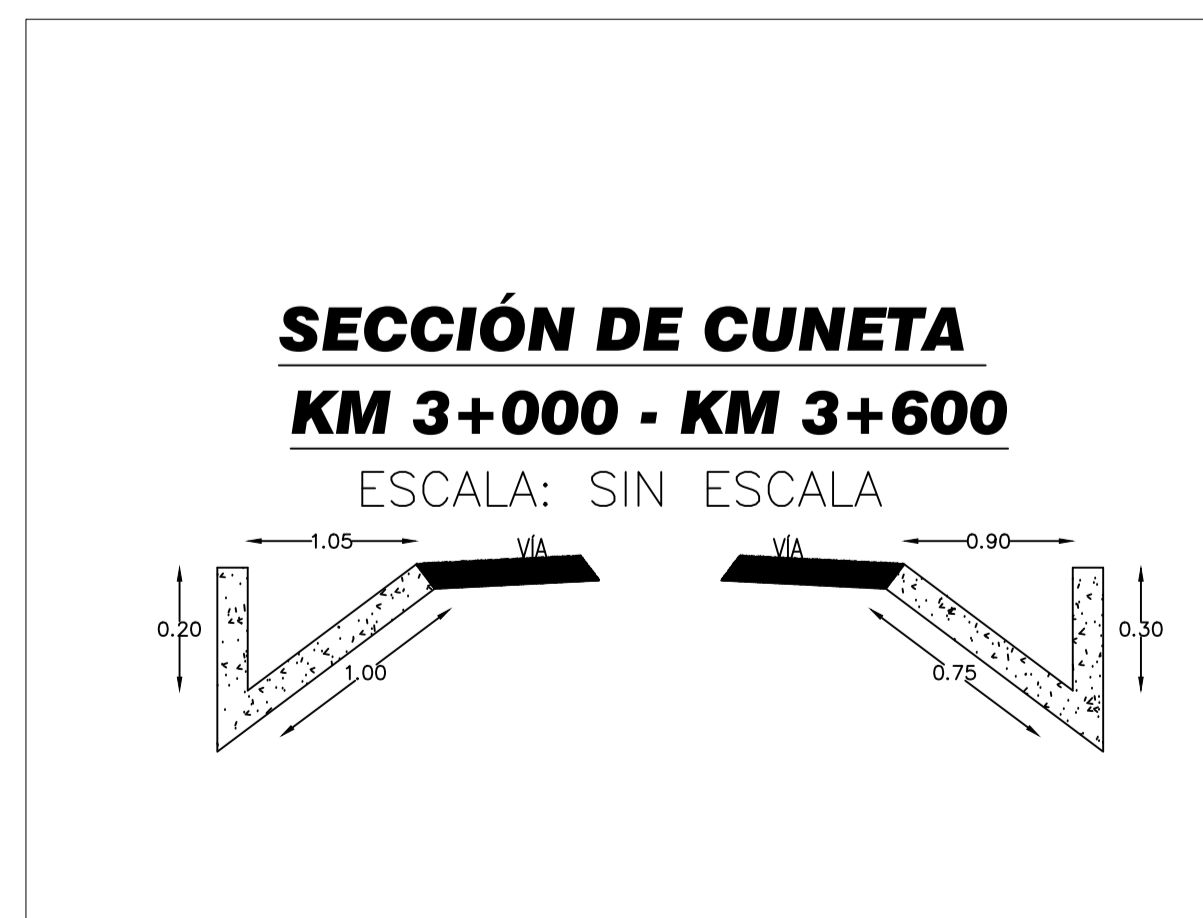
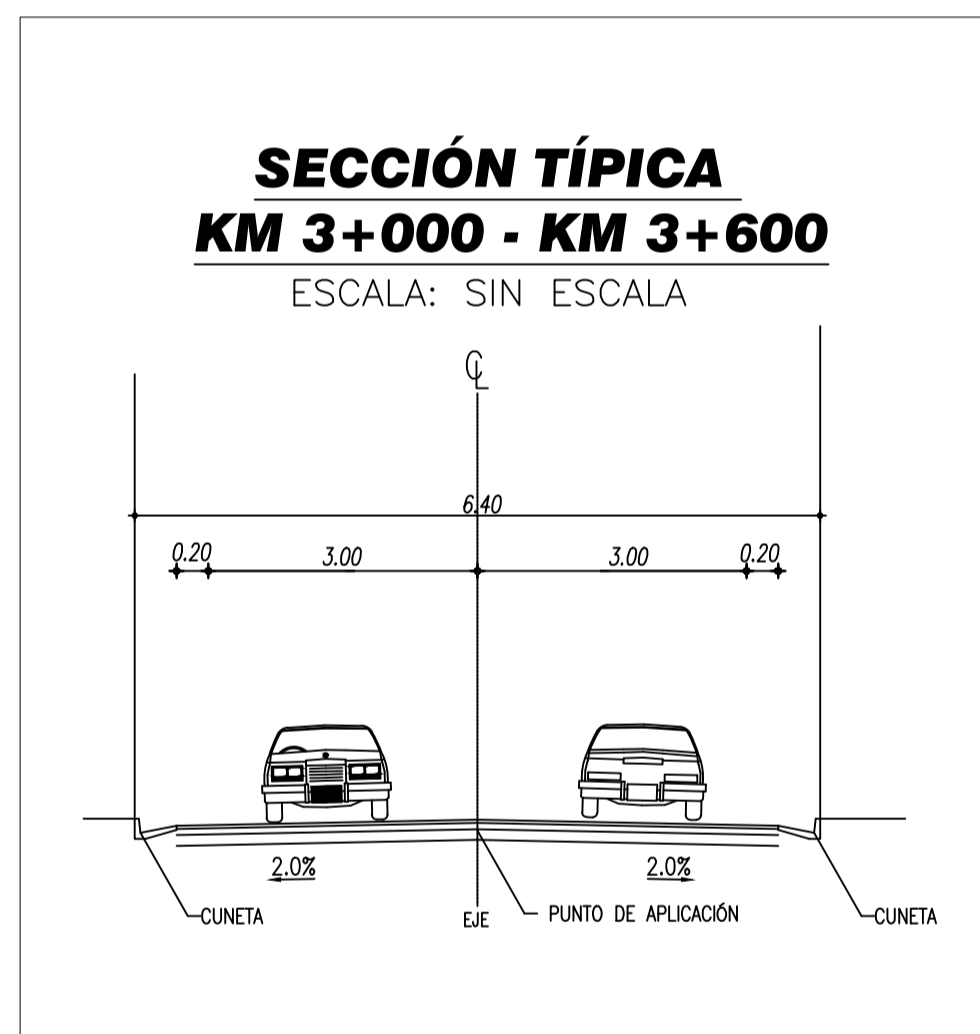
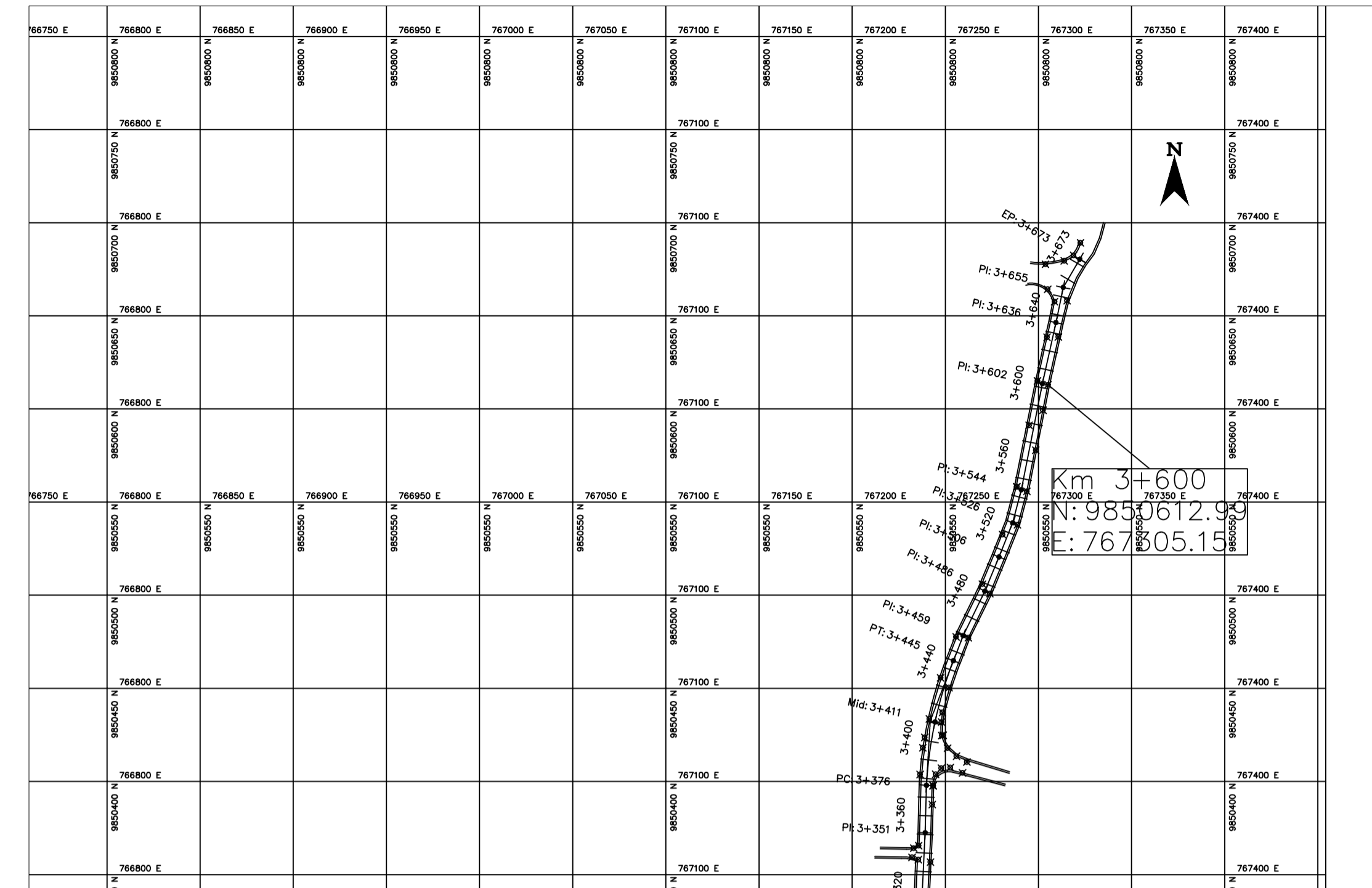
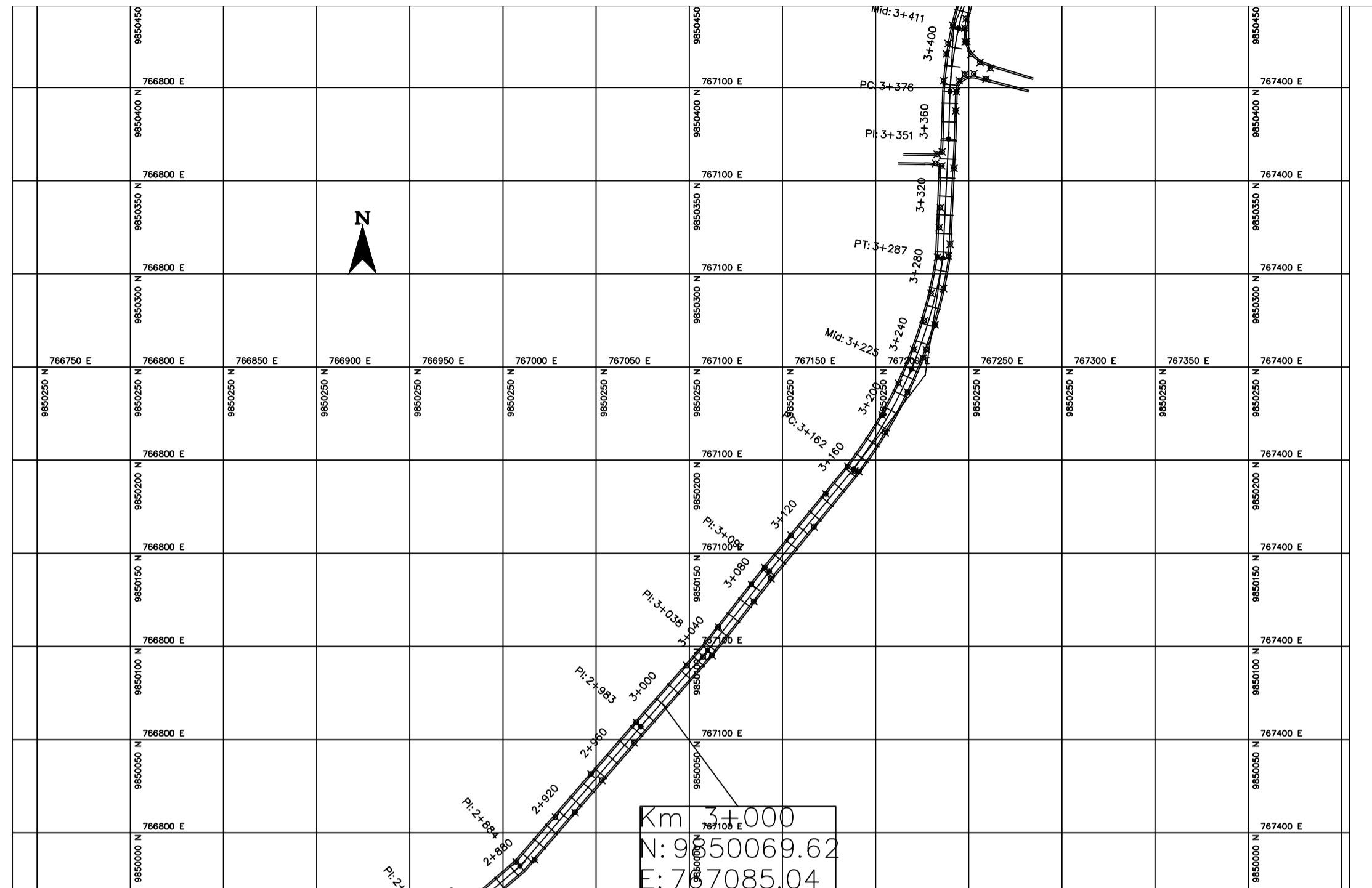


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

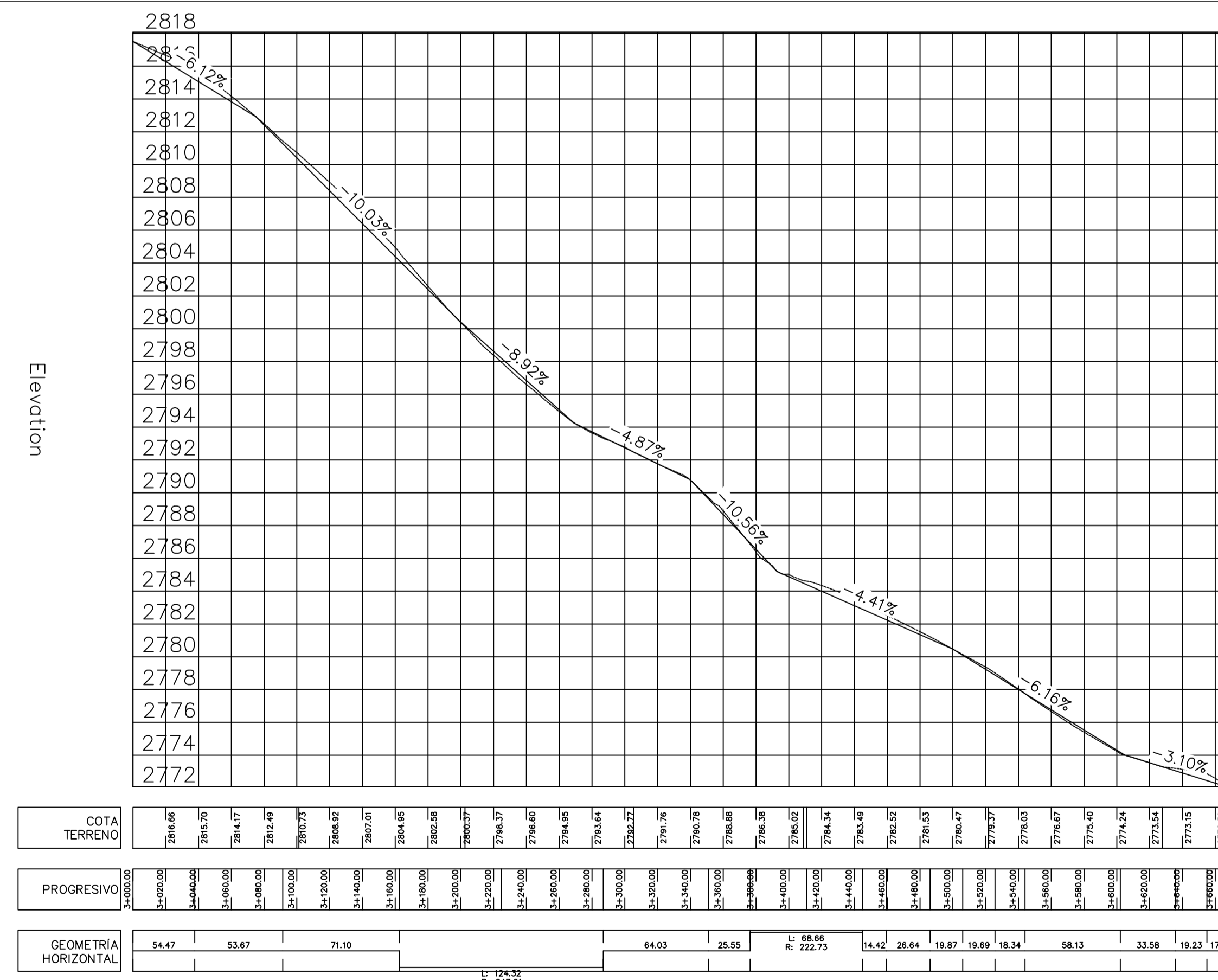
Nombre del Proyecto: VÍA QUERO - SALASACA		INGENIERÍA MÁS Y TRANSPORTE	
Contenido: LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO		Lámina: 03 DE 04	
Clase CARRETERA DE 2 CARRILES TIPO C1	Longitud 3+600 Km	Estudio PARCIAL	Provincia TUNGURAHUA
TUTOR ING. MG. ALEX LÓPEZ		Egresado: BAUTISTA ESPINOSA JHON ESTALIN	Fecha: FEBRERO - 2019

LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO SECCIÓN 2 DE LA VÍA QUERO-SALASACA

P. INICIAL Km 3+000 P. FINAL Km 3+600



PERFIL SECCIÓN 2 DE LA VÍA QUERO-SALASACA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
Nombre del Proyecto: VIA QUERO - SALASACA		INGENIERIA VAS Y TRANSPORTE	
Contenido: LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO		Lámina: 04 DE 04	
Clase CARRERA DE 2 CARRILES TIPO C1	Longitudud 3+600 Km	Estudio PARCIAL	Provincia TUNGURAHUA
Fecha: FEBRERO -2019		Egresado: BAUTISTA ESPINOSA JHON ESTALIN	
TUTOR ING. MG. ALEX LOPEZ			