



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

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

TEMA:

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE
LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE
TUNGURAHUA”**

AUTORA: Lizbeth Estefanía Tipantasig Cacuango

TUTOR: Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Febrero - 2024

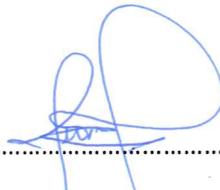
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del presente Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema “**EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**”, elaborado por la Srta. **Lizbeth Estefanía Tipantasig Cacuango**, portadora de la cédula de ciudadanía C.I. 1805802202, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, febrero 2024



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

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Lizbeth Estefanía Tipantasig Cacuango**, con C.I. 1805802202 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Trabajo Experimental con el tema: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del Trabajo Experimental, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Lizbeth Estefanía Tipantasig Cacuango

C.I. 1805802202

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, febrero 2024



Lizbeth Estefanía Tipantasig Cacuango

C.I. 1805802202

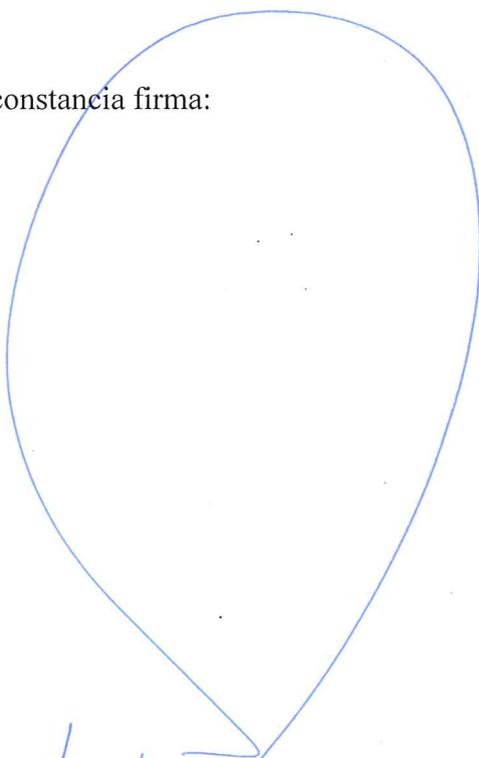
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental realizado por la estudiante Lizbeth Estefanía Tipantasig Cacuango de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO – MOCHA ABSCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firma:




.....
Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado primero a Dios por permitirme culminar esta etapa con éxito, seguidamente a mis padres: Guillermo y Lourdes quienes me dieron su apoyo incondicional en momentos difíciles y que nunca permitieron rendirme. A mis hermanos Luis, Efraín, Andrea y Natalia por alentarme y creer en mi durante todo este tiempo. A mi hija Ailed por ser el pilar fundamental para no dejarme vencer. A mi pareja Sebastián por caminar a mi lado en todo este proceso e impulsarme a ser mejor cada día. A mis amigos que no me dejaron sola y me ayudaron en todo lo que necesitaba y finalmente a mí misma por todo el sacrificio que di para lograr esta meta.

Lizbeth Estefanía Tipantasig Cacuango

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la salud y la vida para llegar a esta etapa de mi vida, a mis Padres por ser mi guía y apoyo incondicional durante mi vida y quienes me han enseñado a valorar todo esfuerzo. A mi hija por su sonrisa que me motivo diariamente y me enseñó el significado de la vida. A mis docentes quienes me brindaron el conocimiento para lograr esta meta y convertirme en una Ingeniera Civil. A mis compañeros de la universidad Jenny, Jonathan y Nicolás por siempre ser un apoyo en esta etapa de mi vida.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II	6
METODOLOGÍA	6
2.1. Materiales	6
2.2. Métodos	8
2.2.1. Fase Preliminar	8
2.2.2. Primera Fase	9
2.2.3. Segunda Fase	18
2.2.2. Tercera Fase	21
CAPÍTULO III	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1. Análisis y discusión de resultados	22
3.1.1. PRIMERA FASE	22
3.1.1.1. Análisis y determinación del volumen de tráfico	22
3.1.1.2. Cálculo de Índice de Condición del Pavimento (PCI)	32
3.1.1.3. Cálculo de deflexiones para la capa de rodadura	41
3.1.1.4. Análisis del Cálculo del DCP	47

3.1.2.	SEGUNDA FASE	49
3.1.2.1.	Análisis del Ensayo de Granulometría	49
3.1.2.2.	Análisis del Ensayo de Límites de Atterberg	50
3.1.2.3.	Análisis del Ensayo de Proctor Modificado	51
3.1.2.4.	Análisis del Ensayo de CBR (Ensayo de Soporte California)	52
3.1.2.5.	Análisis del Ensayo de Abrasión	53
3.1.3.	TERCERA FASE	54
3.1.3.1.	Diseño de la estructura del pavimento	54
3.1.3.2.	Plan de Mantenimiento Vial	59
3.1.3.3.	Presupuesto Referencial	61
3.2.	Verificación de la hipótesis	62
CAPÍTULO IV		63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		63
4.1.	Conclusiones	63
4.2.	Recomendaciones	65
MATERIALES DE REFERENCIA		66
Referencias Bibliográficas		66
ANEXOS		70
ANEXO A		70
PRIMERA FASE		70
ANEXO B SEGUNDA FASE		115
ANEXO C		158
TERCERA FASE		158
ANEXO D		192
FOTOGRAFÍAS		192
ANEXO E		196
PLANOS		196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Vía Quero-Mocha ABS: 0+000-4+300.....	8
Figura N° 2. Estado de la vía	9
Figura N° 3. Ubicación de la Estación de Conteo	22
Figura N° 4. Hora pico vs TPDA Actual	25
Figura N° 5. Ábaco Falla 1 (Piel de Cocodrilo).....	36
Figura N° 6. Ábaco Falla 10 (Grietas Longitudinales y Transversales).....	36
Figura N° 7. Ábaco Falla 12 (Agregados Pulidos)	37
Figura N° 8. Valores de q	38
Figura N° 9. Deflectograma	47
Figura N° 10. Ábaco de CBR de base.....	57
Figura N° 11. Ábaco de CBR de subbase	57
Figura N° 12. Estructura del Asfalto.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Vía Quero-Mocha ABS: 0+000-4+300	8
Tabla N° 2. Punto a ensayar con la Viga Benkelman	15
Tabla N° 3. Tipos de Mantenimiento Vial	21
Tabla N° 4. Coordenadas de la estación de conteo	22
Tabla N° 5. Hora Pico	23
Tabla N° 6. TPDA Actual	24
Tabla N° 7. Tabla resumen del cada día con su hora pico-TPDA Actual.....	24
Tabla N° 8. Factores de daño	29
Tabla N° 9. Clasificación vial	31
Tabla N° 10. Características PCI	33
Tabla N° 11. Valores Generales.....	34
Tabla N° 12. Valores Deducidos.....	37
Tabla N° 13. Clasificación del PCI.....	38
Tabla N° 14. Intervención para el PCI.....	39
Tabla N° 15. Resumen del PCI	40
Tabla N° 16. Puntos donde se ubica la Viga Benkelman según anchos de la vía.....	41
Tabla N° 17. Lecturas del Dial de la Viga Benkelman	41
Tabla N° 18. Corrección de deflexiones	42
Tabla N° 19. Corrección por temperatura	43
Tabla N° 20. Factores de corrección por estacionalidad.....	43
Tabla N° 21. Deflexiones corregidas por estacionalidad	44
Tabla N° 22. Radio de Curvatura	44
Tabla N° 23. Tipo de Deflexiones.....	45
Tabla N° 24. Comportamiento del pavimento y la subrasante.....	46
Tabla N° 25. Ejemplo de DCP	48
Tabla N° 26. CBR de campo.....	48
Tabla N° 27. Clasificación del CBR	48
Tabla N° 28. Porcentaje de agregados	49
Tabla N° 29. Granulometría de material granulométrico.....	50
Tabla N° 30. Clasificación Base 4	50
Tabla N° 31. Límites de Atterberg.....	51

Tabla N° 32. Proctor Modificado.....	52
Tabla N° 33. Proctor Modificado.....	52
Tabla N° 34. CBR de laboratorio (subrasante)	53
Tabla N° 35. CBR de laboratorio (base)	53
Tabla N° 36. Resultados de ensayo de Abrasión	54
Tabla N° 37. Nivel de confiabilidad	55
Tabla N° 38. Desviación estándar normal.....	55
Tabla N° 39. Coeficiente de drenaje	58
Tabla N° 40. Tramos de reconstrucción.....	59
Tabla N° 41. Tramos de rehabilitación	60
Tabla N° 42. Tramos de Mantenimiento Periódico	60
Tabla N° 43. Tramos de Mantenimiento Rutinario.....	60
Tabla N° 44. Presupuesto referencial.....	61

RESUMEN EJECUTIVO

La Vía Quero-Mocha, es un enlace vital entre dos cantones con destacada producción agrícola, láctea y textil. Con el objetivo de preservar la conectividad esencial para la economía local y minimizar impactos negativos, se propone la implementación de un sólido plan de mantenimiento.

Se realizó una evaluación con factores clave como el volumen de tráfico, Índice de Capacidad Portante, Porcentaje de Soporte California y un presupuesto de referencia. El análisis del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) clasificó la vía como de dos carriles Clase II. El Índice de Capacidad Portante (PCI) fue crucial para determinar las necesidades de mantenimiento, que incluyeron rehabilitación, reconstrucción, mantenimiento periódico y rutinario. Del mismo modo el estudio de deflexiones mediante el método de la viga Benkelman revelaron de tipo I y tipo III. Así el Porcentaje de Soporte California (CBR), evaluado en campo y laboratorio, demostró valores entre el 13 y el 28 por ciento, clasificándose como muy bueno y excelente para la subrasante. Además, la base fue caracterizada como clase 4, con CBR superiores al 80 por ciento, considerándola excelente para base, análisis adicionales, como la granulometría y los límites de Atterberg, respaldaron la idoneidad del suelo como subrasante. Un ensayo de abrasión indicó un desgaste del 35.5 por ciento, por debajo del límite aceptable del 40 por ciento, confirmando la buena condición de la base.

Como resultado con estos datos, se desarrolló un diseño estructural proyectado para aproximadamente 20 años, respaldado por un presupuesto referencial de 341,639.34 dólares para el Plan de Mantenimiento.

Palabras clave: Ensayos, TPDA, PCI, CBR, presupuesto referencial y plan de mantenimiento vial.

ABSTRACT

The Quero-Mocha Road is a vital link between two cantons with prominent agricultural, dairy, and textile production. In order to preserve essential connectivity for the local economy and minimize negative impacts, the implementation of a robust maintenance plan is proposed.

An evaluation was conducted, considering key factors such as traffic volume, Pavement Condition Index (PCI), California Bearing Ratio (CBR), and a reference budget. The analysis of the Annual Average Daily Traffic (AADT) classified the road as a two-lane Class II. The Pavement Condition Index (PCI) was crucial in determining maintenance needs, including rehabilitation, reconstruction, periodic, and routine maintenance. Similarly, deflection studies using the Benkelman Beam method revealed Type I and Type III deflections. The California Bearing Ratio (CBR), assessed in the field and laboratory, demonstrated values between 13 and 28 percent, categorizing it as very good and excellent for the subgrade. Additionally, the base was characterized as Class 4, with CBR exceeding 80 percent, deeming it excellent for the base. Further analyses, such as particle size distribution and Atterberg limits, supported the soil's suitability as a subgrade. An abrasion test indicated wear of 35.5 percent, below the acceptable limit of 40 percent, confirming the good condition of the base.

As a result of these findings, a structural design projected for approximately 20 years was developed, supported by a reference budget of \$341,639.34 for the Maintenance Plan.

Keywords: Tests, AADT, PCI, CBR, reference budget, and road maintenance plan.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Generalmente, todas las actividades de las personas necesitan de una infraestructura para poder ejecutarlo. Esto es indispensable tanto en países desarrollados como en aquellos que se encuentran en desarrollo, la necesidad de la infraestructura, tanto en carreteras, ferrocarriles, electricidad, suministro de agua y viviendas, es de suma importancia para el desarrollo de las actividades sociales y económicas. Las vías que están en buen estado cumplen un rol esencial en el desarrollo económico y el crecimiento, así mismo generan beneficios sociales importantes. Es así que, las carreteras en mal estado o aquellas sin un mantenimiento adecuado restringen la movilidad, crean más costos operativos de los vehículos, aumenta las tasas de accidentes y por ende los costos y materiales generando un grave problema en el aislamiento, la pobreza, problemas de salud y el analfabetismo en comunidades rurales. Por esta razón, el aumento de red vial toma fuerza en todo el mundo muy rápidamente, específicamente en los países en desarrollo, generando una demanda en las infraestructuras. Para el desarrollo económico los gobiernos deben tomar en cuenta la necesidad de creación de entornos adecuados para que las personas puedan vivir y trabajar lo que una buena infraestructura vial es fundamental.[1]

Por lo cual, menciona Macea-Mercado (2016) que en absolutamente todos los países del mundo es sustancial mantener un buen estado en la infraestructura de su red vial con el fin de ahorrar gastos adicionales de operación. Una nación que permite que su infraestructura vial se dañe tendrá costos operativos adicionales de vehículos que es el 1% y el 3% de su PNB (Producto Nacional Bruto). Asimismo, la idea de Huamaní (2022) expresa que el rol fundamental de la red vial en un lugar es generar un ambiente cómodo y seguro para los usuarios. Es así que, la implementación del mantenimiento vial se ha convertido en un recurso esencial en los últimos años, con el propósito de planificar y construir de manera correcta las carreteras.[2]

Además, la construcción de una red vial conlleva una investigación minuciosa, por lo cual un correcto mantenimiento es fundamental. Se ha visto que el costo real en el mantenimiento es menor que lo necesario para las vías urbanas. Esto es una

problemática muy difícil que lleva a cabo la asignación de recursos como: materiales, mano de obra, equipos, fondos, diseños y toma de decisiones. Por ello, el mantenimiento y la conservación de las vías deben constar de una prioridad nacional de alto interés, es así que el Sistema de Gestión de Mantenimiento de Pavimentos (PMMS) contiene un grupo integral y coordinado de actividades que tienen que ver con la planificación, el diseño, la construcción, el mantenimiento y la evaluación de carreteras. Por lo que, el PMMS puede ser empleado para llevar y controlar los recursos de mantenimiento con el fin de obtener beneficios óptimos.[3]

Cabe recalcar que, un pavimento flexible es la capa que se encuentra expuesta en una vía, es decir, es la capa de rodadura, esto ayuda al tránsito eficaz de los vehículos, generando seguridad, comodidad y economía a la nación. El Departamento de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas (MOOP) fue fundada en 1940 y actualmente es el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) en Nicaragua, en este país existía 52 Kilómetros de vías con asfalto y contaba con 201 kilómetros de vías en total en toda la nación lo que su problemática era bastante notoria. La MTI se fundó como el departamento oficial encargado a nivel nacional de la construcción y mantenimiento de la red vial y sus obras complementarias. En este país la clave fundamental fue que el gobierno de Estados Unidos extendió su ayuda tanto en la supervisión como en el asesoramiento técnico en el proceso de construcción de las carreteras de dicho país. Así aplicaron la Norma AASHTO (Guide for the Design of Pavement Structures 1993) para la creación de las nuevas redes viales en Nicaragua.[4]

Asimismo, la toma de decisiones para invertir en una red vial pavimentada es un desafío para las instituciones y agencias de transporte ya que deben a mediar los limitantes presupuestarios, las necesidades de mantenimiento del asfalto, y las expectativas de los usuarios para cuidar el uso de los recursos disponibles en el desarrollo y cuidado de las vías. Sin embargo, las preocupaciones medioambientales que produce cambio climático lo que afecta a la vida útil del pavimento flexible. De acorde a la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas de Chile (2014) la gestión vial asocia ejecutar un grupo de operaciones con el objetivo de mantener en buen estado una carretera o red vial en condiciones óptimas de seguridad, confort y capacidad estructural mediante un periodo específico siempre y cuando se tenga presente las condiciones ambientales locales. Lo cual se ejecuta a través de la

minimización de los requerimientos financieros y la maximización de los beneficios sociales y económicos.[5]

De igual manera, Colombia cuenta con una infraestructura vial que conecta ciudades e incluso países facilitando la comunicación, el comercio, el turismo y el crecimiento económico. El transporte por vía terrestre es el más utilizado para enviar productos y personas en todo el país, y esto forma parte del ámbito logístico de Colombia de acuerdo a lo establecido por Fedesarrollo (2013). La red vial cuenta con un ciclo de vida que está formado por la construcción, el mantenimiento y a veces la reconstrucción. El Instituto Nacional de Vías y Transporte (INVÍAS) es la institución encargada de supervisar y regular dicha actividad vial en Colombia, así clasifica el estado vial en cinco categorías muy marcadas: Muy Bueno, Bueno, Regular, Malo y Muy Malo, estas categorías se basan en el índice de rugosidad internacional, que es un estándar de medición de la calidad de la capa de rodadura y el daño que este tenga. Generalmente el ciclo de vida de una carretera en Colombia es de aproximadamente 15 años. Para analizar la calidad de las vías al pasar los años se emplea una herramienta Dinámica de Sistemas que se relaciona con las cinco categorías antes nombradas, el tráfico promedio diario, el índice de rugosidad internacional y las diversas intervenciones.[6]

Además, es necesario acotar que un pavimento al igual que un auto necesita de un mantenimiento preventivo y periódico para alargar sus años de vida y garantizar un servicio de calidad. Se sabe que el asfalto es diseñado para un límite de tiempo de uso ya que este llega a su colapso por factores ambientales y el desgaste por cargas causadas diariamente. La capa de rodadura se vuelve rígida al pasar el tiempo lo que minora la fricción, generando un desgaste a causa de la pérdida de agregados creando fisuras que al pasar del tiempo se convierten en grietas mucho más grandes y profundas lo que causa que el agua penetre y dañe las capas interiores y termine en baches. Por todo esto, el mantenimiento es un recurso indispensable lo que generalmente se acostumbra hacer frente a estas fisuras es crear sellos de lechada sobre las mismas ya que esto detiene el desgaste y pérdida de agregados del asfalto, deteniendo el periodo de envejecimiento por factores ambientales. Es necesario mencionar que todos estos mantenimientos preventivos han mostrado que el costo necesario para un mantenimiento vial que ayuda a alargar su vida útil representa la quinta parte a una octava parte de la inversión para rehabilitar totalmente una vía en mal estado.[7]

Por otra parte, existen métodos con los cuales se puede analizar el estado del pavimento flexible ya que este suele tener daños debido a factores ambientales como temperatura, nivel freático, condiciones atmosféricas, etc. y así mismo por el mal uso por parte de los usuarios o un mal mantenimiento del mismo, el método más usado es el PCI (Índice de Condición de Pavimento), ya que es una evaluación superficial visual donde se mide los daños del asfalto y se reconoce el nivel de severidad del mismo, otro de los métodos empleados es el IRI (índice de Regularidad Internacional), siendo un indicador estadístico de irregularidad superficial. [8]

De la misma forma, la mayor parte de los países que aún se encuentran en desarrollo, se ha encontrado deficiencias en la red vial que permite la movilidad a lugares de difícil acceso, esto se debe a la ausencia de mantenimiento de estas carreteras para preservar su estado y alargar su vida útil. Ecuador es uno de los países con esta problemática, debido a que contiene un gran territorio rural, que es necesario una red vial de alto tráfico es decir, para cargas de gran peso por la actividad agroeconómica que tiene este país, lo cual se ha podido implementar diseños de asfalto para dichas áreas, pero la escasa planificación vial y la mala conservación de la red de carreteras en Ecuador, generalmente en ciudades con bastantes zonas rurales se puede observar vías con defectos estructurales que afectan directamente al desarrollo social, económico y productivo de estos sectores. Un claro ejemplo de esta situación es Portoviejo que debido a su conexión con Manabí y otros cantones, el flujo vehicular es alto lo que genera un continuo deterioro de la capa de rodadura.[9]

Es importante nombrar que una eficaz estructura vial es un factor primordial en el auge económico de un sector, ya que su rol es actuar como un vínculo mediante los centros de producción y consumo, desarrollando el comercio y la movilidad de los pobladores entre distintas zonas de la nación. A la vez, el acceso de transporte también se da por las disparidades sociales. De acorde con el informe de Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Tungurahua (2015), esta provincia tiene una red de conectividad interna de alta calidad, dentro de esto están carreteras que conectan cantones y parroquias de forma directa con la capital de la provincia que es la ciudad de Ambato, siendo este sector el principal centro de suministro de la región central del Ecuador.[10]

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la condición superficial y de la estructura del pavimento de la vía Quero – Mocha abscisa 0+000 - 4+300, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua, con el fin de determinar su estado actual e identificar la necesidad de plantear un plan de mantenimiento y rehabilitación para mejorar su durabilidad, seguridad y funcionalidad.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el volumen de tráfico, el índice de Condición de Pavimento (PCI) y la extracción de muestras necesarias para determinar las características de las capas del pavimento de la vía Quero Mocha abscisa 0+000 - 4+300, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.
- Analizar los resultados de la evaluación superficial y de la estructura del pavimento obtenidas en campo de la vía Quero Mocha abscisa 0+000 - 4+300, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua.
- Determinar el presupuesto necesario para llevar a cabo un plan de mantenimiento de la vía Quero Mocha abscisa 0+000 - 4+300, localizada entre los cantones Quero y Mocha de la provincia de Tungurahua

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La presente investigación se estructura en tres fases distintivas: la evaluación del volumen de tráfico (TPDA), el análisis del Índice de Condición de Pavimento (PCI), y la extracción de muestras esenciales para determinar las características de las capas del pavimento de la vía. El objetivo es analizar los resultados obtenidos durante la evaluación superficial y estructural del pavimento en campo, para finalmente calcular el presupuesto necesario y establecer un plan de mantenimiento vial. A continuación, se detallarán los materiales y métodos correspondientes a cada una de las fases mencionadas.

2.1. Materiales

En la fase inicial del proyecto, se llevó a cabo la recolección de datos para calcular el Volumen de Tráfico (TPDA). Este proceso implicó el uso de fichas detalladas que categorizan cada tipo de vehículo. Posteriormente, para identificar las deficiencias en el pavimento flexible y determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI), se consultó el Manual de Fallas, el cual ofrece descripciones detalladas de las 19 posibles irregularidades en el asfalto.

Prosiguiendo con la evaluación, se llevó a cabo el ensayo de Deflexiones en campo mediante el uso de un equipo especializado, la viga Benkelman (Controls, versión 80-B0180), en conjunto con una volqueta (Hino) de 8.2 toneladas. Además, se realizaron extracciones de muestras de tierra. Estas extracciones se llevaron a cabo mediante calicatas, utilizando herramientas específicas diseñadas para este propósito.

En estas calicatas, también se ejecutó el ensayo de CBR en campo, empleando el equipo denominado Penetrómetro Dinámico de Cono (sin marca). Estas etapas iniciales del proyecto no solo permitieron recopilar datos esenciales para el análisis de la vía, sino que también evidenciaron la aplicación de diversas técnicas y herramientas especializadas para obtener información precisa y completa sobre el estado del pavimento y su subrasante.

En la segunda fase del proyecto, se llevó a cabo el ensayo de granulometría utilizando la muestra extraída de las calicatas. Este procedimiento requirió el uso de diversos

tamices con números específicos (4,8,10,16,30,40,50,60,100 y 200) para los suelos finos (subrasante) y tamices adicionales con números (2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", número 4,8,10,16,30,40,50,60,100 y 200) para el material granular (base). Utilizando una tamizadora eléctrica (Controls, versión 15-d0407/BZ), se logró separar la muestra según su material. Posteriormente, se pesaron 1000 gramos de material retenido en cada tamiz utilizando una balanza eléctrica.

A continuación, se llevó a cabo el ensayo de los Límites de Atterberg (límite plástico y líquido), para lo cual se empleó la Copa de Casagrande y un horno. Seguidamente, se procedió con el ensayo de Proctor Modificado utilizando un martillo compactador y un enrasador. De igual manera, al realizar el ensayo de California Bearing Ratio (CBR), se utilizó un martillo compactador, un enrasador, una pesa anular y ranurada, así como la máquina Multispeed (Controls, versión 34V1174).

Adicionalmente, se llevó a cabo el ensayo de abrasión, donde se empleó la máquina de los Ángeles (sin marca), evaluando así su nivel de desgaste, para lo que fue necesario el uso del tamiz N°12 y las esferas metálicas de acorde al método empleado.

En la etapa final del proyecto, correspondiente a la tercera fase, se procedió a la implementación del diseño de la vía utilizando el programa Civil 3D. Este software especializado permitió la creación y modelado preciso del plano, garantizando una planificación detallada y eficiente.

Simultáneamente, para la elaboración del Diseño de Pavimento fue necesario el programa denominado ecuación de AASHTO 93 y de hojas de Excel automatizadas. Además, para la elaboración del presupuesto se utilizaron los rubros de Compras Públicas. La herramienta Excel desempeñó un papel clave en este proceso, facilitando la gestión y cálculo de los costos asociados. La integración de estas tecnologías y métodos no solo aseguró la precisión y calidad del diseño vial, sino que también optimizó la elaboración del presupuesto, garantizando una planificación integral y eficaz del proyecto.

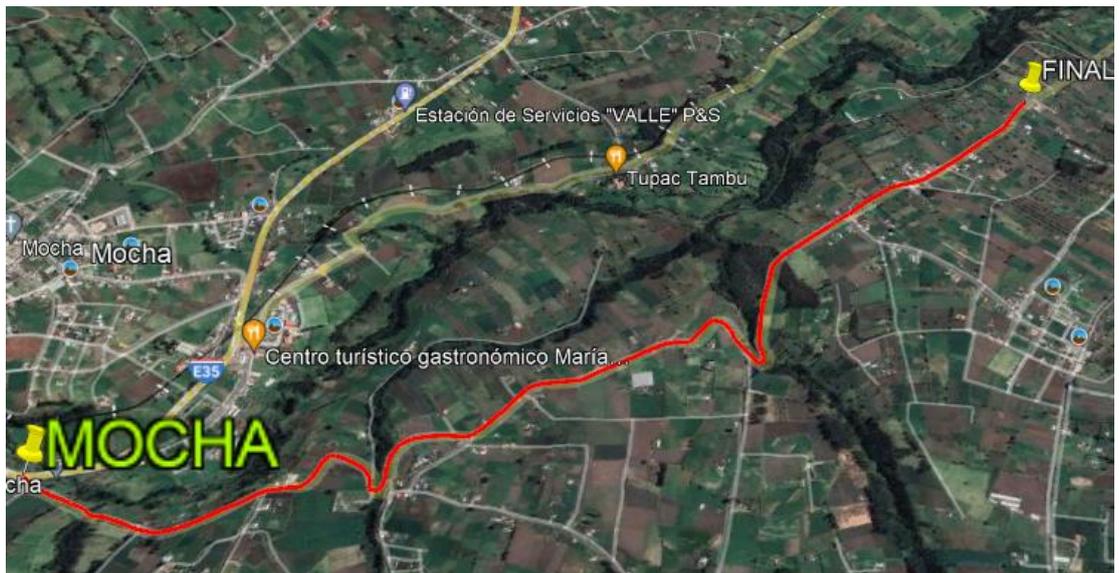
2.2.Métodos

Como se nombró previamente este trabajo se divide en cuatro etapas, donde cada etapa tiene su respectiva investigación y detalle de cada actividad ejecutada.

2.2.1. Fase Preliminar

La vía estudiada es aquella que conecta los cantones Quero-Mocha, donde el punto de inicio es el Puente de Mocha y el final es 4300 metros desde dicho punto.

Figura N° 1. Vía Quero-Mocha ABS: 0+000-4+300



Fuente: Propio

Tabla N° 1. Vía Quero-Mocha ABS: 0+000-4+300

UBICACIÓN			
ABSCISA (km)	UTM-WGS84- 17 NORTE	UTM-WGS84- 17 SUR	ZONA
0+00	9842236	760453	17 M
4+300	9843850	763389	

Fuente: Autor

Además, se detectaron daños severos y daños menores que requerían tratamientos simples. La circulación en la vía se mantenía a un nivel medio, siendo una ruta que experimenta cargas pesadas debido a la frecuencia habitual de camiones de gran tonelaje. Esta situación está ocasionando deterioros en la vía que se evaluó.

Es fundamental destacar que la elección de evaluar esta vía se basa en la ausencia de estudios previos en esta zona y en la evidente necesidad de intervención, claramente

perceptible a simple vista. La implementación de un Plan de Mantenimiento se considera esencial para abordar las condiciones actuales de la vía y garantizar su óptimo funcionamiento a largo plazo.

Figura N° 2. Estado de la vía



Fuente: Autor

2.2.2. Primera Fase

En esta etapa del proyecto, el objetivo primordial consistió en calcular la carga que la vía puede soportar y determinar el número de vehículos que circulan diariamente. Para lograrlo, se llevó a cabo una investigación de naturaleza experimental o de campo, ya que resultó crucial desplazarse al lugar para recopilar datos de manera directa. En este contexto, se ejecutó un minucioso estudio del Volumen de Tráfico Diario Promedio (TPDA) en la vía Quero-Mocha, específicamente en la abscisa 0+000-4+300. Durante este proceso, se registró el número de vehículos clasificados según sus tipos y ejes.

La recopilación de datos se efectuó en intervalos de 15 minutos a lo largo de 9 horas diarias (de 7:00 a 16:00) durante 4 días a la semana, abarcando así una semana completa. Un aspecto clave en la planificación fue la selección estratégica de la

estación de conteo, la cual se ubicó en la abscisa 1+500, considerando que el tráfico era más abundante en ese punto. Posteriormente, al procesar la información recopilada en el campo, se determinó el valor del TPDA mediante la aplicación de las siguientes fórmulas específicas, garantizando así un análisis riguroso y detallado de la carga de la vía, donde se aplicaron las siguientes fórmulas:

- Hora pico

acumulado hora = sumatoria de los valores cada 15 min

(Ec..1)

- TPDA de cada tipo de vehículo:

$$TPDA_{\text{tipo de vehículo}} = \frac{\text{Total TPDA} * 100}{15}$$

(Ec..2)

Donde:

TPDA: Total de vehículos de cada tipo

- Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas
 - Eje simple

Peso = depende del pesado

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

(Ec.3)

- Eje simple doble

Peso = depende del pesado

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

(Ec.4)

Donde:

P: Peso

- Factor de daño (Fd)

$Fd = \text{sumatoria de los ejes}$

(Ec.5)

- Tráfico Futuro (Tf)

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

(Ec.6)

Donde:

Tf: Tráfico futuro

Tac: Tráfico actual

i: índice de crecimiento

n: años de proyección

- Número de ejes equivalentes acumulado

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

(Ec.7)

Donde:

W18 acumulado: Número de ejes equivalentes

TPDA: Volumen de tráfico

FD: Factor de daño

- Número de ejes equivalentes por sentido

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

(Ec.8)

Donde:

W18 acumulado: Número de ejes equivalentes

- El número equivalente por sentido:

$$W_{18 \text{ acumulado}} = \frac{100}{100} * W_{18 \text{ acumulado}}$$

(Ec.9)

Donde:

W18 acumulado: Número de ejes equivalentes

Seguidamente, se implementó el método visual para determinar el Índice de Condición de Pavimento (PCI), con el objetivo de evaluar las deficiencias o daños en la capa superficial de la vía y su nivel de severidad, a fin de establecer el tipo de intervención requerido. En esta fase, se seleccionaron 14 secciones de muestreo estándar y una sección especial, cada una con una longitud de 35.5 metros.

Junto con una libreta de apuntes y un flexómetro, se procedió a la identificación y medición de cada falla presente en los tramos, siguiendo rigurosamente las pautas delineadas en el Manual de Fallas del Índice de Condición de Pavimento (PCI). Este enfoque preciso no solo permitió una evaluación detallada de las condiciones del pavimento, sino que también sentó las bases para determinar estrategias de intervención adaptadas a la severidad de los daños observados en cada sección muestreada.

Una vez obtenidos los datos visuales, se empleó la herramienta Excel para calcular el valor del PCI de cada sección de muestreo. Estos valores se clasificaron en una de las 7 categorías predeterminadas por el manual: excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo y fallado. Además de esta clasificación, se determinó el tipo de intervención necesario para cada sección, considerando opciones como mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción. Los cálculos del PCI se realizaron mediante las siguientes fórmulas:

- Longitud de unidad de muestreo (L)

$$L = \frac{A}{An}$$

(Ec.10)

Donde:

L: Longitud de unidad de muestreo

A: Área Máxima o mínima de la unidad de muestreo

An: Ancho de la vía

- Número de unidades de prueba (N)

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

(Ec.11)

Donde:

N: Número de unidades de prueba

Lt: Longitud total

L: Longitud de unidad de muestreo

- Número de unidades de prueba a ser inspeccionadas (n)

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

(Ec.12)

Donde:

n: Número de unidades de prueba a ser inspeccionada

N: Número de unidades de prueba

S: Desviación estándar de las unidades de prueba en la sección

e: Error permisible en la estimación en la sección del PCI

- Intervalo de muestreo (i)

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

(Ec.13)

Donde:

i: Intervalo de muestreo

N: Número de unidades de prueba

n: Número de unidades de prueba a ser inspeccionada

- Densidad

$$Densidad\% = \frac{\text{Área total}}{\text{Área de unidad de prueba}} * 100$$

(Ec.14)

- Número de deducciones (m)

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - \text{MáxDV})$$

(Ec.15)

Donde:

m: Número de deducciones

MáxDV: Valor deducido más alto (de acorde al ábaco)

- Índice de condición del pavimento (PCI)

$$PCI = 100 - CDV$$

(Ec.16)

Donde:

PCI: Índice de condición del pavimento

CDV: Valor deducido máximo compensado

Además, se implementó un enfoque exploratorio mediante la realización del ensayo de deflexiones con la Viga Benkelman, con el propósito de determinar las deformaciones en la superficie de la vía provocadas por las cargas vehiculares que soporta. Este ensayo se llevó a cabo a intervalos de 500 metros a lo largo de la vía. Para ello, se empleó un flexómetro para marcar distancias específicas (0.25, 0.50, 1, 2.5, 5 y 8 metros).

Una vez marcadas las distancias y con la colaboración de una volqueta de 8.2 toneladas, se posicionaron los ejes traseros de la volqueta en cada una de las distancias

predeterminadas. En cada ubicación, se montó la Viga Benkelman de manera precisa, situándola en la mitad del eje izquierdo

Mientras la volqueta se desplazaba, se registraron las deflexiones indicadas por el dial de la viga. Este proceso se repitió sistemáticamente cada 500 metros a lo largo de la vía. Este proceso permitió evaluar las deflexiones bajo condiciones específicas de carga, proporcionando valiosa información sobre la respuesta estructural de la vía a las tensiones generadas por el tráfico vehicular. Cabe destacar que el trazado de la línea transversal fue esencial y su ubicación se determinó a una distancia específica desde el borde, dependiendo del ancho del carril, como se detalla en la tabla siguiente:

Tabla N° 2. Punto a ensayar con la Viga Benkelman

Ancho del carril (m)	Distancia desde el borde al punto del ensayo (m)
2,70	0,45
3,00	0,60
3,30	0,75
3,60 o más	0,90

Fuente: Manual de Carreteras (MTC,2016) [11]

Por consiguiente, tenemos los siguientes cálculos:

- Deflexiones

$$D_d = 2 * (D_{fi} - D_d)$$

(Ec.17)

Donde:

D_d : Dflexión en cada distancia normada

D_{fi} : Distancia final

- Corrección de deflexiones a causa de la temperatura

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D_0}{0.001 * (T - 20^{\circ}C) * e + 1}$$

(Ec.18)

Donde:

$D_{20^{\circ}\text{C}}$: Deflexión corregida por temperatura

D_0 : Deflexión recuperable

T: Temperatura del asfalto

E: Espesor de la capa asfáltica

- Corrección por efectos de estacionalidad

$$D = Fe * D_{20^{\circ}\text{C}}$$

(Ec.19)

Donde:

$D_{20^{\circ}\text{C}}$: Deflexión corregida por temperatura

D: Deflexión corregida por estacionalidad

Fe: Factor de estación seca

- Cálculo del Radio de Curvatura

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

(Ec.20)

Donde:

R_c : Radio de curvatura (m)

D_0 : Deflexión máxima a los 0 metros

D_{25} : Deflexión a 0.25 metros

- Desviación estándar

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

(Ec.21)

Donde:

D_i : Deflexión recuperable máxima corregida

\bar{D} : Deflexión media

n : Número de datos

σ : Desviación estándar

- Deflexión característica

$$D_c = \bar{D} + 1.645 * \sigma$$

(Ec.22)

Donde:

D_c : Deflexión característica

\bar{D} : Deflexión media

σ : Desviación estándar

- Deflexión admisible

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

(Ec.23)

Donde:

D_{adm} : Deflexión admisible (mm)

W_{18} = Número de ejes equivalentes para el año actual

- Deflexión Crítica

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{W_{18}} \right)^{1/53} * 100$$

(Ec.24)

Donde:

D_{cr} : Deflexión crítica (mm)

W_{18} = Número de ejes equivalentes para el año actual

Posteriormente, se implementó el enfoque exploratorio o de campo, empleando herramientas especializadas con lo cual se llevó a cabo calicatas de 1 metro cuadrado con profundidades variables. Estas excavaciones se realizaron hasta alcanzar la subrasante, con la finalidad de extraer muestras de 50 kilogramos. Estas muestras, obtenidas tanto de la subrasante como del material granular que integra la estructura del pavimento, fueron destinadas para ensayar en el laboratorio.

Después de limpiar el hoyo para realizar el ensayo, se llevó a cabo el ensayo de CBR en campo utilizando un penetrómetro dinámico de cono (DCP) con el fin de determinar la capacidad estructural in situ del material de fundación (subrasante), lo cual el equipo fue introducido en tres puntos dispuestos en forma diagonal, es decir, en dos esquinas y en el centro, lo que implicó golpear con la pesa hasta que la mayor parte del penetrómetro se introdujera en el suelo, limitándose a 100 golpes.

Al procesar los datos, se utilizó una tabla de Excel que muestra la relación entre los golpes y la penetración. Esto generó una gráfica con su correspondiente ecuación lineal, cuyo promedio proporcionó el valor de DCP.

- Cálculo del DCP

$$DN \text{ promedio} = \frac{\sum DN}{3} \quad (Ec.25)$$

Donde:

DN promedio: Valor de DCP (CBR)

DN: Coeficientes de las ecuaciones lineales

2.2.3. Segunda Fase

En esta etapa del proceso, se llevó a cabo una investigación experimental, dado que era crucial realizar pruebas y ensayos para obtener resultados precisos y concluyentes.

El primer paso consistió en realizar el ensayo de granulometría, con el objetivo de identificar el tipo de suelo fino y clasificar el material granular. Este procedimiento se llevó a cabo conforme a las pautas establecidas por la norma AASHTO M 145. La muestra extraída de cada calicata (subrasante) se sometió a un día de secado en un horno. Posteriormente, se organizaron los tamices de forma ascendente según su

numeración (4, 8, 10, 16, 30, 40, 50, 60, 100 y 200). Se pesaron 1000 gramos de muestra seca para colocar en los tamices, y mediante una tamizadora eléctrica, se tamizó la muestra durante 10 minutos. Se registró el porcentaje de muestra retenida en cada tamiz, y se guardó la porción retenida a partir del tamiz número 50. Asimismo, se realizó la granulometría del material granular, utilizando 10 kilos de muestra para tamizar con tamices de (2", 1 ½", 1", ¾", 3/8" y #4), con la muestra retenida en el tamiz #4 se pasó en los tamices antes mencionados.

Utilizando la misma muestra almacenada, se procedió a realizar los ensayos de Límites de Atterberg, los cuales permiten definir los límites del rango de humedad en el que el suelo mantiene su plasticidad. En cuanto al límite líquido, se empleó la Copa de Casagrande. La muestra se mezcló con agua en un mortero, se depositó en la copa y se dividió a la mitad con un acanalador antes de aplicar los golpes. Posteriormente, se tomó dos pequeñas muestras de dicha mezcla, se pesaron y se sometieron a un proceso de secado en el horno.

Después de un día, se volvieron a pesar. Con la misma muestra, se llevó a cabo el ensayo de límite plástico, creando una especie de rollos en una placa de vidrio con una longitud de 3 a 4 cm y un diámetro de 3 a 4 milímetros, con la muestra en la mano y colocándolos en recipientes. Se pesaron, se pusieron en el horno y nuevamente se registró el peso. Finalmente, se llevaron a cabo los límites de Atterberg (Límite líquido y plástico) con el suelo fino obtenido de la muestra granular.

Posteriormente, se procedió a llevar a cabo el ensayo de Proctor Modificado con el único propósito de determinar el Contenido de Agua y el peso unitario de la muestra, es decir, identificar la humedad óptima. Durante este procedimiento, la muestra de la subrasante se dispuso en cinco capas dentro de un molde cilíndrico de 4". Utilizando un martillo compactador, se aplicaron 25 golpes a cada capa de la muestra colocada en el cilindro, siguiendo el Método A para ensayar la muestra de la subrasante. Se repitió este mismo procedimiento para ensayar el material granulométrico, con la diferencia de que se empleó el Método C, utilizando un molde cilíndrico de 6" y proporcionando 56 golpes para compactar cada capa.

Las muestras resultantes fueron pesadas y sometidas a un proceso de secado en el horno. Este proceso se repitió cada vez que se añadía una cierta cantidad de agua, observando el peso hasta que disminuía, indicando que la muestra estaba saturada. Este riguroso método permitió establecer con precisión el contenido de agua óptimo y el peso unitario para la muestra de la subrasante y el material granulométrico, proporcionando información esencial para la planificación y ejecución de futuras intervenciones en la vía.

A continuación, se llevó a cabo el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) utilizando el contenido de agua derivado del ensayo de Proctor Modificado. Este ensayo se elaboró para determinar la capacidad portante de las muestras compactadas. La muestra se dividió en 5 capas, las cuales se dispusieron en un molde cilíndrico y se compactaron con 56 golpes. Posteriormente, se repitió el proceso con otras 5 capas, reduciendo la cantidad de golpes de compactación a 27 en cada capa, y nuevamente con 11 golpes. Acto seguido, el cilindro se enrasó y se sumergió en agua durante un período de 2 días. Al concluir este tiempo de inmersión, se extrajeron las muestras y se llevaron a la máquina para medir las penetraciones en función del tiempo, es decir se aplicó una carga vertical para determinar la carga que soporta la muestra. Este procedimiento de ensayo se replicó de manera análoga para llevar a cabo el CBR del material granular. Posteriormente, los datos recopilados fueron procesados para obtener los resultados finales del CBR.

Finalmente, en esta etapa crucial, se llevó a cabo el ensayo de Abrasión, un procedimiento específico aplicable únicamente al material granular. Este ensayo tiene como objetivo principal obtener el porcentaje de desgaste y evaluar el estado actual de la vía. El proceso comenzó tras tamizar la muestra granular de acuerdo con la cantidad retenida en cada tamiz. Se empleó el método A, introduciendo la muestra en la máquina de los Ángeles, la cual cuenta con 12 esferas metálicas. La máquina fue activada, realizando 500 revoluciones en un lapso de 15 minutos. Posteriormente, se extrajo la muestra y se pasó por el tamiz #12 para separar la piedra del material fino. La muestra resultante fue pesada para determinar el porcentaje de desgaste, proporcionando así una indicación precisa del estado de la vía en términos de resistencia del material granular.

2.2.2. Tercera Fase

En la fase culminante de nuestro trabajo, se llevó a cabo una investigación proyectiva enfocada en la creación de un plan de mantenimiento destinado a asegurar un estado óptimo de la vía, priorizando la seguridad, durabilidad y funcionalidad para sus usuarios. A partir de los resultados obtenidos del Índice de Condición de Pavimento (PCI), se inició el proceso de diseño de la estructura del pavimento con el objetivo de establecer un diseño que prolongará su vida útil.

Para este diseño, se utilizó el programa Ecuación AASHTO 93 y se aplicaron las normativas correspondientes, ajustando los valores generados de manera precisa según las características específicas de la vía. Este enfoque permitió no solo abordar de manera eficiente las deficiencias identificadas, sino también garantizar la creación de una infraestructura vial sostenible.

Posteriormente, se procedió con la elaboración detallada del plan de mantenimiento, basándose en el presupuesto previamente calculado, el cual especificó las actividades a realizar y los costos asociados. Durante este proceso, se desglosaron los costos vinculados a diversas categorías necesarias para la ejecución del mantenimiento y la reparación de la vía. Asimismo, el presupuesto incorporó las especificaciones técnicas esenciales diseñadas para la vía Quero-Mocha, en la abscisa 0+000-4+300.

Las actividades particulares, clasificadas según el tipo de mantenimiento necesario (rutinario y periódico) para la vía, se presentan de manera detallada en la siguiente tabla:

Tabla N° 3. Tipos de Mantenimiento Vial

Tipo de Mantenimiento	Rutinario
	Limpeza de la vía
Sellado de grietas	
Bacheo superficial	
Bache profundo	
Demarcación de pavimento	
Reacondicionamiento de señales verticales	
Periodico	Sellado bituminoso
Nivelación de bermas granulares	
Reposición de capa de rodadura	
Imprimación reforzada	
Reposición de aceras	

Fuente: MTOP 2002 [12]

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

3.1.1. PRIMERA FASE

3.1.1.1. Análisis y determinación del volumen de tráfico

La estación de conteo se ubicó estratégicamente en el punto donde se registró el mayor flujo vehicular, específicamente en la abscisa 1+500. Esta elección se basó en la observación de un alto volumen de tráfico en esa zona.

Figura N° 3. Ubicación de la Estación de Conteo



Fuente: Autor

Tabla N° 4. Coordenadas de la estación de conteo

UBICACIÓN			
ABSCISA (km)	UTM- WGS84-17 NORTE	UTM- WGS84-17 SUR	ZONA
1+500	761549	9842356	17 M

Fuente: Autor

El tráfico promedio diario anual es aquella cantidad total de los vehículos que pasan por un punto en específico durante un año, dividido en 365 días. Es así que, al proyectar los volúmenes, en especial en el caso de carreteras modernas, se toma en cuenta el flujo normal, el generado y el atraído. Este proceso se complica al determinar las tasas de crecimiento vehicular, a partir de los diferentes vehículos y volúmenes en diferentes redes viales del país.

El volumen de tráfico se basa en el volumen horario de diseño, con el fin de obtener la optimización y adecuación de la infraestructura vial. Este proceso de recolección de datos lleva a comprender y modelar de manera específica los patrones de flujo vehicular, dando paso al diseño, planificación de carreteras y redes viales, además, de prevenir las demandas futuras por tráfico. Al realizar el conteo manual de los vehículos y procesar los datos se figura un entorno vial seguros y adaptados a las dinámicas cambiantes de movilidad. [2]

- Para la obtención del TPDA
 - Obtención de la hora pico empleando la Ec.1.
- 7h15-8h15

$$acumulado_{7h15-8h15} = 32 + 31 + 27 + 31$$

$$acumulado_{7h15-8h15} = 121 \text{ veh\u00edculos}$$

Tabla N° 5. Hora Pico

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA												
CONTAJE DE TRAFICO												
PROYECTO:	V\u00eda Quero-Mocha			ESTACION:	1+500		SENTIDO:	Ambos				
FECHA:	22/8/2023		DIA:	Martes		ESTADO DEL TIEMPO:	Nublado		RESPONSABLE:	Lizbeth Tiantasig		
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
			2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 			
7h00-7h15	22	0	3	1	2	0	0	0	0	6	28	
7h15-7h30	24	0	5	2	1	0	0	0	0	8	32	
7h30-7h45	21	0	5	3	2	0	0	0	0	10	31	
7h45-8h00	23	0	2	2	0	0	0	0	0	4	27	118
8h00-8h15	21	0	4	4	2	0	0	0	0	10	31	121

Fuente: Autor

Como se puede observar la hora pico se encuentra entre las 7h15 am hasta las 8h15 am, siendo esta la de mayor flujo.

El n\u00famero total de veh\u00edculos corresponde al 15% debido que la zona de estudio pertenece a una zona rural

- TPDA actual de cada tipo de veh\u00edculos con uso de la Ec.2.

$$TPDA_{livianos} = \frac{89 * 100}{15}$$

$$TPDA_{livianos} = 593.33 \cong 594 \text{ veh\u00edculos}$$

$$TPDA_{buses} = \frac{0 * 100}{15}$$

$$TPDA_{pesados} = 0 \text{ veh\u00edculos}$$

$$TPDA_{pesados} = \frac{32 * 100}{15}$$

$$TPDA_{pesados} = 213.33 \cong 214 \text{ veh\u00edculos}$$

$$TPDA_{actual} = 594 + 0 + 214$$

$$TPDA_{actual} = 807 \text{ veh\u00edculos}$$

Tabla N\u00b0 6. TPDA Actual

HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES
			2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 		
7h00-7h15	22	0	3	1	2	0	0	0	0	6	28
7h15-7h30	24	0	5	2	1	0	0	0	0	8	32
7h30-7h45	21	0	5	3	2	0	0	0	0	10	31
7h45-8h00	23	0	2	2	0	0	0	0	0	4	27
8h00-8h15	21	0	4	4	2	0	0	0	0	10	31
TOTALES	89	0	16	11	5	0	0	0	0	32	121
TPDA ACTUAL	594	0	107	74	34	0	0	0	0	214	807

Fuente: Autor

Como se observa, se registr\u00f3 un Tr\u00e1fico Promedio Diario Anual (TPDA) actual de 807 veh\u00edculos por d\u00eda, destac\u00e1ndose la predominancia de veh\u00edculos livianos con un total de 594 veh\u00edculos diarios. Este an\u00e1lisis se llev\u00f3 a cabo de manera detallada para cada d\u00eda. En la siguiente tabla se muestra cada clase de veh\u00edculo con su respectiva hora pico y su TPDA actual:

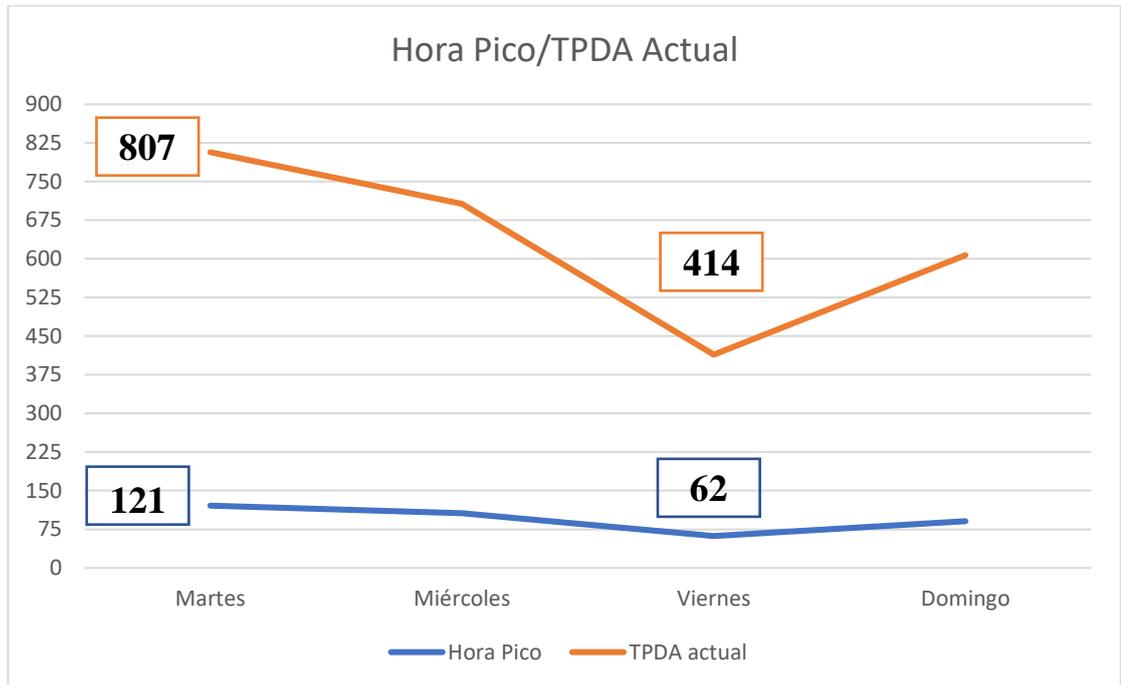
Tabla N\u00b0 7. Tabla resumen del cada d\u00eda con su hora pico-TPDA Actual

D\u00cdA	HORA PICO (veh/d\u00eda)	TPDA ACTUAL (veh/d\u00eda)
Martes	121	807
Mi\u00e9rcoles	106	707
Viernes	62	414
Domingo	91	607

Fuente: Autor

A continuaci\u00f3n, se muestra por medio de un gr\u00e1fico el flujo vehicular de cada d\u00eda y la hora pico.

Figura N° 4. Hora pico vs TPDA Actual



Fuente: Autor

- Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas a través de la Ec.3,4 y 5:

Se calcula los factores de daño según el tipo de vehículo, a partir del tipo de eje y su peso.

- BUS

- Eje simple

$$Peso = 4 \text{ Ton}$$

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

$$Simple = 0.13$$

- Eje simple doble

$$Peso = 8 \text{ Ton}$$

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

$$Simple \text{ doble} = 0.91$$

- Factor de daño

$$Fd = 0.13 + 0.91$$

$$Fd = 1.04$$

- 2D

- Eje simple

$$Peso = 3 \text{ Ton}$$

$$\text{Simple doble} = \left(\frac{3}{6.6}\right)^4$$

$$\text{Simple doble} = 0.04$$

- Eje simple doble

$$Peso = 4 \text{ Ton}$$

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

$$\text{Simple} = 0.13$$

- Factor de daño

$$Fd = 0.04 + 0.13$$

$$Fd = 0.17$$

- 2DA

- Eje simple

$$Peso = 3 \text{ Ton}$$

$$\text{Simple} = \left(\frac{3}{6.6}\right)^4$$

$$\text{Simple} = 0.04$$

- Eje simple doble

$$Peso = 7 \text{ Ton}$$

$$\text{Simple doble} = \left(\frac{7}{8.2}\right)^4$$

$$\text{Simple doble} = 0.53$$

- Factor de daño

$$Fd = 0.04 + 0.53$$

$$Fd = 0.57$$

- 2DB

- Eje simple

$$Peso = 7 \text{ Ton}$$

$$Simple = \left(\frac{7}{6.6}\right)^4$$

$$Simple = 1.27$$

- Eje simple doble

$$Peso = 11 \text{ Ton}$$

$$Simple \text{ doble} = \left(\frac{11}{8.2}\right)^4$$

$$Simple \text{ doble} = 3.24$$

- Factor de daño

$$Fd = 1.27 + 3.24$$

$$Fd = 4.51$$

- 3A

- Eje simple

$$Peso = 7 \text{ Ton}$$

$$Simple = \left(\frac{7}{6.6}\right)^4$$

$$Simple = 1.27$$

- Eje tándem

$$Peso = 20 \text{ Ton}$$

$$Tándem = \left(\frac{20}{15}\right)^4$$

$$Tándem = 3.16$$

- Factor de daño

$$Fd = 1.27 + 3.16$$

$$Fd = 4.43$$

- 4C

- Eje simple

$$Peso = 7 \text{ Ton}$$

$$Simple = \left(\frac{7}{6.6}\right)^4$$

$$\text{Simple} = 1.27$$

- Eje trídem

$$\text{Peso} = 24 \text{ Ton}$$

$$\text{Trídem} = \left(\frac{24}{23}\right)^4$$

$$\text{Trídem} = 1.19$$

- Factor de daño

$$Fd = 1.27 + 1.19$$

$$Fd = 2.46$$

- 3S2

- Eje simple

$$\text{Peso} = 7 \text{ Ton}$$

$$\text{Simple} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^4$$

$$\text{Simple} = 1.27$$

- Eje tándem

$$\text{Peso} = 20 \text{ Ton}$$

$$\text{Tándem} = \left(\frac{20}{15}\right)^4 * 2$$

$$\text{Tándem} = 6.32$$

- Factor de daño

$$Fd = 1.27 + 6.32$$

$$Fd = 7.59$$

- 3S3

- Eje simple

$$\text{Peso} = 7 \text{ Ton}$$

$$\text{Simple} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^4$$

$$\text{Simple} = 1.27$$

- Eje tándem

$$\text{Peso} = 20 \text{ Ton}$$

$$\text{Tándem} = \left(\frac{20}{15}\right)^4$$

$$\text{Tándem} = 3.16$$

- Eje trídem

$$\text{Peso} = 24 \text{ Ton}$$

$$\text{Trídem} = \left(\frac{24}{23}\right)^4$$

$$\text{Trídem} = 1.19$$

- Factor de daño

$$Fd = 1.27 + 3.16 + 1.19$$

$$Fd = 5.62$$

Tabla N° 8. Factores de daño

FACTORES DAÑO SEGÚN TIPO DE VEHICULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	tons	(P/6.6) ^4	tons	(P/8.2) ^4	tons	(P/15) ^4	tons	(P/23) ^4	
BUS	4	0,13	8	0,91					1,04
2D	3	0,04							0,17
	4	0,13							
2DA	3	0,04	7	0,53					0,57
2DB	7	1,27	11	3,24					4,51
3A	7	1,27			20	3,16			4,43
4C	7	1,27					24	1,19	2,46
3S2	7	1,27			20	6,32			7,59
3S3	7	1,27			20	3,16	24	1,19	5,62

Fuente: Autor

- El índice de crecimiento (i) cambia según el tipo de vehículo.

Hasta el año 2025

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

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

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

Mayores al año 2025

$$r_{livianos} = 3.25\%$$

$$r_{buses} = 1.62\%$$

$$r_{pesados} = 1.58\%$$

- El Tráfico futuro para el año 2024 de cada tipo de vehículo a partir de la Ec.6:
 - Livianos

$$Tf = 594 \left(1 + \frac{3.57}{100}\right)^1$$

$$Tf = 615.2 \cong 616$$

- Buses

$$Tf = 0 \left(1 + \frac{1.78}{100}\right)^1$$

$$Tf = 0$$

- Pesados

$$Tf_{2D} = 107 \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$Tf_{2D} = 108.9 \cong 109$$

$$Tf_{2DA} = 74 \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$Tf_{2DA} = 75.3 \cong 76$$

$$Tf_{2DB} = 34 \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$Tf_{2DB} = 34.6 \cong 35$$

$$Tf_{3A} = 0 \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$Tf_{3A} = 0$$

$$Tf_{4C} = 0 \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$Tf_{4C} = 0$$

$$Tf_{3S2} = 0 \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$Tf_{3S2} = 0$$

$$Tf_{3S3} = 0 \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$Tf_{3S3} = 0$$

- De esta manera el TPDA para el año 2024 es la sumatoria del TPDA de cada tipo de vehículo:

$$TPDA_{2024} = 616 + 0 + 109 + 76 + 35$$

$$TPDA_{2024} = 836 \text{ veh\u00edculos}$$

Tabla N° 9. Clasificación vial

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA_d) al año horizontal	
		L\u00edmite Inferior	L\u00edmite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autov\u00eda o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: MTOP 2003 [13]

De la misma manera se calcul\u00f3 para el a\u00f1o 2043, lo cual se obtuvo un valor de 1423 veh\u00edculos, seg\u00fan el Manual de la MTOP, se identific\u00f3 que la v\u00eda estudiada corresponde a una carretera de 2 carriles de clasificaci\u00f3n C1, ya que se encuentra dentro del rango de 1000 a 8000 veh\u00edculos.

Conteo y hora pico de cada d\u00eda ver en Anexo A-1 al A-4.

- Para el c\u00e1lculo de los ejes equivalentes acumulado para el a\u00f1o actual (2023) se usa la Ec.7:

$$W_{18 \text{ acumulado}} = [(0 * 1.04) + (107 * 0.17) + (74 * 0.57) + (34 * 4.51) + (0 * 4.43) + (0 * 2.46) + (0 * 7.59) + (0 * 5.62)] * 365$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 78004.15 \cong 78005$$

- Se calculó los ejes equivalentes para el año 2024 donde se debe sumar el valor del año anterior.

$$W_{18 \text{ acumulado}} = [(0 * 1.04) + (109 * 0.17) + (76 * 0.57) + (35 * 4.51) + (0 * 4.43) + (0 * 2.46) + (0 * 7.59) + (0 * 5.62)] * 365$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 158195.5 \cong 158196$$

- Determinar el número de ejes equivalentes por sentido con la Ec.8:

$$W_{18 \text{ por sentido}} = \frac{78005}{2}$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 39002.5 \cong 39003$$

- Calcular el número de ejes equivalentes por carril Ec.9:
 - o Se emplea el 100% debido que es una vía de dos carriles, es decir, una por sentido.

$$W_{18 \text{ acumulado}} = \frac{100}{100} * 39003$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 39003$$

De la misma manera se realizó con todos los años desde el año 2023 hasta el año 2043 obteniendo lo siguiente véase en Anexo A-5.

3.1.1.2. Cálculo de Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) muestra una evaluación de carácter numérico de la superficie de la vía, lo que consiste en medir y evaluar de manera visual las áreas afectadas que se encuentran en el lugar. El tipo de daño en términos de densidad y severidad, son categorizados como bajos (L), medios (M) y altos (H). en general, el PCI se emplea para determinar el estado del pavimento al detallar las fallas específicas existentes, las cuales se identifica según sus características en el Manual de Fallas de PCI. [14]

Para el cálculo de las unidades de muestreo se necesitó de algunos datos que se encuentra a continuación:

Tabla N° 10. Características PCI

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD DE
		MEDIDA
Ancho promedio de la vía (A_v)	6.5	m
Longitud del tramo de estudio (L_t)	35.5	m
Error admisible para PCI (e)	5	%
Desviación estándar PCI (σ)	10	adimensional

Fuente: Autor

- Longitud de Unidad de muestreo

Para el cálculo de la longitud de unidad de muestreo se empleó la Ec.10.

$$L = \frac{230 \pm 93}{6.5}$$

$$L = \frac{230 + 93}{6.5}$$

$$L =$$

$$L_1 = \frac{230 + 93}{6.5}$$

$$L_1 = 49.69 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{230 - 93}{6.5}$$

$$L_2 = 21.08 \text{ m}$$

$$L_T = \frac{49.69 + 21.08}{6.5}$$

$$L_2 = 35.4 \text{ m} \cong 35.5 \text{ m}$$

- Unidad de muestreo total

Para este cálculo se necesitó la Ec.11.

$$N = \frac{4300 \text{ m}}{35.5 \text{ m}}$$

$$N = 121.13 \cong 121 \text{ unidades}$$

- Unidades mínimas de muestreo

A continuación, es necesario emplear la Ec.12

$$n = \frac{121 * 10^2}{\left(\frac{5^2}{4}\right)(121 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.24 \cong 14 \text{ unidades}$$

- Intervalos de muestreo

Para la obtención de los intervalos de muestreo se necesitó la Ec.13

$$i = \frac{121}{14}$$

$$i = 8.64 \cong 9 \text{ unidades}$$

Con lo calculado anteriormente se pudo realizar el ensayo de PCI que consistió en una inspección visual cada 9 muestras con un total de 14 unidades cada una cuenta con una longitud de 35.5 metros.

En la siguiente tabla se muestra los valores generales empleados para los cálculos posteriores:

Tabla N° 11. Valores Generales

Unidad de muestreo	Abscisa inicial	Abscisa final	Ancho promedio (m)	Área (m2)
1	0+000	0+036	6,5	231
2	0+284	0+320	6,5	231
3	0+604	0+640	6,5	231
4	0+923	0+959	6,5	231
5	1+243	1+279	6,5	231
6	1+562	1+598	6,5	231
7	1+882	1+918	6,5	231
8	2+201	2+237	6,5	231
9	2+521	2+557	6,5	231
10	2+840	2+876	6,5	231
11	3+160	3+196	6,5	231
12	3+479	3+515	6,5	231

13	3+799	3+835	6,5	231
14	4+118	4+154	6,5	231

Fuente: Autor

La cantidad de falla se analizó según el Manual de Falla del PCI basado en la norma ASTM D6433-18 [15] donde se pudo determinar empleando la Ec.14, de la siguiente manera:

- Determinación de la densidad

Falla #1: Piel de cocodrilo-Severidad L

$$Densidad\% = \frac{69.03}{231} * 100$$

$$Densidad\% = 29.92\%$$

Falla #10: Grietas longitudinales y transversales-Severidad L

$$Densidad\% = \frac{2.6}{231} * 100$$

$$Densidad\% = 1.13\%$$

Falla #12: Pulimiento de agregados-Severidad -

$$Densidad\% = \frac{113.6}{231} * 100$$

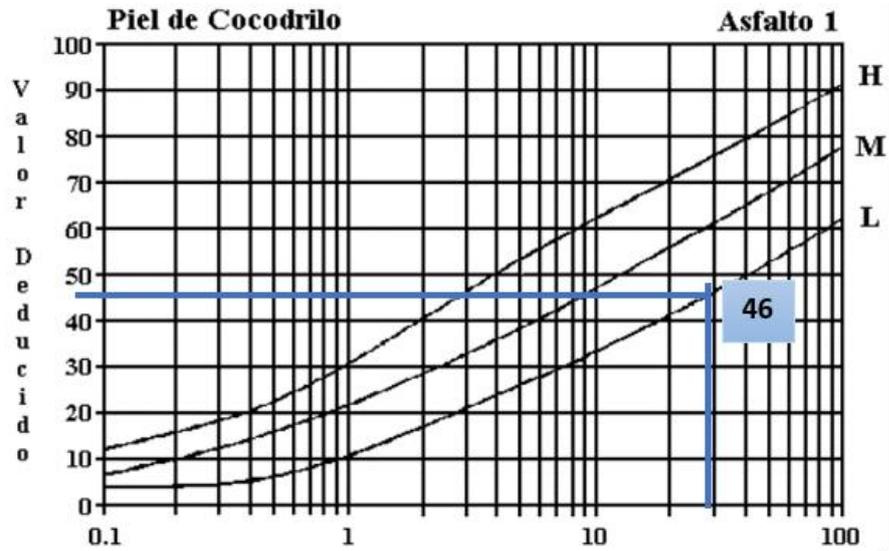
$$Densidad\% = 49.23\%$$

- Valor deducido

Con los ábacos del Manual de fallas del PCI se obtuvo los valores deducidos para cada falla:

- Falla #1
- Piel de cocodrilo
- Severidad L
- Densidad: 29.92%

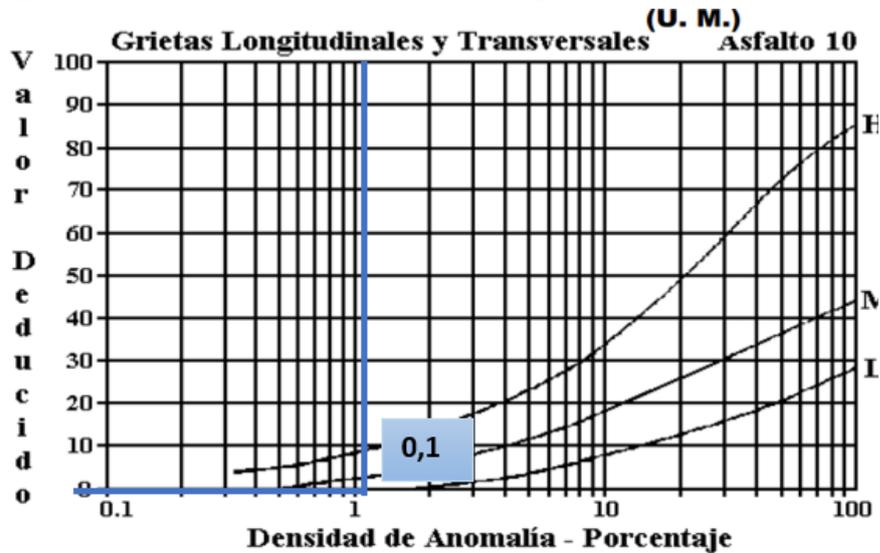
Figura N° 5. Ábaco Falla 1 (Piel de Cocodrilo)



Fuente: Autor

- Falla #10
- Grietas Longitudinales y Transversales
- Severidad L
- Densidad: 1.13%

Figura N° 6. Ábaco Falla 10 (Grietas Longitudinales y Transversales)

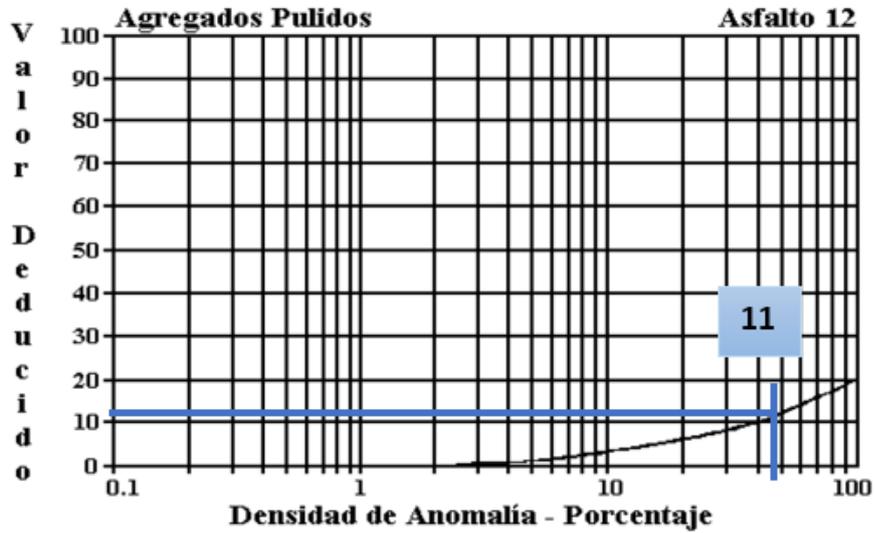


Fuente: Autor

- Falla #12
- Pulimiento de agregados
- Severidad -

- Densidad: 49.23%

Figura N° 7. Ábaco Falla 12 (Agregados Pulidos)



Fuente: Autor

Se procedió a determinar el valor máximo deducido de toda la unidad de muestra:

$$MáxDV = 46$$

Nota: Valores deducidos menores a 2 no son tomados en cuenta.

- Número máximo de Valores Deducidos:

Fue necesario emplear la Ec.15

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - 46)$$

$$m = 5.96$$

- Determinación del valor máximo compensado

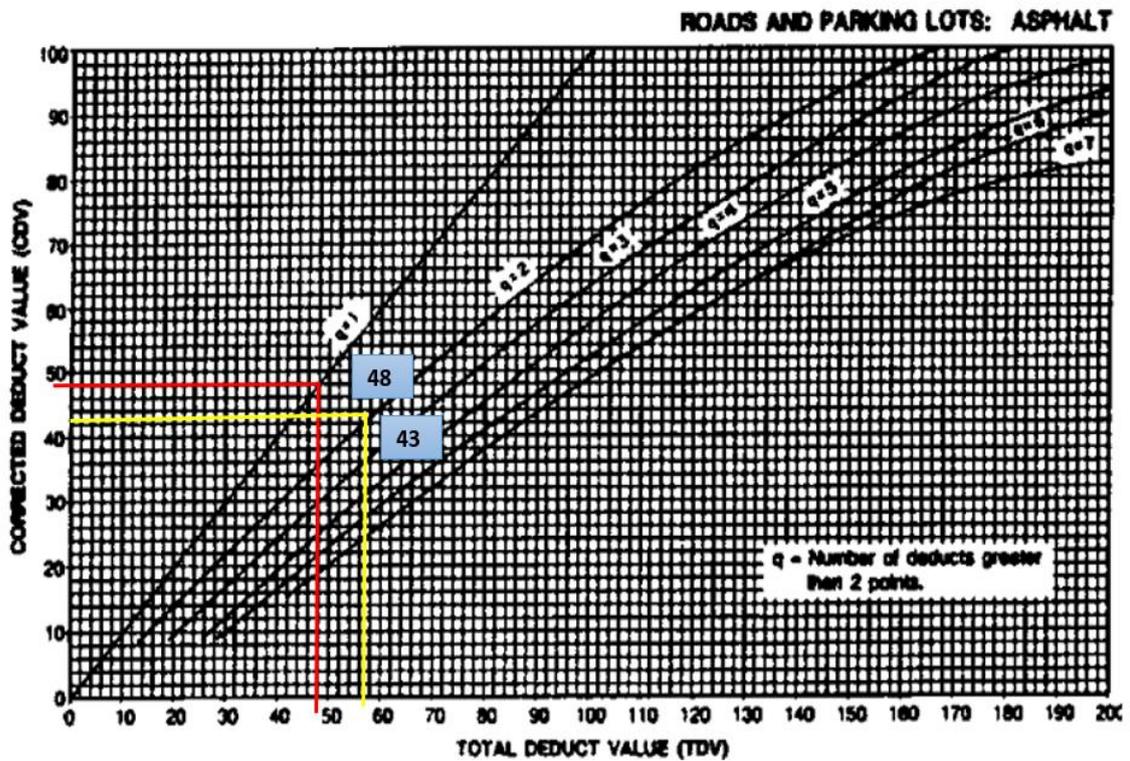
Para determinar el CDV fue necesario el valor deducido junto al valor “q”, y cuando se proyectó se obtuvo dicho valor, tomando el mayor.

Tabla N° 12. Valores Deducidos

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	46	11									57	2	43
2	46	2									48	1	48
											Máx CDV:		48

Autoría propia

Figura N° 8. Valores de q



Fuente: Autor

- Índice de Condición de Pavimento

Para el cálculo del PCI se empleó la Ec.16.

$$PCI = 100 - 48$$

$$PCI = 52$$

Tabla N° 13. Clasificación 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: ASTM 6483 [15]

De acuerdo a la Tabla 12 se dedujo que el PCI se encuentra en estado regular debido que se ubicó dentro del rango de 55-40.

De la misma manera se realizó cada uno de los tramos de prueba donde se obtuvo los valores del PCI de cada unidad como se observa en el Anexo A-6 al A-20.

Tabla N° 14. Intervención para el PCI

Rango PCI		Intervención
100	85	Mantenimiento Rutinario
85	70	
70	55	Mantenimiento Periodico
55	40	
40	25	Rehabilitación
25	10	Reconstrucción
10	0	

Fuente: ASTM 6483 [15]

A continuación, se observa una tabla resumen de todas las unidades de muestreo y de una unidad crítica:

Tabla N° 15. Resumen del PCI

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CALCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO (PCI)										
Unidad de muestreo	Abscisa inicial	Abscisa final	Área (m2)	PCI	Clasificación	Intervención	Distintivo	Análisis por daño		
1	0+000	0+036	231	53	Regular	Rehabilitación		Regular	Mantenimiento Periodico	
2	0+284	0+320	231	100	Excelente	Ninguna		Excelente	Mantenimiento Rutinario	
3	0+604	0+640	231	28	Malo	Rehabilitación		Muy Malo	Reconstrucción	
4	0+923	0+959	231	4	Fallado	Reconstrucción				
5	1+243	1+279	231	87	Excelente	Ninguna		Excelente	Mantenimiento Rutinario	
6	1+562	1+598	231	24	Muy malo	Reconstrucción		Malo	Rehabilitación	
7	1+882	1+918	231	15	Muy malo	Reconstrucción				
8	2+201	2+237	231	52	Regular	Rehabilitación				
9	2+521	2+557	231	19	Muy malo	Reconstrucción		Muy Bueno	Mantenimiento Rutinario	
10	2+840	2+876	231	74	Muy bueno	Mantenimiento				
11	3+160	3+196	231	47	Regular	Rehabilitación		Regular	Mantenimiento Periodico	
12	3+479	3+515	231	66	Bueno	Rehabilitación				
13	3+799	3+835	231	63	Bueno	Rehabilitación				
14	4+118	4+154	231	35	Malo	Rehabilitación				
PCI_R =				47,6428571	Regular					
Unidades adicionales										
1	0+249	0+285	231	19	Muy malo	Reconstrucción		Muy Malo	Reconstrucción	
PCI_A =				19	Muy malo					

Fuente: Autor

De acuerdo a los valores del PCI y su grado de severidad se obtuvo desde “Excelente” hasta “Muy malo” y se agrupó en unidades con grado de severidad similar que necesiten de un mismo mantenimiento así se tiene los cuatro tipos de intervención, para llegar a este resultado se hizo uso del manual de Fallas del PCI y de la norma ASTM D6433-18. [16]

3.1.1.3. Cálculo de deflexiones para la capa de rodadura

Este ensayo que consiste en una deflexión vertical y puntual inspecciona la deformación que sufre el asfalto a causa de una carga normalizada, generada por dos ruedas pertenecientes a un eje simple, esto evalúa la capacidad estructural del asfalto frente a cargas repetidas. [17]

Según la Tabla 1, la línea transversal fue marcada en las siguientes distancias a partir de los siguientes anchos como se muestra a continuación:

Tabla N° 16. Puntos donde se ubica la Viga Benkelman según anchos de la vía

Abscisa (Km)	Ancho del carril (m)	Distancia desde el borde al punto del ensayo (m)
0+500	3,60	0,90
1+000	5,30	0,90
1+500	3,90	0,90
2+000	3,10	0,63
2+500	3,80	0,90
3+000	3,50	0,73
3+500	3,38	0,70
4+00	2,90	0,55

Fuente: Autor

Estos fueron los datos generados en este ensayo al ser realizado cada kilómetro.

Tabla N° 17. Lecturas del Dial de la Viga Benkelman

Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	LECTURAS EN EL DIAL (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	0+500	Derecho	33,2	18	0	7,1	36,1	44	52	54,6	55
2	1+000	Izquierdo	32,5	18	0	12,1	22	27	32	33,5	33,5
3	1+500	Derecho	34	12	0	26	29	30	31,5	32	32
4	2+000	Izquierdo	34,2	10	0	14,1	25	31	39	39,1	39,1
5	2+500	Derecho	33,3	10	0	14,2	33,5	45,5	50,5	55	55
6	3+000	Izquierdo	34,8	10	0	15	32	53	54	54,5	54,5
7	3+500	Derecho	34,3	8	0	17	40	50	55,1	57	57,1
8	4+000	Izquierdo	34,1	6	0	20,2	37	49,5	55,5	56,1	56,1

Fuente: Autor

- Corrección por el brazo con relación 1.:2 de la Viga Benkelman

Para obtener valores reales de las deflexiones fue necesario hacer dicha corrección a partir de la Ec.17.

$$D_0 = 2 * (55 - 0)$$

$$D_0 = 110 \times 10^{-2}mm$$

$$D_{25} = 2 * (55 - 7.1)$$

$$D_{25} = 95.8 \times 10^{-2}mm$$

$$D_{50} = 2 * (55 - 36.1)$$

$$D_{50} = 37.8 \times 10^{-2}mm$$

$$D_{100} = 2 * (55 - 44)$$

$$D_{100} = 22 \times 10^{-2}mm$$

$$D_{250} = 2 * (55 - 52)$$

$$D_{250} = 6 \times 10^{-2}mm$$

$$D_{500} = 2 * (55 - 54.6)$$

$$D_{500} = 0.8 \times 10^{-2}mm$$

$$D_{800} = 2 * (55 - 55)$$

$$D_{800} = 0 \times 10^{-2}mm$$

Este cálculo se lo realizó por cada punto evaluado es decir por los 8 puntos que estaban localizados cada 500 metros, como se muestra a continuación:

Tabla N° 18. Corrección de deflexiones

Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	0+500	Derecho	33,2	18	110	95,8	37,8	22	6	0,8	0
2	1+000	Izquierdo	32,5	18	67	42,8	23	13	3	0	0
3	1+500	Derecho	34	12	64	12	6	4	1	0	0
4	2+000	Izquierdo	34,2	10	78,2	50	28,2	16,2	0,2	0	0
5	2+500	Derecho	33,3	10	110	81,6	43	19	9	0	0
6	3+000	Izquierdo	34,8	10	109	79	45	3	1	0	0
7	3+500	Derecho	34,3	8	114,2	80,2	34,2	14,2	4	0,2	0
8	4+000	Izquierdo	34,1	6	112,2	71,8	38,2	13,2	1,2	0	0

Fuente: Autor

- Corrección de deflexiones por efectos de temperatura

Se calculó a partir de la Ec.18:

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{110}{0.001 * (33.2 - 20^{\circ}C) * 18 + 1}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 88.88 \times 10^{-2}mm$$

El proceso se repitió varias veces con todos los puntos como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N° 19. Corrección por temperatura

CORRECCIÓN DE LAS DEFLEXIONES											
Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	0+500	Derecho	33,2	18	88,88	77,41	30,54	17,78	4,85	0,65	0,00
2	1+000	Izquierdo	32,5	18	54,69	34,94	18,78	10,61	2,45	0,00	0,00
3	1+500	Derecho	34	12	54,79	10,27	5,14	3,42	0,86	0,00	0,00
4	2+000	Izquierdo	34,2	10	68,48	43,78	24,69	14,19	0,18	0,00	0,00
5	2+500	Derecho	33,3	10	97,09	72,02	37,95	16,77	7,94	0,00	0,00
6	3+000	Izquierdo	34,8	10	94,95	68,82	39,20	2,61	0,87	0,00	0,00
7	3+500	Derecho	34,3	8	102,48	71,97	30,69	12,74	3,59	0,18	0,00
8	4+000	Izquierdo	34,1	6	103,45	66,20	35,22	12,17	1,11	0,00	0,00

Fuente: Autor

- Corrección por efectos de estacionalidad

Aquí se empleó el periodo más desfavorable del año, por lo que se tomó en cuenta esta tabla.

Tabla N° 20. Factores de corrección por estacionalidad

Tipo de Suelo de la Subrasante	Estación Lluviosa	Estación Seca
Arenoso-Permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcilloso-Sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Manual de Carreteras (MTC, 2016) [11]

Se empleó el valor de 1.2 que corresponde al promedio de la estación seca para un suelo arenoso-permeable y se usó la siguiente Ec.19.

$$D = 1.2 * 88.88$$

$$D = 106.66 \times 10^{-2} mm$$

Este cálculo se lo realizó con cada uno de los puntos donde en la siguiente tabla se observa los resultados:

Tabla N° 21. Deflexiones corregidas por estacionalidad

Punto	Abscisa	Carril	Temperatura °C	Espesor Asfalto (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (x10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	0+500	Derecho	33,2	18	106,66	92,89	36,65	21,33	5,82	0,78	0,00
2	1+000	Izquierdo	32,5	18	65,63	41,93	22,53	12,73	2,94	0,00	0,00
3	1+500	Derecho	34	12	65,75	12,33	6,16	4,11	1,03	0,00	0,00
4	2+000	Izquierdo	34,2	10	82,17	52,54	29,63	17,02	0,21	0,00	0,00
5	2+500	Derecho	33,3	10	116,50	86,43	45,54	20,12	9,53	0,00	0,00
6	3+000	Izquierdo	34,8	10	113,94	82,58	47,04	3,14	1,05	0,00	0,00
7	3+500	Derecho	34,3	8	122,97	86,36	36,83	15,29	4,31	0,22	0,00
8	4+000	Izquierdo	34,1	6	124,14	79,44	42,26	14,60	1,33	0,00	0,00

Fuente: Autor

- Cálculo del Radio de Curvatura

Aquí se determinó la magnitud que generó la deformación lineal a causa de las cargas de vehículos, se empleó la Ec.20.

$$R_c = \frac{3125}{106.66 - 92.89}$$

$$R_c = 226.97 \text{ m}$$

Se lo realizó para cada uno de los puntos y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla N° 22. Radio de Curvatura

Punto	Abscisa	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (x10-2) mm		Radio de Curvatura
		D0	D25	
1	0+500	106,66	92,89	226,97
2	1+000	65,63	41,93	131,82
3	1+500	65,75	12,33	58,49
4	2+000	82,17	52,54	105,46
5	2+500	116,50	86,43	103,89
6	3+000	113,94	82,58	99,65
7	3+500	122,97	86,36	85,36
8	4+000	124,14	79,44	69,91
PROMEDIO		99,72	66,81	110,19

Fuente: Autor

Es necesario los valores de deflexiones máximas para el cálculo de desviación estándar, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

- Cálculo de la desviación estándar se obtuvo a partir de la Ec.21.

$$\sigma = \sqrt{\frac{2953.61}{(8 - 1)}}$$

$$\sigma = 20.54$$

- Cálculo de la deflexión característica a partir de la Ec.22.

$$D_c = 99.72 + 1.645 * 20.54$$

$$D_c = 133.51 \times 10^{-2} mm$$

- Cálculo de la Deflexión admisible

Se lo determinó a partir de los valores de ejes equivalentes del año actual (2023) con la siguiente Ec.23.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{39003} \right)^{1/4} * 100$$

$$D_{adm} = 233.02$$

- Deflexión crítica

Esto se genera cuando el asfalto cumple su periodo de servicio, y se empleó el número de ejes equivalentes del año actual (2023) empleando la Ec.24.

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{39003} \right)^{1/53} * 100$$

$$D_{cr} = 208.17$$

- Al calcular todo lo necesario se obtuvo los resultados generales de la vía y se clasificó la tipología según la tabla de la ASTM D 4695:

Tabla N° 23. Tipo de Deflexiones

TIPO DE DEFLEXIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO
Tipo I	Bueno Dc<Da	Bueno Rc>100
Tipo II	Malo Dc>Da	Bueno Rc>100
Tipo III	Bueno Dc<Da	Malo Rc<100
Tipo IV	Malo Dc>Da	Malo Rc<100

Fuente: CONREVIAl, 2014 [18]

Tabla N° 24. Comportamiento del pavimento y la subrasante

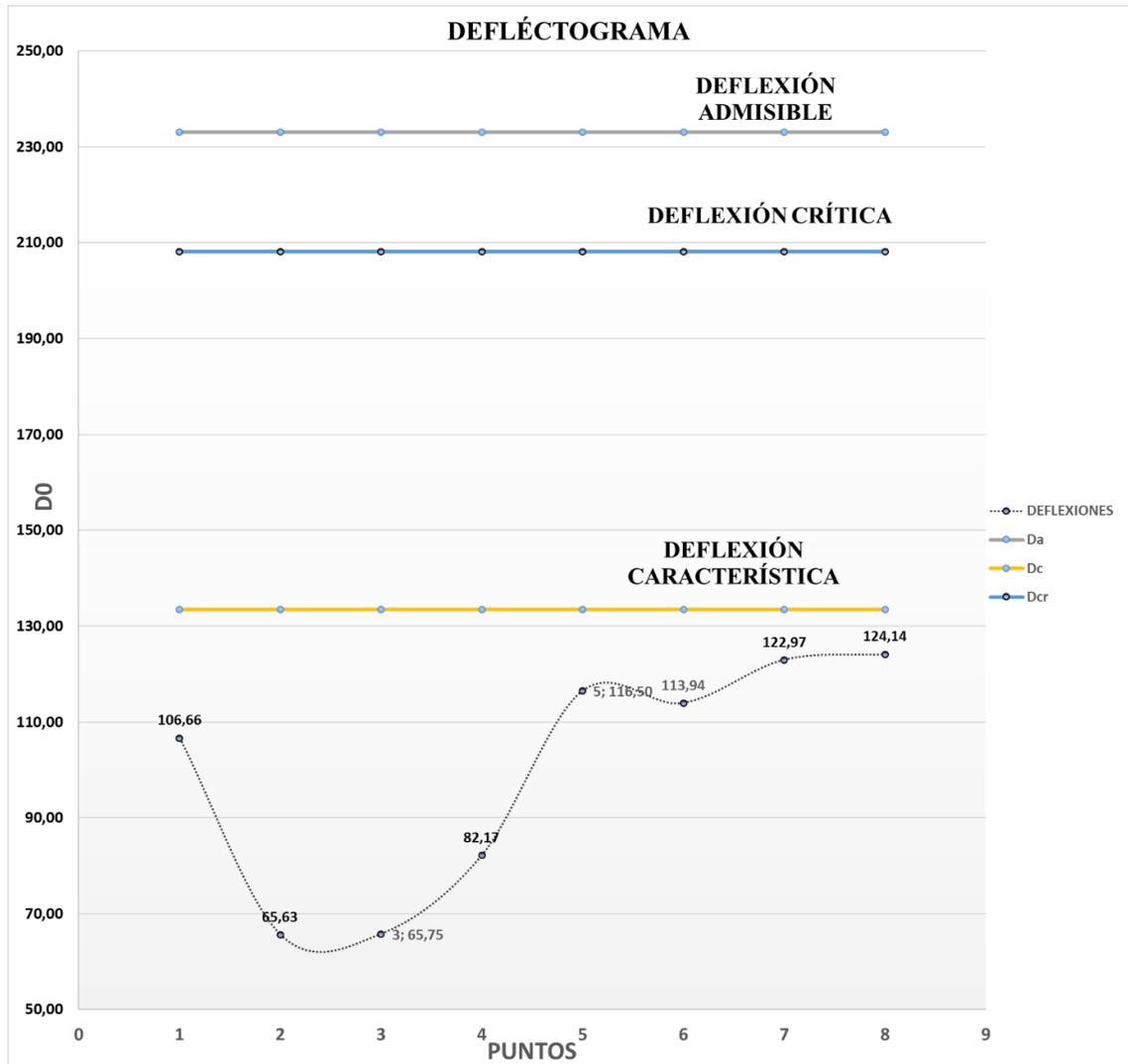
Punto	Abscisa	D0	RC	Deflexiones (x 0,01 mm)			COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	TIPO
				Dc	Da	Dcr			
1	0+500	106,66	226,97	133,51	233,02	208,17	BUENO	BUENO	Tipo I
2	1+000	65,63	131,82	133,51	233,02	208,17	BUENO	BUENO	Tipo I
3	1+500	65,75	58,49	133,51	233,02	208,17	MALO	BUENO	Tipo III
4	2+000	82,17	105,46	133,51	233,02	208,17	BUENO	BUENO	Tipo I
5	2+500	116,50	103,89	133,51	233,02	208,17	BUENO	BUENO	Tipo I
6	3+000	113,94	99,65	133,51	233,02	208,17	MALO	BUENO	Tipo III
7	3+500	122,97	85,36	133,51	233,02	208,17	MALO	BUENO	Tipo III
8	4+000	124,14	69,91	133,51	233,02	208,17	MALO	BUENO	Tipo III
PROMEDIO		87,34	125,33	133,51	233,02	208,17	BUENO	BUENO	Tipo I

Fuente: Autor

La evaluación revela un estado favorable en el comportamiento de la subrasante, indicando que el suelo y su compactación son adecuados. Sin embargo, se identificaron intervalos de mal estado en el comportamiento del pavimento, lo cual fue crucial para la planificación del mantenimiento. Estos resultados, combinados con los del Índice de Condición de Pavimento (PCI), fueron evaluados meticulosamente, y se propuso una solución ajustada a las necesidades. La clasificación en Tipo I y Tipo III se basó significativamente en el comportamiento tanto del pavimento como de la subrasante. El Tipo I indica un rendimiento positivo en ambos aspectos, pavimento y subrasante, mientras que el Tipo III señala un rendimiento deficiente en el pavimento, pero adecuado en la subrasante.

- Deflectograma

Figura N° 9. Deflectograma



Fuente: Autor

- Se generó las deflexiones de cada punto de acorde al a bscisado en el cual se realizó el ensayo, ver en el Anexo A-21 al A-28.

3.1.1.4. Análisis del Cálculo del DCP

El Ensayo de Penetración Dinámica (DCP) se elige como una herramienta informativa esencial en la planificación de diversas construcciones que incorporan estructuras de pavimentos. Este método no solo se destaca por su rapidez, sino también por su eficacia en la evaluación de pavimentos, proporcionando de manera ágil y eficiente información detallada sobre las propiedades y características del suelo. Su utilidad se maximiza en lugares de difícil acceso. Una característica distintiva del DCP es su capacidad para obtener valores de Índice de Soporte Califórnia (CBR) en campo mediante mediciones del índice de penetración en suelos inalterados. [19]

Una vez pasado los datos y creado la tabla de cada muestra cómo se observa en el Anexo A-29 al A-32, se realizó un promedio de los valores de coeficiente de cada una de las ecuaciones con ayuda de la Ec.25, de la siguiente manera:

$$DN \text{ promedio} = \frac{20.843 + 22.444 + 21.375}{3}$$

$$DN \text{ promedio} = 21.554 \text{ mm/golpe}$$

Tabla N° 25. Ejemplo de DCP

DN (mm/golpe)	
1	20,843
2	22,444
3	21,375
DN Promedio	21,554

Fuente: Autor

A continuación, se mostrará una tabla resumen de los valores de CBR en campo de las 4 muestras:

Tabla N° 26. CBR de campo

# DE MUESTRA	DCP	Clasificación General	Usos
1	27,382	Excelente	Subrasante
2	13,443	Regular/Buena	Subrasante
3	21,554	Excelente	Subrasante
4	16,695	Regular/Buena	Subrasante

Fuente: Autor

Se encuentra clasificada según la tabla de la Norma ASTM 6951:

Tabla N° 27. Clasificación del CBR

CBR	Clasificación General	Usos
2-5	Muy mala	Subrasante
5-8	Mala	Subrasante

8-20	Regular/Buena	Subrasante
20-30	Excelente	Subrasante
30-60	Buena	Subbase
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: ASTM D 6951-18 [20]

3.1.2. SEGUNDA FASE

3.1.2.1. Análisis del Ensayo de Granulometría

La granulometría es un ensayo esencial que facilita la identificación del porcentaje de material presente en el suelo bajo análisis, ya sea fino o granular. En este proceso, se utilizan tamices con aberturas de medidas específicas. La importancia de la granulometría radica en su capacidad para clasificar con precisión tanto el suelo fino como el material granular, proporcionando información crucial para determinar la idoneidad del suelo en diferentes tipos de construcciones. [21]

○ SUBRASANTE

En la siguiente tabla se detalla los resultados de las 4 muestras obtenidas, la granulometría de cada muestra ver en el Anexo B-1 al B-4.

Tabla N° 28. Porcentaje de agregados

# Calicata	Abscisa	Grava %	Arena %	Limo y Arcilla%	Clasificación de suelo fino
1	1+000	0,22	95,51	4,27	A-3
2	2+000	0,31	96,15	3,54	A-3
3	3+000	0,23	95,91	3,86	A-3
4	4+000	0,08	94,45	5,47	A-3

Fuente: Autor

Según la tabla de la Norma AASHTO M 145 ver en Anexo B-5, por el porcentaje que pasa los tamices número 40 y 200 el suelo fino se clasificó en un tipo A-3, ya que el porcentaje que pasa por el tamiz número 40 es mayor a 51% y el porcentaje que pasa por el número 200 es menor al 10%, lo cual se lo puede catalogar como una arena fino-plástica.

○ MATERIAL GRANULAR

A continuación, se muestra los resultados de las 4 muestras de material granular:

Tabla N° 29. Granulometría de material granulométrico

# Calicata	Abscisa	Pasa tamiz #4 (%)	Pasa tamiz #200 (%)	Clase de Material granular
1	1+000	50,08	4,2	Base clase 4
2	2+000	44,4	4,18	Base clase 4
3	3+000	45,91	4,45	Base clase 4
4	4+000	49,08	4,82	Base clase 4

Fuente: Autor

Se determinó que el material granular corresponde a una Base Clase 4 según la MTOP, que el porcentaje que pasó a través de cada tamiz se ajusta a los parámetros establecidos para dicha base. Este análisis se detalla en la tabla presentada a continuación:

Tabla N° 30. Clasificación Base 4

Tamiz		Base clase 4	
		Mín	Máx
2"	50 mm		100
1"	25 mm	60	90
N°4	4,75 mm	20	50
N°200	0,075 mm	0	15

Fuente: MTOP 2002 [12]

Asimismo, se determinó que el material que constituye esta base pertenece al Grupo A-1-a ver en el Anexo B-5, según su granulometría, ya que incluye fragmentos de roca, grava y arena en su composición.

Los resultados a detalle del ensayo de granulometría de cada muestra de material granular se muestran en el Anexo B-6 al B-9.

3.1.2.2. Análisis del Ensayo de Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg constituyen un procedimiento destinado a establecer tanto el límite líquido como el plástico de un suelo, mediante el empleo de equipo de laboratorio. El límite líquido se determina mediante la aplicación de golpes al suelo en la copa de Casagrande hasta que la muestra se una, mientras que el límite plástico se establece mediante la formación de tiras cilíndricas (gusanos). Posteriormente, las muestras obtenidas en los límites líquido y plástico se someten a un proceso de secado en el horno, y se recopilan datos para determinar la plasticidad del suelo y el porcentaje de agua que contiene. [22]

○ SUBRASANTE

El ensayo de Límites de Atterberg de cada muestra se encuentra en el Anexo B-10 al B-13, a continuación, se observa una tabla resumen de los valores de límite plástico y líquido y el índice de plasticidad de cada muestra

Tabla N° 31. Límites de Atterberg

# Calicata	Límite Líquido (LL%)	Límite Plástico (LP%)	Índice de plasticidad (IP%)	Clasificación de suelo fino
1	0	32,65	-32,65	A-3
2	0	25,83	-25,83	A-3
3	0	21,84	-21,84	A-3
4	0	20,74	-20,74	A-3

Fuente: Autor

Como se observa el índice de plasticidad es un valor negativo lo que indica que es un suelo no plástico y también se debe a que por su granulometría se clasificó como una arena fina siendo no plástica.

○ MATERIAL GRANULAR

Para el material granular como se ve en el Anexo B-14 al B-17, se obtuvo un solo intervalo de golpes (límite líquido), lo que significa que es un suelo arenoso, es decir, no plástico, por esta razón no fue necesario realizar el ensayo de límite plástico.

3.1.2.3. Análisis del Ensayo de Proctor Modificado

Este ensayo es crucial para establecer las condiciones ideales de humedad que permitirán la saturación completa del suelo. La cantidad precisa de agua, calculada previamente, se añade al suelo, y mediante un proceso de compactación, se logra una mezcla homogénea entre el agua y el suelo. Este procedimiento es esencial para determinar las propiedades de compactación del suelo y garantizar un diseño estructural óptimo en la construcción de pavimentos y otras estructuras. [23]

○ SUBRASANTE

El ensayo se realizó para las cuatro muestras las cuales se pueden observar en el Anexo B-18 al B-21, en la siguiente tabla se encuentra un resumen de todas las muestras.

Tabla N° 32. Proctor Modificado

# Calicata	Densidad seca (gr/cm ³)	Humedad Óptima %
1	1,648	18,39
2	1,724	10,55
3	1,78	13,72
4	1,918	12,37

Fuente: Autor

○ MATERIAL GRANULAR

En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos tanto en densidad seca como en humedad óptima, la tabla general de este ensayo véase en el Anexo B-22 al Anexo B-25.

Tabla N° 33. Proctor Modificado

# Calicata	Densidad seca (gr/cm ³)	Humedad Óptima %
1	1,801	8,88
2	1,764	8,49
3	1,783	12,18
4	1,831	11,06

Fuente: Autor

3.1.2.4. Análisis del Ensayo de CBR (Ensayo de Soporte California)

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR) desempeña un papel crucial al evaluar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Este procedimiento no solo mide la capacidad del suelo para soportar cargas, sino que también es fundamental para determinar su idoneidad en diversas aplicaciones, como subrasante, subbase y base. La clasificación y uso del suelo dependen directamente del porcentaje obtenido en este ensayo. [24]

○ SUBRASANTE

Finalizando con el análisis de resultados se obtuvo los valores de CBR, donde se puede observar detalladamente en el Anexo B-26 al B-29, se realizó una tabla resumen a continuación:

Tabla N° 34. CBR de laboratorio (subrasante)

# Calicata	CBR %	Clasificación	Usos
1	28,3	Excelente	Subrasante
2	15,1	Regular/Buena	Subrasante
3	23,42	Excelente	Subrasante
4	17,1	Regular/Buena	Subrasante

Fuente: Autor

Al examinar detenidamente los resultados, se evidencian valores de CBR que se sitúan en un rango comprendido entre el 15% y el 29%, lo cual se traduce en una clasificación que va desde Regular/Buena hasta Excelente según la Norma AASHTO-93 para la subrasante. Este intervalo de valores sugiere un rendimiento notable y una calidad que abarca desde niveles aceptables hasta altamente satisfactorios para las condiciones de la subrasante.

○ MATERIAL GRANULAR

Para concluir con esta fase encontramos una tabla resumen de los valores de CBR de las 4 muestras de material granular:

Tabla N° 35. CBR de laboratorio (base)

# Calicata	CBR%	Clasificación	Usos
1	88,8	Excelente	Base
2	88,7	Excelente	Base
3	84,7	Excelente	Base
4	85,1	Excelente	Base

Fuente: Autor

Se aprecia que todos los valores de CBR que según la Norma AASHTO-93 si se encuentra entre un rango de 80% a 100% son Excelente y notablemente clasifican para Base, para observar a detalle la tabulación del ensayo véase el Anexo B-30 al B-33.

3.1.2.5. Análisis del Ensayo de Abrasión

El ensayo de abrasión desempeña un papel fundamental en la evaluación del desgaste de un material, permitiendo su clasificación. Esta prueba se lleva a cabo en la máquina de los Ángeles, donde un conjunto específico de esferas, en conjunto con el material en cuestión, se someten a un proceso de molienda durante aproximadamente 15 minutos, equivalente a 500 revoluciones en total. La finalidad de este ensayo es

determinar la resistencia del material a la abrasión, proporcionando datos cruciales para su clasificación y evaluación de la durabilidad. Los resultados obtenidos son esenciales para informar decisiones en el diseño y mantenimiento de infraestructuras viales. [25]

Cabe recalcar que el método empleado es el método A según la tabla de la ASTM C-131 ver el Anexo B-34, obteniendo los siguientes resultados de las cuatro muestras de material granulométrico:

Tabla N° 36. Resultados de ensayo de Abrasión

# Muestra	Desgaste (%)
1	36,3
2	38,3
3	34,22
4	38,06

Fuente: Autor

Se lograron porcentajes de desgaste inferiores al 40%, lo que indica claramente que la base se encuentra en excelentes condiciones. Este bajo índice de desgaste es testimonio de la resistencia de la base ante la carga diaria que soporta la vía, destacando su durabilidad y capacidad para mantenerse en buen estado a pesar de las exigencias del tráfico y el desgaste asociado al asfalto de la carretera. Más detalladamente se observa en el Anexo B-35 al B-38, donde está cada una de las muestras con sus respectivos cálculos.

3.1.3. TERCERA FASE

3.1.3.1. Diseño de la estructura del pavimento

Según el método de la AASHTO 93 para el diseño estructural del pavimento se empleó la siguiente fórmula:

$$\log_{10}(W18) = Z_R * S_0 + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 8.07$$

(Ec.26)

Es necesario despejar al número estructural (SN), por lo que se usó un programa ver el Anexo C-1 y C-2.

Fue importante tomar los siguientes valores de las tablas de la norma AASHTO 93 que se muestran a continuación:

Tabla N° 37. Nivel de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85-99,9	80-99
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO-93 [26]

Tabla N° 38. Desviación estándar normal

Confiabilidad, R, en porcentaje	Desviación estándar normal, ZR
50	0
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,675
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: AASHTO-93 [26]

Debido que la vía analizada clasificada como Colectora-Rural, se decidió utilizar un valor de confiabilidad (R) del 80%, el cual es un promedio entre los valores presentados en la Tabla 37 que varía entre 75% y 95%.

La desviación estándar tuvo un valor de -0.841, a causa del porcentaje antes mencionado.

Por otro lado, se optó un valor promedio de 0.45 de desviación global, a causa que para pavimentos flexibles es necesario emplear un intervalo de 0.4-0.5

De la misma manera en el valor de la servicialidad inicial y final se seleccionó un rango de 4.2-2.2, en vista que la Norma AASHTO 93 propone que para pavimentos flexibles es necesario una servicialidad inicial de 4.2 y una servicialidad final de 2.0 para carreteras de volumen bajo. [26]

A continuación, se estimó un valor para el Módulo resiliente de la subrasante a partir de la siguiente condición:

-CBR de laboratorio

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

$$M_R = 3000 * 16.1^{0.65}$$

$$M_R = 18262.3 \frac{lb}{pl^2} \cong 18.2623 Ksi$$

-CBR de campo (DCP)

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

$$M_R = 3000 * 15.07^{0.65}$$

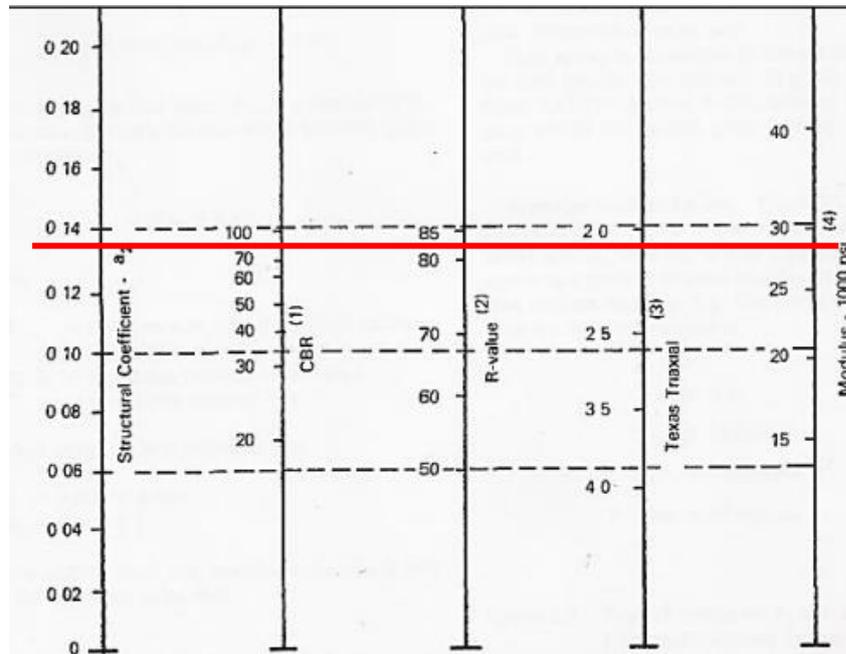
$$M_R = 17494.2 \frac{lb}{pl^2} \cong 17.9422 Ksi$$

Igualmente se empleó el valor del eje equivalente proyectado para el 2043, calculado anteriormente (972991).

Inmediatamente el programa determinó un valor de 2.26 para la etapa de reconstrucción y un valor de 2.30 para la etapa de rehabilitación.

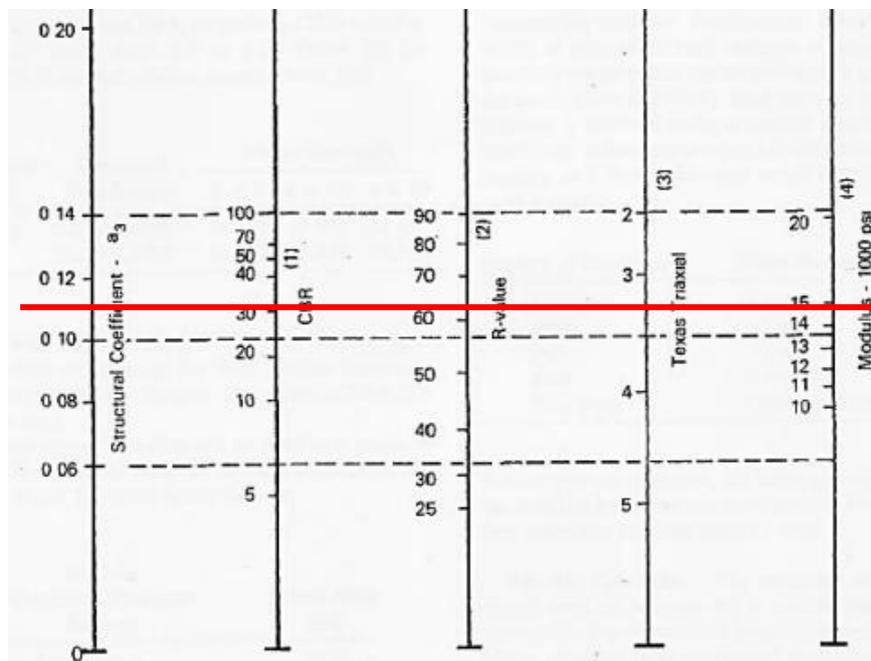
Seguidamente a partir de los ábacos para base y subbase de la Norma AASHTO 93 se determinó los módulos de elasticidad y los coeficientes estructurales de capa como se muestra a continuación:

Figura N° 10. Ábaco de CBR de base



Fuente: Autor

Figura N° 11. Ábaco de CBR de subbase



Fuente: Autor

Mediante la utilización de los ábacos, se extrapoló un módulo de elasticidad de 27.5 ksi para la capa base y 15 ksi para la subbase. Asimismo, se determinó un coeficiente estructural de 0.13 para la base y 0.11 para la subbase. Es importante destacar que

estos valores se aplican tanto en la fase de rehabilitación como en la de reconstrucción, ya que el diseño se proyectó considerando los valores mínimos de CBR para cada material.

Se procedió a determinar el coeficiente de drenaje a partir de la siguiente:

Tabla N° 39. Coeficiente de drenaje

Características del drenaje	Agua evacuada en	Porcentaje de tiempo en el año, que la estructura de pavimento esta expuesta a un nivel de humedad			
		<1%	1%-5%	5%-25%	>25%
Excelente	2 horas	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,2
Bueno	1 día	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1
Regular	1 semana	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,8
Pobre	1 mes	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,6
Muy Malo	no drena	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,4

Fuente: AASHTO-93 [26]

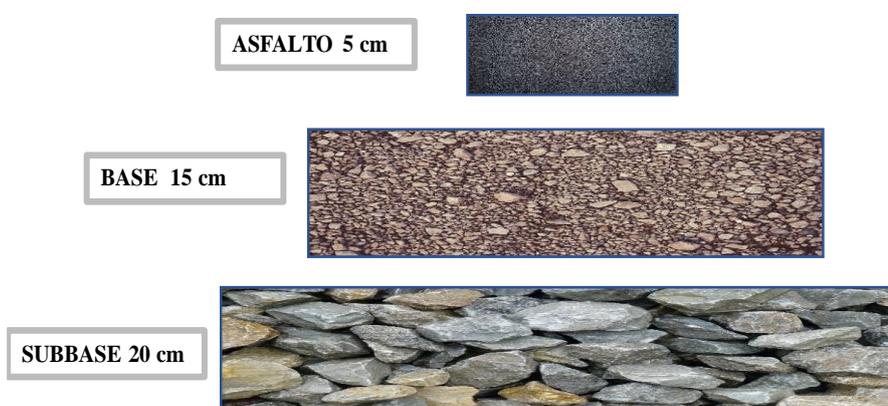
Para el diseño se eligió una característica de drenaje regular en porcentaje del 1%-5%, con un valor promedio de 1.00 que es el promedio del intervalo de 1.15-1.05, se tomó este valor por seguridad del diseño.

Los CBR que se tomó en cuenta para el diseño de la etapa de rehabilitación y reconstrucción, resultó del cálculo del cuartil que se muestra en el Anexo C-3 y C-4.

Las tablas de diseño para ambas etapas se encuentran en el Anexo C-5 y C-6.

Se muestra a continuación el espesor de cada capa que compone la estructura del asfalto:

Figura N° 12. Estructura del Asfalto



Fuente: Autor

3.1.3.2. Plan de Mantenimiento Vial

Se procedió a la clasificación de cada tramo de acuerdo con el tipo de mantenimiento que requiere, dando lugar a la formulación de un plan de mantenimiento vial integral. Este enfoque tiene como objetivo principal garantizar la seguridad de los usuarios y proporcionar un mantenimiento de calidad a lo largo de la vía.

RECONSTRUCCIÓN

Para el Plan de Mantenimiento Vial, se llevará a cabo la remoción de la capa asfáltica y el material granular existente. Una vez que la zona esté limpia, se procederá a conformar y compactar la subrasante hasta alcanzar el CBR de laboratorio requerido, que es del 16.1%. Posteriormente, se instalará la capa de Subbase Clase 3 y la Base Clase 4, siguiendo los espesores indicados en el diseño estructural del pavimento.

Finalmente, se aplicarán la capa de imprimación y, a continuación, la capa de asfalto. Este tipo de intervención se la realizará en las abscisas detalladas en la siguiente tabla:

Tabla N° 40. Tramos de reconstrucción

TRAMOS DE RECONSTRUCCIÓN		
ABSCISA		INTERVENCIÓN
0+249	0+285	Reconstrucción
0+604	0+640	Rehabilitación
0+923	1+243	Reconstrucción

Fuente: Autor

REHABILITACIÓN

En esta categoría de intervención, se llevará a cabo el procedimiento previamente detallado durante la fase de Reconstrucción, con la única diferencia que la subrasante no experimentará ningún proceso de conformación ni compactación. En lugar de ello, se utilizará la subrasante en su estado original. Las abscisas que serán intervenidas con este mantenimiento se detallan en la siguiente tabla:

Tabla N° 41. Tramos de rehabilitación

TRAMOS DE REHABILITACIÓN		
ABSCISA		INTERVENCIÓN
1+562	1+598	Reconstrucción
1+882	1+918	Reconstrucción
2+201	2+237	Rehabilitación
2+521	2+840	Reconstrucción

Fuente: Autor

MANTENIMIENTO PERIÓDICO

En este tipo de mantenimiento, se procederá a la aplicación de una capa para el sellado de fisuras utilizando una mezcla compuesta por arena slurry, polimérico y emulsión asfáltica. Dicha combinación se implementará específicamente en segmentos que presenten fisuras y daños superficiales poco profundas. Asimismo, en tramos con deterioros leves, se aplicará una capa de Micropavimento (slurry seal). La ejecución de esta intervención se llevará a cabo en las abscisas detalladas en la siguiente tabla:

Tabla N° 42. Tramos de Mantenimiento Periódico

TRAMOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO		
ABSCISA		INTERVENCIÓN
0+000	0+284	Rehabilitación
3+160	3+196	Rehabilitación
3+479	3+515	Rehabilitación
3+799	3+835	Rehabilitación
4+118	4+300	Rehabilitación

Fuente: Autor

MANTENIMIENTO RUTINARIO

Esta intervención se limitará a llevar a cabo una limpieza minuciosa de cunetas y sus alrededores, con el propósito de preservar el buen estado de la vía. Las abscisas específicas para la aplicación de este mantenimiento se detallan en la siguiente tabla:

Tabla N° 43. Tramos de Mantenimiento Rutinario

TRAMOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO		
ABSCISA		INTERVENCIÓN
0+284	0+604	Ninguna
1+243	1+562	Ninguna
2+840	3+160	Mantenimiento

Fuente: Autor

3.1.3.3.Presupuesto Referencial

En la siguiente tabla se observa un presupuesto referencial del mantenimiento vial que requiere la vía Quero-Mocha (abscisa 0+00-4+300), que se creó a partir de la interpretación del PCI, además es importante mencionar que la base se reutilizará con el fin de generar un ajuste de precios.

Tabla N° 44. Presupuesto referencial

N°	Rubro	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
RECONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN					
1	Excavación de la calzada sin clasificar inc. Desalojo	5077,80	m ³	4,09	20768,20
2	Derrocamiento de elementos de hormigón incluye desalojo	390,60	m ³	30,37	11862,52
3	Hormigón simple en cunetas f'c=210 kg/cm ² , incluye encofrado y conformación	390,60	m ³	192,63	75241,28
4	Terminación de la subrasante	4387,50	m ²	0,80	3510,00
5	Construcción de subbase clase 3 inc. Transporte	2538,90	m ³	13,12	33310,37
6	Base clase 4 inc. Transporte	290,70	m ³	15,96	4639,64
7	Sum. Y riego de imprimación asfáltica RC 250	12694,50	m ²	1,39	17645,36
8	Carpeta Asfáltica Mezclado en Planta de 2" de espesor (incluye transporte)	12694,50	m ²	10,37	131641,97
9	Marcas de Pavimento (Línea Continua de hasta 15 cm)	12900,00	m	1,06	13674,00
10	Marcas de Pavimento, Anchuras, pasos cebra, flechas, números y letras	20,25	m ²	17,99	364,30
MANTENIMIENTO PERIODICO Y RUTINARIO					
11	Sello de fisuras con arena slurry y polimérico y emulsión asfáltico	9256,00	m ²	2,35	21751,60
12	Micropavimento (Slurry Seal modifi, con polimeros 3% y emulsión CQS)	2080,00	m ²	3,39	7051,20
13	Limpieza de cunetas a maquina	639,00	m	0,28	178,92
TOTAL					341639,344

Fuente: Autor

El presupuesto de referencia alcanzó la suma total de \$341,639.34 (trescientos cuarenta y un mil seiscientos treinta y nueve dólares americanos con treinta y cuatro centavos). Es importante destacar que este presupuesto se elaboró considerando un ancho promedio de la vía de 6.5 metros. Todos los costos unitarios de los distintos rubros fueron obtenidos a través de la página de procesos de compras públicas, y los volúmenes de obra que se emplearon en el presupuesto referencial se encuentra detallado en el Anexo C-7.

Por otro lado, las especificaciones técnicas del presupuesto mostrado anteriormente se lo observan en el Anexo C-8.

3.2.Verificación de la hipótesis

La evaluación visual y estructural del pavimento de la vía Quero-Mocha comprendida en la abscisa 0+000-4+300, permite crear un plan de mantenimiento vial adecuado a sus necesidades.

Sí fue posible generar un Plan de Mantenimiento, gracias a la información obtenida mediante el PCI, TPDA y los ensayos realizados. Estos resultados han indicado la necesidad de implementar acciones específicas, como rehabilitación, reconstrucción, y mantenimiento periódico y rutinario en la vía. Estas intervenciones permitieron una evaluación detallada de la estructura del pavimento y, en consecuencia, una evaluación precisa del estado actual de la carretera.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de la condición superficial y estructural del pavimento, revelando un estado actual considerado como regular. En este contexto, se identificó la gran necesidad de implementar un Plan de Mantenimiento Vial integral. Dicho plan incluirá acciones cruciales como la reconstrucción, rehabilitación, así como el mantenimiento rutinario y periódico. Estas intervenciones son esenciales para mejorar la vida útil de la vía, garantizar una mayor seguridad y asegurar la eficacia funcional, proporcionando a los usuarios comodidad y satisfacción.
- Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva del volumen de tráfico, revelando que el TPDA actual es de 836 vehículos/día, clasificando la carretera como de 2 carriles Clase II. Esta categorización se ajusta adecuadamente al rango establecido para dicha clasificación, que oscila entre 500 y 1000 vehículos/día. Proyectando hacia el año 2043, se anticipa un TPDA futuro de 1423 vehículos/día, situándola aún en la clasificación de 2 carriles Clase I, dentro del intervalo de 1000-8000 vehículos/día. Este análisis refleja que, debido al crecimiento vehicular, la clasificación de la vía experimentará un cambio en aproximadamente 20 años. Por otro lado, se evaluó el Índice de Condición de Pavimento (PCI), identificando que el primer tramo (abscisa 0+000-0+284) y los últimos 4 tramos de estudio (abscisa 3+160-4+300) requieren mantenimiento periódico debido a su PCI calificado como regular (entre 5-35). La segunda unidad de muestreo (abscisa 0+284-0+640) y la quinta unidad de muestreo (abscisa 1+243-1+562) demandan un mantenimiento rutinario, casi imprescindible, dada su calificación de PCI como excelente (entre 80-100) con daños mínimos poco relevantes. Para las próximas dos muestras estudiadas (abscisa 0+640-1+243) y el tramo especial (abscisa 0+249-0+285), se recomienda una reconstrucción debido a sus bajos valores de PCI clasificados como malos (entre 4-28). Las siguientes 4 unidades de muestreo (abscisa 1+562-2+840) necesitan una rehabilitación, ya que presentan un PCI

categorizado como muy malo (entre 19-52). Estos resultados del PCI han sido fundamentales para determinar las necesidades y ajustes requeridos en la vía.

- Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos en diversos ensayos, tanto en campo como en laboratorio. En el ensayo de granulometría, se identificó que el suelo fino (subrasante) corresponde al tipo A3, mientras que el material granular se clasificó como Base de clase 4, debido a la composición de su material granular y fino. Adicionalmente, el ensayo de límites de Atterberg contribuyó a determinar la plasticidad del suelo, revelando que ambos suelos son no plásticos, lo cual concuerda con la clasificación del suelo (A3) obtenida mediante la granulometría. Este resultado confirma la idoneidad del suelo para ser utilizado como subrasante. Por otro lado, los ensayos de Proctor Modificado y CBR fueron fundamentales para evaluar el estado de la subrasante y la base. Se obtuvieron valores que oscilan entre 15-30, clasificando la subrasante como de regular a excelente, y entre 85-89, categorizando la base como excelente. Estos valores indican que la estructura de la vía no se encuentra totalmente deteriorada, proporcionando información valiosa sobre la resistencia y capacidad de carga de la subrasante y la base.
- Se concluyó que el índice de California Bearing Ratio (CBR) de campo, obtenido mediante el Dynamic Cone Penetrometer (DCP) con valores que oscilan entre 13 y 27, resultó ser menor que el CBR de laboratorio para la subrasante. Sin embargo, al comparar ambos valores, se observa una similitud significativa, y en ambos casos, la clasificación indicó un rango de regular a excelente para el uso de la subrasante. Estos resultados sugieren una coherencia entre las evaluaciones realizadas en el campo y en el laboratorio, proporcionando una perspectiva integral sobre la capacidad de carga de la subrasante.
- Se ha desarrollado un presupuesto referencial para llevar a cabo el necesario mantenimiento vial, tomando en cuenta el CBR de campo en la fase de rehabilitación y el CBR de laboratorio en la fase de reconstrucción. En el proceso de rehabilitación, se llevará a cabo la excavación y la eliminación del asfalto y material granular, preservando la subrasante existente. Por otro lado, la fase de reconstrucción incluirá el levantamiento de la capa asfáltica, el material granular y la compactación de la subrasante hasta alcanzar el valor de

CBR determinado en el laboratorio. Asimismo, en el mantenimiento periódico se aplicará un Slurry Seal, que consiste en un recapeo con un espesor mínimo y tiene una duración de aproximadamente 4 a 5 años. En el mantenimiento rutinario, se realizará la limpieza de cunetas para asegurar una vida útil prolongada de la vía. Es crucial destacar que la reutilización de la base existente contribuyó significativamente a la reducción de costos. Este presupuesto ha sido fundamental para la creación de un plan de mantenimiento integral destinado a la carretera Quero-Mocha, abscisa 0+000-4+300.

4.2.Recomendaciones

- Es recomendable tomar este escrito como guía para un estudio de una vía o para crear un Plan de Mantenimiento Vial rentable y de calidad, ya que se encuentra paso a paso el proceso y los ensayos que se deben realizar para llegar al objetivo.
- Con el fin de asegurar resultados más precisos, se recomienda llevar a cabo los ensayos de campo en ubicaciones más próximas entre sí. Esta medida contribuirá a mejorar la exactitud del análisis realizado.
- Se sugiere llevar a cabo de manera inmediata la implementación del Plan de Mantenimiento Vial en este sector, dado que la región desempeña un papel crucial como importante productora de leche, vegetales y otros productos esenciales. La comercialización diaria de estos productos hacia diversos sectores del país destaca la necesidad urgente de garantizar la adecuada condición de las vías, asegurando así un flujo eficiente y constante de estos bienes indispensables para la población.
- Se aconseja llevar a cabo los ensayos de laboratorio en las etapas iniciales, considerando la longitud del proceso. Además, se debe tener precaución al manipular herramientas y equipos, ya que un manejo descuidado podría resultar en posibles lesiones.
- Se recomienda contar con la asistencia de un compañero durante la ejecución de cada ensayo, ya que la colaboración es fundamental para facilitar la manipulación de equipos y herramientas, contribuyendo así a simplificar el proceso.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] U. R. B Emeasoba y J. U. Ogbuefi, “Sustainable Socio-Economic Development In Nigeria: A Case For Road Infrastructure Maintenance”, [En línea]. Disponible en: www.iiste.org
- [2] M. A. Rubio Idrogo, “Gestión de mantenimiento vial y su relación con la satisfacción de los usuarios de Lima Metropolitana, 2022”, *Alpha Centauri*, vol. 4, n° 2, pp. 22–28, may 2023, doi: 10.47422/ac.v4i2.145.
- [3] T. Chopra, M. Parida, N. Kwatra, y J. Mandhani, “Development of Pavement Maintenance Management System (PMMS) of Urban Road Network Using HDM-4 Model”, *International Journal Of Engineering & Applied Sciences*, vol. 9, n° 1, pp. 14–14, abr. 2017, doi: 10.24107/ijeas.286473.
- [4] W. Martínez, “Red Vial de Nicaragua (Optimización y Mantenimiento)”, vol. 26, n° 01, pp. 2–14, 2013, [En línea]. Disponible en: <http://www.lamjol.info/index.php/NEXO>
- [5] R. Infraestructura, V. / Lanammeucr, R. Arias García, J. David, R. Morera, y A. Científico, “Criterios ambientales y socioeconómicos para priorizar inversiones en la red vial de Costa Rica Environmental and socioeconomic criteria to prioritize investments in the road network of Costa Rica”.
- [6] J. Alberto, G. Lizarazo, C. Augusto, S. Urán, M. Darío, y A. Serna, “MODELO DE EVALUACIÓN DINÁMICA DE LA CALIDAD EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE CORREDORES LOGÍSTICOS EN COLOMBIA DYNAMIC MODEL FOR QUALITY ASSESSMENT OF LOGISTICS CORRIDOR ROAD INFRASTRUCTURE IN COLOMBIA”, doi: 10.14508/reia.2016.13.25.135-145.
- [7] F. Elizondo Arrieta, “Costa Rica necesita más alternativas de mantenimiento para carreteras”, 2010.
- [8] B. E. Oblitas-Gastelo, ; Ingrid, I. Medina-Cardozo, ; Carmen, y R. Paredes-Asalde, “Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos International evenness index and pavement

condition index for defining pavement serviceability levels”, *Revista ITECKNE-Universidad*, vol. 18, n° 2, pp. 2021–170, doi: 10.15332/iteckne.

- [9] F.-D. V. Giler, S. Bladimiro, ; Mogrovejo-Carrasco, y D. Estuardo, “FUNCTIONAL EVALUATION OF FLEXIBLE PAVEMENT IN THE RURAL ROAD NETWORK OF PORTOVIEJO, ECUADOR”, doi: 10.46296/yc.v7i13.0363.
- [10] M. E. Jerez-Calero, S. L. Llerena-Cepeda, y R. Zamora-Sánchez, “Estudio de satisfacción poblacional a la red vial intercomunitaria Quisapincha -Pasa”, *INNOVA Research Journal*, pp. 95–108, mar. 2018, doi: 10.33890/innova.v3.n3.2018.445.
- [11] Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, *DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG* . Peru, 2018.
- [12] MTOP, *Norma Ecuatoriana NEVI-12*, vol. vol.6. Quito, 2014.
- [13] MTOP, *Norma ecuatoriana vial NEVI 12-MTOP*, vol. Vol. 2. Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013.
- [14] S. Ciencia En y №1 Pc, “PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) METHODOLOGY PROPOSAL FOR THE EVALUATION OF PAVEMENTS APPLYING THE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Autores”, 2019.
- [15] American Society for Testing and Materials, *Práctica Estándar para Inspección del Índice de la Condición del Pavimento para Caminos y Estacionamientos*. 2018.
- [16] American Society for Testing and Materials, *Índice de Condición de Pavimentos en Aeropuertos (PCI)*. 1998.
- [17] Reynier Moll Martinez y Eduardo Tejeda Piusseat, “Obtención de un modelo computacional con el software SIGMA/W, para reproducir los resultados del ensayo con la viga Benkelman.”, *Revista de Arquitectura e Ingeniería* , vol. 8, pp. 1–13, abr. 2014.
- [18] CONREVIAl, *Manual de Carreteras-sección suelos y pavimentos “MTC”*, vol. 10. 2014.

- [19] A. Demera Milagro Lupita, D. Romero Carla Monserrate, O. Hernández Eduardo Humberto, y D. Gutiérrez Daniel Alfredo, “Estudio para determinar la capacidad portante del suelo como parámetro geotécnico, aplicando el ensayo de cono dinámico de penetración (DCP), en los terrenos aledaños a la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas”.
- [20] American Society for Testing and Materials, *Método de prueba Estándar para el uso del Penetrómetro de Cono Dinámico en aplicación de Pavimento poco profundo*. 2018.
- [21] D. Gabriels y D. Lobo, “Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo Methods for determining granulometry and bulk density of the soil”.
- [22] D. A. Rosas, D. Burgos, J. W. Branch, y A. Corbi, “Automatic determination of the Atterberg limits with machine learning”, *DYNA (Colombia)*, vol. 89, n° 224, pp. 34–42, oct. 2022, doi: 10.15446/dyna.v89n224.102619.
- [23] J. Fernando, C. Tauta, O. Javier, R. Ortiz, D. Fernanda, y M. González, “ENSAYO DE COMPACTACIÓN GIRATORIA EN SUELOS COMO ALTERNATIVA AL ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR GYRATORY COMPACTION TEST IN SOILS AS ALTERNATIVE TO THE PROCTOR COMPACTION TEST”.
- [24] O. Goñas Labajos y J. H. Saldaña Núñez, “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada”, *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, vol. 3, n° 1, p. 30, dic. 2020, doi: 10.25127/ucni.v3i1.589.
- [25] J. A. Andrade R°, M. Améstegui M°, y J. F. A Romero, “ESTRATEGIA DE IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL ANÁLOGA DE VIBRACIÓN, A LA DENOMINADA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES”.
- [26] Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transporte Estatales, *Diseño Estructural de Pavimento Flexible*. 1993.
- [27] Dirección de Ordenamiento Territorial-Unidad de Proyectos y Prospección Estratégica, “CONTRATAR LA OBRA PÚBLICA PARA EL MEJORAMIENTO VIAL DEL CANTÓN LATACUNGA 2”, Latacunga, mar. 2022.

- [28] O. Públicas y M. Y. Fiscalización, “GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO”.
- [29] Prefectura de Imbabura, “CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS, ESTRUCTURAS DE DRENAJE Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA PLAZA GUTIÉRREZ, PALO SECO, AZABÍ DEL MORTIÑAL, PARROQUIA PLAZA GUTIÉRREZ, CANTÓN COTACACHI”, dic. 2022.
- [30] Municipio de Riobamba, “MEJORAMIENTO VIAL BARRIO “CISNEROS DE TAPI I ETAPA””, Riobamba, 2022.
- [31] Espíndola Alcaldía Ciudadana, “COLOCACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE E=2’, EN LAS CALLES DE LA URBANIZACIÓN MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE AMALUZA DEL CANTÓN ESPÍNDOLA”, 2023.
- [32] Alcaldía de Guaranda, “COLOCACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA Y LA CONSTRUCCIÓN DE LAS ACERAS Y BORDILLOS EN VARIAS CALLES URBANAS DE LA CIUDAD DE GUARANDA.”, Guaranda, 2023.
- [33] Municipio de Riobamba, “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REHABILITACION DE VARIAS VIAS ASFALTADAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA MANTENIMIENTO VIA A GUANO-RECICLADO”, Guano, 2022. [En línea]. Disponible en: www.gadmriobamba.gob.ec
- [34] GAD Parroquial Chaucha, “MANTENIMIENTO DE 14.5 KM DE LA VIA SAN ANTONIO – PUENTE SAN FRANCISCO DE LA PARROQUIA CHAUCHA, CIUDAD DE CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY”. Chaucha, 2023.

ANEXOS

ANEXO A

PRIMERA

FASE

ANEXO A-1: Conteo y hora pico día Martes 22/08/2023

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CONTAJE DE TRÁFICO												
PROYECTO:	Vía Quero-Mocha			ESTACIÓN:	1+500			SENTIDO:	Ambos			
FECHA:	22/8/2023	DÍA:	Martes	ESTADO DEL TIEMPO:	Nublado			RESPONSABLE:	Lizbeth Típtansig			
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA	
7h00-7h15	22	0	3	1	2	0	0	0	0	6	28	
7h15-7h30	24	0	5	2	1	0	0	0	0	8	32	
7h30-7h45	21	0	5	3	2	0	0	0	0	10	31	
7h45-8h00	23	0	2	2	0	0	0	0	0	4	27	
8h00-8h15	21	0	4	4	2	0	0	0	0	10	31	
8h15-8h30	21	0	2	0	1	0	0	0	0	3	24	
8h30-8h45	17	0	2	5	0	0	0	0	0	7	24	
8h45-9h00	23	0	4	2	2	1	0	0	0	9	32	
9h00-9h15	13	0	4	2	0	0	0	0	0	6	19	
9h15-9h30	14	0	1	6	0	0	0	0	0	7	21	
9h30-9h45	23	0	6	0	1	0	0	0	0	7	30	
9h45-10h00	15	0	3	1	1	0	0	0	0	5	20	
10h00-10h15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
10h15-10h30	16	0	2	0	0	0	0	0	0	2	18	
10h30-10h45	16	0	3	0	6	0	0	0	0	9	25	
10h45-11h00	9	0	2	0	0	0	0	0	0	2	11	
11h00-11h15	13	0	2	1	0	0	0	0	0	3	16	
11h15-11h30	9	0	3	2	0	0	0	0	0	5	14	
11h30-11h45	15	0	4	0	2	0	0	0	0	6	21	
11h45-12h00	6	1	1	1	0	0	0	0	0	2	9	
12h00-12h15	14	0	3	1	0	0	0	0	0	4	18	
12h15-12h30	10	0	1	1	2	0	0	0	0	4	14	
12h30-12h45	9	0	2	0	0	0	0	0	0	2	11	
12h45-13h00	7	0	3	0	1	0	0	0	0	4	11	
13h00-13h15	12	0	1	2	0	0	0	0	0	3	15	
13h15-13h30	18	0	5	4	1	0	0	0	0	10	28	
13h30-13h45	15	0	1	1	2	1	0	0	0	5	20	
13h45-14h00	20	1	1	2	3	0	0	0	0	6	27	
14h00-14h15	16	0	1	2	1	0	0	0	0	4	20	
14h15-14h30	16	0	1	0	0	0	0	0	0	1	17	
14h30-14h45	17	0	0	1	1	0	0	0	0	2	19	
14h45-15h00	14	0	2	3	0	1	0	0	0	6	20	
15h00-15h15	14	0	1	0	1	0	0	0	0	2	16	
15h15-15h30	12	0	1	0	1	0	0	0	0	2	14	
15h30-15h45	12	0	2	2	1	0	0	0	0	5	17	
15h45-16h00	15	0	1	1	0	0	0	0	0	2	17	
										Dato mayor:	121	
7h15-7h30	24	0	5	2	1	0	0	0	0	8	32	
7h30-7h45	21	0	5	3	2	0	0	0	0	10	31	
7h45-8h00	23	0	2	2	0	0	0	0	0	4	27	
8h00-8h15	21	0	4	4	2	0	0	0	0	10	31	
TOTALES	89	0	16	11	5	0	0	0	0	32	121	211
TPDA ACTUAL	594	0	107	74	34	0	0	0	0	214	807	1407

ANEXO A-2: Conteo y hora pico día Miércoles 23/08/2023

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CONTAJE DE TRÁFICO												
PROYECTO:	Vía Quero-Mocha			ESTACIÓN:	1-500	SENTIDO:	Ambos					
FECHA:	23/8/2023	DÍA:	Miércoles	ESTADO DEL TIEM:	Nublado	RESPONSABLE:	Lizbeth Triptantisg					
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULAD O POR HORA
												
7h00-7h15	18	0	4	0	3	0	0	0	0	7	25	
7h15-7h30	14	0	2	1	0	0	0	0	0	3	17	
7h30-7h45	14	0	4	1	0	0	0	0	0	5	19	
7h45-8h00	15	0	3	0	1	0	0	0	0	4	19	80
8h00-8h15	36	0	5	3	2	0	0	0	0	10	46	101
8h15-8h30	15	0	1	1	2	0	0	0	0	4	19	103
8h30-8h45	16	0	2	0	1	0	0	0	0	3	19	103
8h45-9h00	18	0	1	2	1	0	0	0	0	4	22	106
9h00-9h15	12	0	3	3	0	0	0	0	0	6	18	78
9h15-9h30	14	0	5	1	2	0	0	0	0	8	22	81
9h30-9h45	17	1	2	2	1	0	0	0	0	5	23	85
9h45-10h00	14	0	5	2	1	0	0	0	0	8	22	85
10h00-10h15	15	0	1	3	1	0	0	0	0	5	20	87
10h15-10h30	20	0	4	2	0	0	0	0	0	6	26	91
10h30-10h45	14	0	3	0	1	0	0	0	0	4	18	86
10h45-11h00	10	0	1	1	0	0	0	0	0	2	12	76
11h00-11h15	13	0	2	0	0	0	0	0	0	2	15	71
11h15-11h30	15	0	2	1	2	1	0	0	0	6	21	66
11h30-11h45	5	0	0	1	3	0	0	0	0	4	9	57
11h45-12h00	13	0	0	2	3	0	0	0	0	5	18	63
12h00-12h15	8	0	1	1	1	0	0	0	0	3	11	59
11h15-12h30	12	0	0	1	0	0	0	0	0	1	13	51
12h30-12h45	5	0	2	0	2	0	0	0	0	4	9	51
12h45-13h00	11	0	0	0	1	1	0	0	0	2	13	46
13h00-13h15	9	0	1	1	3	0	0	0	0	5	14	49
13h15-13h30	13	0	3	1	1	0	0	0	0	5	18	54
13h30-13h45	12	1	2	0	1	0	0	0	0	3	16	61
13h45-14h00	8	0	0	1	1	0	0	0	0	2	10	58
14h00-14h15	11	0	2	1	2	0	0	0	0	5	16	60
14h15-14h30	13	0	1	0	1	0	0	0	0	2	15	57
14h30-14h45	12	0	1	1	0	0	0	0	0	2	14	55
14h45-15h00	9	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10	55
15h00-15h15	8	0	1	1	1	0	0	0	0	3	11	50
15h15-15h30	13	0	1	0	0	0	0	0	0	1	14	49
15h30-15h45	7	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	43
15h45-16h00	4	0	1	1	1	0	0	0	0	3	7	40

Dato mayor:	106
--------------------	------------

8h00-8h15	36	0	5	3	2	0	0	0	0	10	46	46
8h15-8h30	15	0	1	1	2	0	0	0	0	4	19	65
8h30-8h45	16	0	2	0	1	0	0	0	0	3	19	84
8h45-9h00	18	0	1	2	1	0	0	0	0	4	22	106
TOTALES	85	0	9	6	6	0	0	0	0	21	106	301
TPDA ACTUAL	567	0	60	40	40	0	0	0	0	140	707	2007

ANEXO A-3: Conteo y hora pico día Viernes 25/08/2023

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTAJE DE TRÁFICO							
PROYECTO:	Vía Quero-Mocha		ESTACIÓN:	1-500	SENTIDO:		
FECHA:	25/8/2023	DÍA:	Viernes	ESTADO DEL TIEM:	Nublado	RESPONSABLE:	Lizbeth Tipantasig



HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
			2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 			
7h00-7h15	12	0	1	0	1	0	0	0	0	2	14	
7h15-7h30	12	0	4	0	0	1	0	0	0	5	17	
7h30-7h45	7	0	1	1	1	1	0	0	0	4	11	
7h45-8h00	9	0	4	1	1	0	0	0	0	6	15	57
8h00-8h15	6	0	2	1	1	0	0	0	0	4	10	53
8h15-8h30	15	0	4	3	0	0	0	0	0	7	22	58
8h30-8h45	10	0	2	1	0	0	0	0	0	3	13	60
8h45-9h00	11	0	3	1	1	1	0	0	0	6	17	62
9h00-9h15	5	0	1	1	1	0	0	0	0	3	8	60
9h15-9h30	9	1	3	0	2	0	0	0	0	5	15	53
9h30-9h45	12	0	3	0	1	0	0	0	0	4	16	56
9h45-10h00	7	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	47
10h00-10h15	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	45
10h15-10h30	13	0	2	2	2	0	0	0	0	6	19	49
10h30-10h45	5	0	2	3	0	0	0	0	0	5	10	43
10h45-11h00	9	0	0	4	1	0	0	0	0	5	14	49
11h00-11h15	7	0	1	3	1	0	0	0	0	5	12	55
11h15-11h30	8	0	0	1	0	0	0	0	0	1	9	45
11h30-11h45	9	1	1	1	2	0	0	0	0	4	14	49
11h45-12h00	9	0	1	2	0	0	0	0	0	3	12	47
12h00-12h15	11	1	0	0	1	0	0	0	0	1	13	48
12h15-12h30	15	0	1	2	0	0	0	0	0	3	18	57
12h30-12h45	12	0	0	0	4	0	0	0	0	4	16	59
12h45-13h00	6	0	0	2	0	0	0	0	0	2	8	55
13h00-13h15	7	1	2	1	0	0	0	0	0	3	11	53
13h15-13h30	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4	39
13h30-13h45	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5	28
13h45-14h00	6	1	0	1	0	0	0	0	0	1	8	28
14h00-14h15	8	0	1	2	0	0	0	0	0	3	11	28
14h15-14h30	7	0	1	1	0	0	0	0	0	2	9	33
14h30-14h45	10	0	1	0	2	0	0	0	0	3	13	41
14h45-15h00	6	0	2	1	3	0	0	0	0	6	12	45
15h00-15h15	5	0	1	2	2	0	0	0	0	5	10	44
15h15-15h30	7	0	2	0	2	0	0	0	0	4	11	46
15h30-15h45	6	0	1	2	1	0	0	0	0	4	10	43
15h45-16h00	5	0	1	2	0	0	0	0	0	3	8	39

Dato mayor: **62**

8h00-8h15	6	0	2	1	1	0	0	0	0	4	10	10
8h15-8h30	15	0	4	3	0	0	0	0	0	7	22	32
8h30-8h45	10	0	2	1	0	0	0	0	0	3	13	45
8h45-9h00	11	0	3	1	1	1	0	0	0	6	17	62
TOTALES	42	0	11	6	2	1	0	0	0	20	62	149
TPDA ACTUAL	280	0	74	40	14	7	0	0	0	134	414	994

ANEXO A-4: Conteo y hora pico día Domingo 27/08/2023

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CONTAJE DE TRÁFICO												
PROYECTO:	Vía Quero-Mocha			ESTACIÓN:	1+500			SENTIDO:	Ambos			
FECHA:	27/8/2023	DÍA:	Miércoles	ESTADO DEL TIEMPO:	Nublado			RESPONSABLE:	Lizbeth Tipantasig			
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
7h00-7h15	15	0	1	1	0	0	0	0	0	2	17	
7h15-7h30	13	0	0	1	0	0	0	0	0	1	14	
7h30-7h45	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
7h45-8h00	11	0	2	0	0	0	0	0	0	2	13	56
8h00-8h15	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	52
8h15-8h30	10	0	0	0	0	1	0	0	0	1	11	49
8h30-8h45	13	1	0	1	0	0	0	0	0	1	15	52
8h45-9h00	12	0	1	3	0	0	0	0	0	4	16	55
9h00-9h15	18	0	0	2	0	0	0	0	0	2	20	62
9h15-9h30	22	0	1	0	0	0	0	0	0	1	23	74
9h30-9h45	14	0	4	0	2	0	0	0	0	6	20	79
9h45-10h00	24	0	2	1	1	0	0	0	0	4	28	91
10h00-10h15	10	0	1	2	0	0	0	0	0	3	13	84
10h15-10h30	15	0	3	1	0	0	0	0	0	4	19	80
10h30-10h45	13	0	0	0	2	0	0	0	0	2	15	75
10h45-11h00	15	0	1	4	1	1	0	0	0	7	22	69
11h00-11h15	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	80
11h15-11h30	9	1	0	0	1	1	0	0	0	2	12	73
11h30-11h45	16	0	2	1	0	2	0	0	0	5	21	79
11h45-12h00	19	0	0	2	0	0	0	0	0	2	21	78
12h00-12h15	9	0	0	3	0	0	0	0	0	3	12	66
11h15-12h30	12	0	0	1	0	0	0	0	0	1	13	67
12h30-12h45	12	1	0	1	0	0	0	0	0	1	14	60
12h45-13h00	12	0	0	1	2	1	0	0	0	4	16	55
13h00-13h15	11	1	0	0	1	0	0	0	0	1	13	56
13h15-13h30	15	0	0	0	1	0	0	0	0	1	16	59
13h30-13h45	16	0	1	1	0	0	0	0	0	2	18	63
13h45-14h00	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	63
14h00-14h15	15	0	1	0	0	0	0	0	0	1	16	66
14h15-14h30	12	0	0	1	0	0	0	0	0	1	13	63
14h30-14h45	13	0	1	0	0	0	0	0	0	1	14	59
14h45-15h00	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	54
15h00-15h15	15	0	0	1	1	0	0	0	0	2	17	55
15h15-15h30	12	0	2	0	0	0	0	0	0	2	14	56
15h30-15h45	10	0	1	0	3	0	0	0	0	4	14	56
15h45-16h00	12	0	0	2	1	0	0	0	0	3	15	60

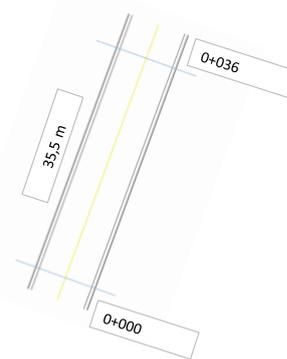
Dato mayor:	91
--------------------	-----------

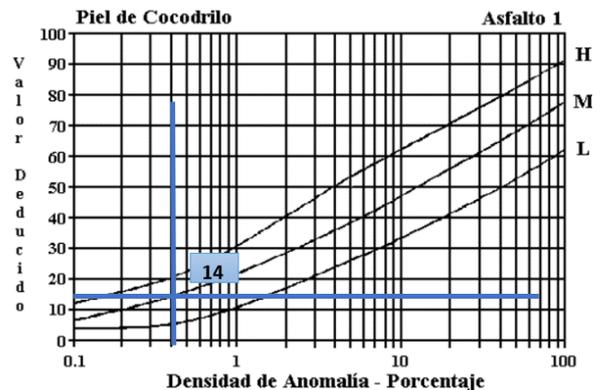
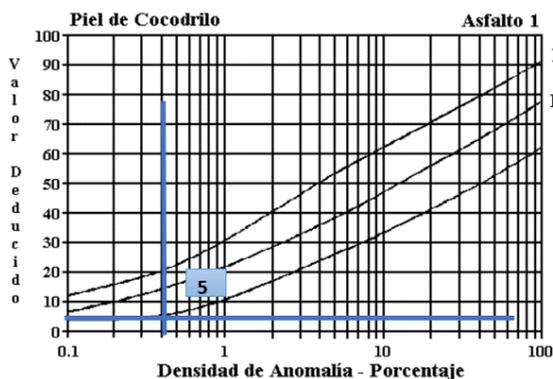
9h00-9h15	18	0	0	2	0	0	0	0	0	2	20	20
9h15-9h30	22	0	1	0	0	0	0	0	0	1	23	43
9h30-9h45	14	0	4	0	2	0	0	0	0	6	20	63
9h45-10h00	24	0	2	1	1	0	0	0	0	4	28	91
TOTALES	78	0	7	3	3	0	0	0	0	13	91	217
TPDA ACTUAL	520	0	47	20	20	0	0	0	0	87	607	1447

ANEXO A-5: Número de ejes equivalentes desde 2023-2043

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														CONTAJE DE TRÁFICO			
PROYECTO:			Vía Quero-Mocha				ESTACIÓN:		1+500		SENTIDO:		Ambos				
FECHA:			DIA:		ESTADO DEL TIEMPO:				RESPONSABLE:		Lizbeth Tipantasig						
AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO %			LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	W18	W18	W18		
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS											Acumulado	Por sentido	Carril Diseño	
2023	3,57	1,78	1,74	594	0	107	74	34	0	0	0	0	809	78005	39003	39003	
2024	3,57	1,78	1,74	616	0	109	76	35	0	0	0	0	836	158196	79098	79098	
2025	3,57	1,78	1,74	638	0	111	77	36	0	0	0	0	862	240365	120183	120183	
2026	3,25	1,62	1,58	654	0	113	78	36	0	0	0	0	881	322866	161433	161433	
2027	3,25	1,62	1,58	676	0	114	79	37	0	0	0	0	906	407284	203642	203642	
2028	3,25	1,62	1,58	698	0	116	81	37	0	0	0	0	932	492242	246121	246121	
2029	3,25	1,62	1,58	720	0	118	82	38	0	0	0	0	958	579178	289589	289589	
2030	3,25	1,62	1,58	744	0	120	83	38	0	0	0	0	985	666446	333223	333223	
2031	3,25	1,62	1,58	768	0	122	84	39	0	0	0	0	1013	756993	377847	377847	
2032	3,25	1,62	1,58	793	0	124	86	40	0	0	0	0	1043	847126	423563	423563	
2033	3,25	1,62	1,58	818	0	126	87	40	0	0	0	0	1071	938891	469446	469446	
2034	3,25	1,62	1,58	845	0	128	88	41	0	0	0	0	1102	1032634	516317	516317	
2035	3,25	1,62	1,58	872	0	130	90	42	0	0	0	0	1134	1128564	564282	564282	
2036	3,25	1,62	1,58	901	0	132	91	42	0	0	0	0	1166	1224826	612413	612413	
2037	3,25	1,62	1,58	930	0	134	93	43	0	0	0	0	1200	1323274	661637	661637	
2038	3,25	1,62	1,58	960	0	136	94	44	0	0	0	0	1234	1423701	711851	711851	
2039	3,25	1,62	1,58	991	0	138	96	44	0	0	0	0	1269	1524668	762334	762334	
2040	3,25	1,62	1,58	1024	0	140	97	45	0	0	0	0	1306	1627613	813807	813807	
2041	3,25	1,62	1,58	1057	0	142	99	46	0	0	0	0	1344	1732744	866372	866372	
2042	3,25	1,62	1,58	1091	0	145	100	46	0	0	0	0	1382	1838270	919135	919135	
2043	3,25	1,62	1,58	1127	0	147	102	47	0	0	0	0	1423	1945982	972991	972991	

ANEXO A-6: PCI Tramo 0-1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA														
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:		Unidad de muestreo:	1											
Sección:	1	Abscisa final:	0+036	Área muestreo (m2):	231											
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5											
No.	Daño		ESQUEMA:													
1	Piel de cocodrilo	m2														
2	Exudación	m2														
3	Agrietamiento en bloque	m2														
4	Abultamientos y hundimientos	m														
5	Corrugación	m2														
6	Depresión	m2														
7	Grieta de borde	m														
8	Grieta de reflexión de junta	m														
9	Desnivel carril / berma	m														
10	Grietas long. y trasnv.	m														
11	Parcheo	m2														
12	Pulimiento de agregados	m2														
13	Baches / huecos	cant.														
14	Cruce de vía férrea	m2														
15	Ahuellamiento	m2														
16	Desplazamiento	m2														
17	Grieta parabólica	m2														
18	Hinchamiento	m2														
19	Intemperismo	m2														
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido		
1	L	0,96												0,96	0,42%	5
1	M	0,99												0,99	0,43%	14
1	H	3,12												3,1175	1,35%	32
3	M	7,98												7,975	3%	8
3	H	3,80												3,795	2%	12
10	L	1,35	1,12	0,45	0,75	2,27	0,80	1,85	0,56	0,50	0,45	5,45		15,55	7%	7
10	M	1,80	9,30	2,90	4,00	1,20	4,85							24,05	10%	19
12		4,55												4,55	2%	
											Valor Deducido Total:		97			
Número de Valores Deducidos > 2(q):											7		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):											32					
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":											7,24					
CÁLCULO DEL PCI													Total	q	CDV	
No.	Valores Deducidos															
1	32	19	14	12	8	7	5							97	7	45
2	32	19	14	12	8	7	2							94	6	45
3	32	19	14	12	8	2	2							89	5	47
4	32	19	14	12	2	2	2							83	4	47
5	32	19	14	2	2	2	2							73	3	47
6	32	19	2	2	2	2	2							61	2	45
7	32	2	2	2	2	2	2							44	1	44
											Máx CDV:		47			
PCI= 100 - Máx CDV																
PCI= 100 - 47																
PCI= 53 REGULAR																



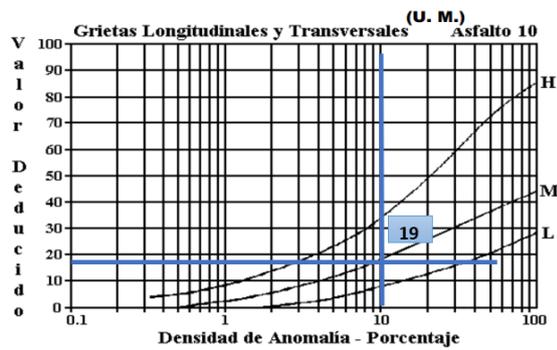
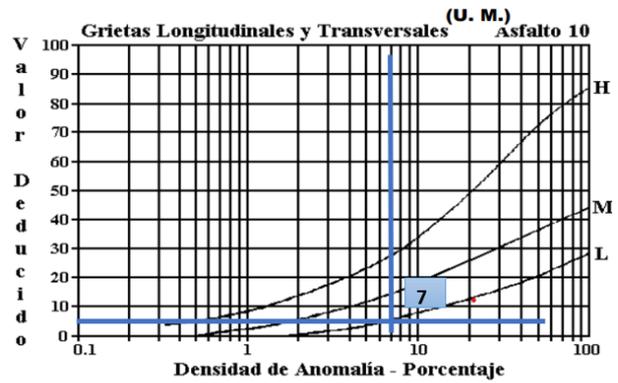
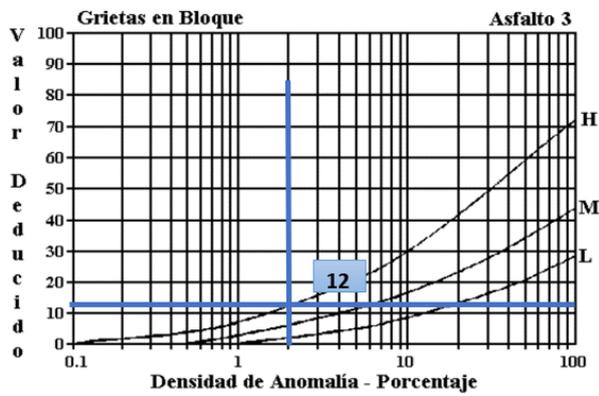
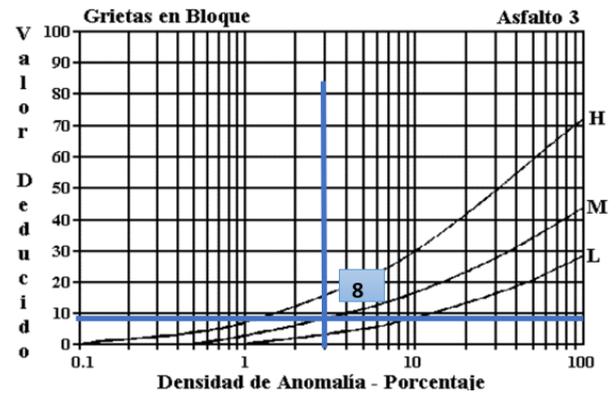
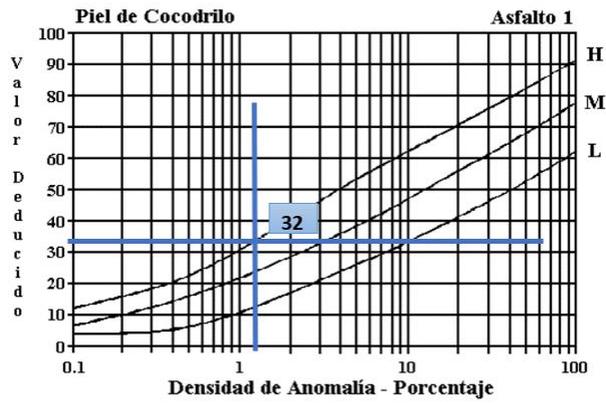


Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).

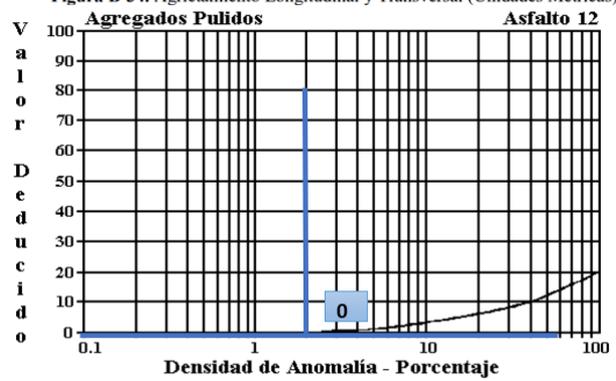
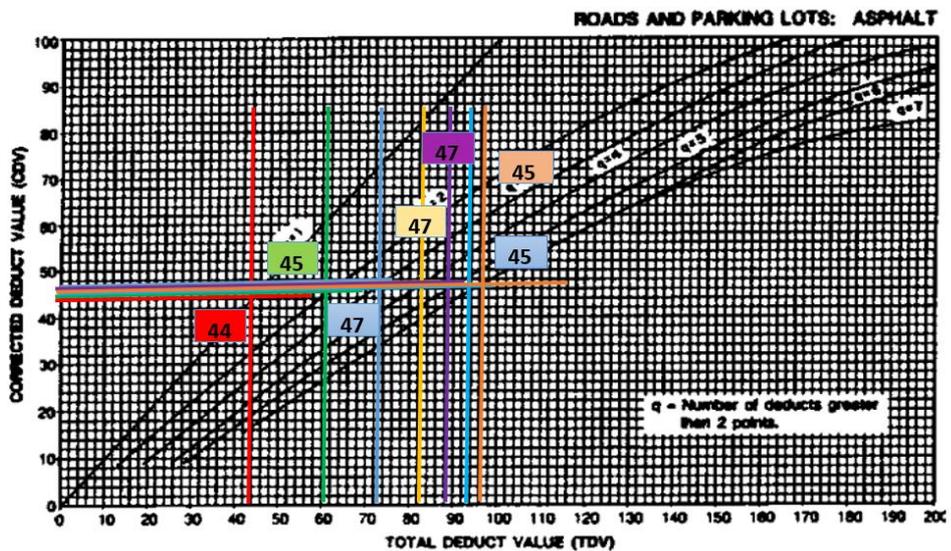
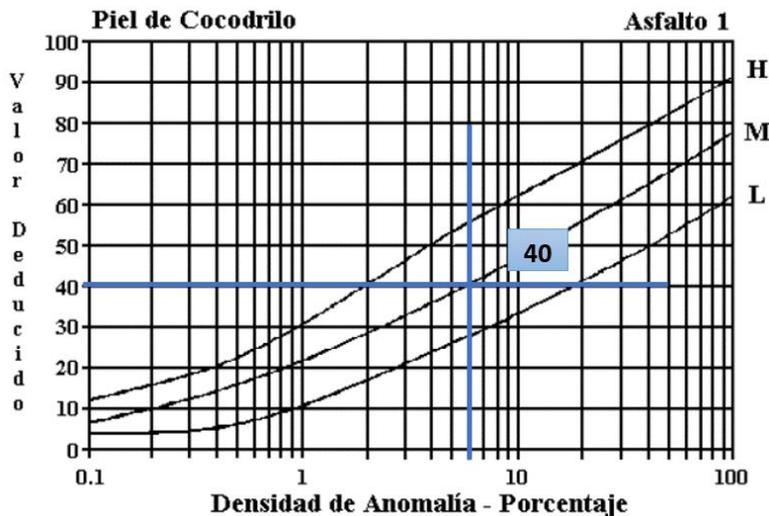


Figura B-36. Agregados Pulidos.



Anexo A-7: PCI Tramo Especial

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		VÍA QUERO-MOCHA												
Tramo:	Vía Quero- Mocha	Abscisa inicial:	0+249	Unidad de muestreo:	T-Especial													
Sección:	1	Abscisa final:	0+284	Área muestreo (m2):	231													
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5													
No.	Daño		ESQUEMA:															
1	Piel de cocodrilo	m2																
2	Exudación	m2																
3	Agrietamiento en bloque	m2																
4	Abultamientos y hundimientos	m																
5	Corrugación	m2																
6	Depresión	m2																
7	Grieta de borde	m																
8	Grieta de reflexión de junta	m																
9	Desnivel carril / berma	m																
10	Grietas long. y trasnv.	m																
11	Parqueo	m2																
12	Pulimiento de agregados	m2																
13	Baches / huecos	cant.																
14	Cruce de vía férrea	m2																
15	Ahuellamiento	m2																
16	Desplazamiento	m2																
17	Grieta parabólica	m2																
18	Hinchamiento	m2																
19	Intemperismo	m2																
Daño	Severidad	Cantidades parciales											Total	Densidad (%)	Valor Deducido			
1	M	14,138													14,1375	6,13%	40	
10	L	1	0,95	4,4	2,1	0,8	0,7	0,7	1,9	1	1,5	0,3	0,2	0,8	16,35	7,09%	5	
11	H	19,5	55,8												75,3	32,63%	75	
13	H	1													1	0%		
																Valor Deducido Total:		120
Número de Valores Deducidos > 2(q):														3				
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):														75	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":														3,30				
CÁLCULO DEL PCI																		
No.	Valores Deducidos														Total	q	CDV	
1	75	40	5												120	3	74	
2	75	40	2												117	2	81	
3	75	2	2												79	1	79	
																Máx CDV:		81
PCI= 100 - Máx CDV																		
PCI= 100 - 81																		
PCI= 19 MUY MALO																		



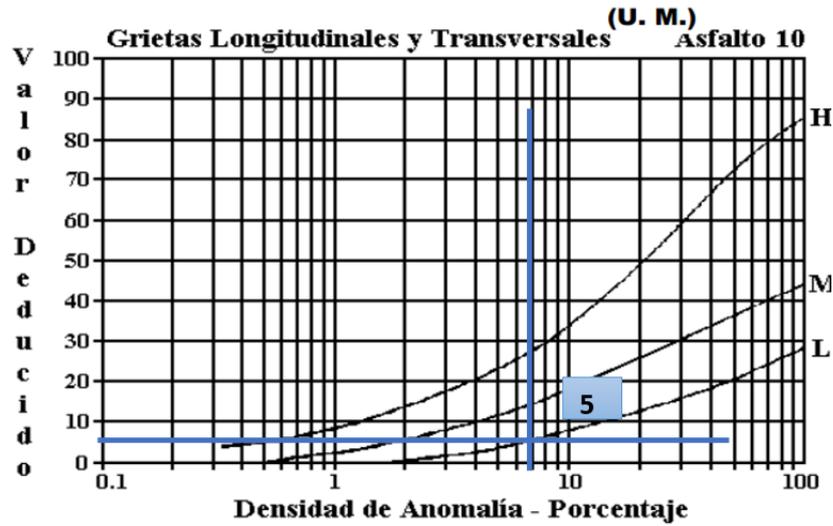


Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).

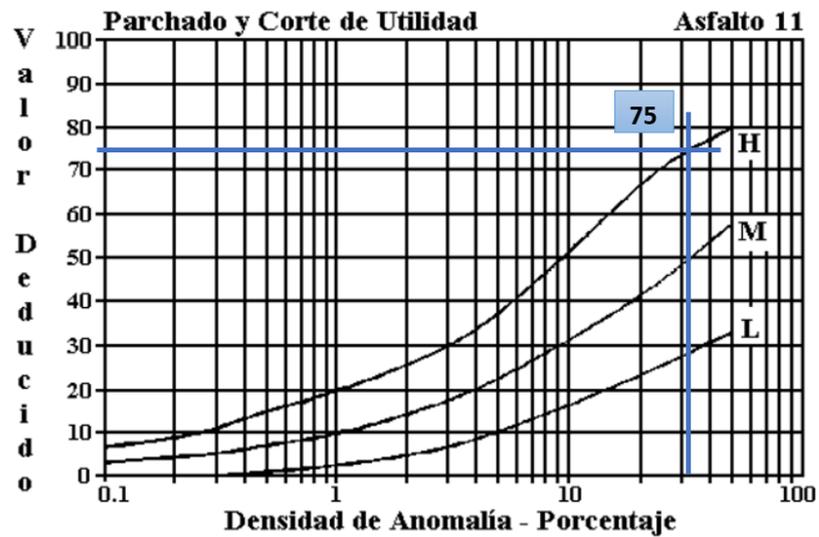
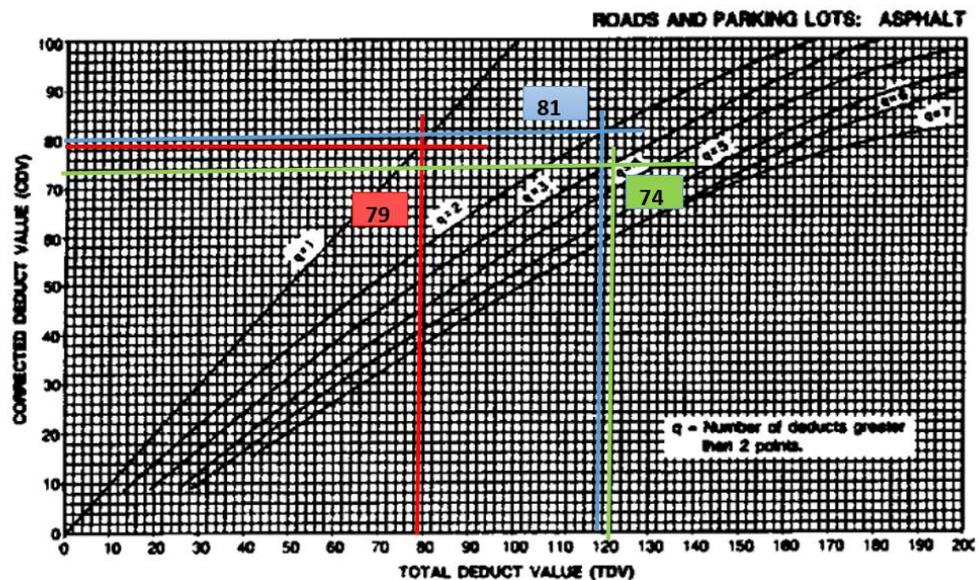
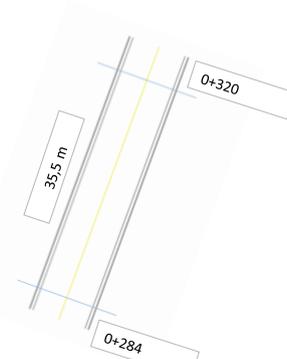


Figura B-35. Parchados.



Anexo A-8: PCI Tramo 8-9

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA				
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	0+284	Unidad de muestreo:	2	
Sección:	1	Abscisa final:	0+320	Área muestreo (m²):	231	
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5	

No.	Daño	m ²	ESQUEMA:				
1	Piel de cocodrilo	m ²					
2	Exudación	m ²					
3	Agrietamiento en bloque	m ²					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugación	m ²					
6	Depresión	m ²					
7	Grieta de borde	m					
8	Grieta de reflexión de junta	m					
9	Desnivel carril / berma	m					
10	Grietas long. y trasnv.	m					
11	Parqueo	m ²					
12	Pulimiento de agregados	m ²					
13	Baches / huecos	cant.					
14	Cruce de vía férrea	m ²					
15	Ahuellamiento	m ²					
16	Desplazamiento	m ²					
17	Grieta parabólica	m ²					
18	Hinchamiento	m ²					
19	Intemperismo	m ²					

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido			
10	L	1,05	0,8	0,55	0,45	0,4	0,55	0,3	0,35	2,2					6,65	2,88%	2
10	M	2,05													2,05	0,89%	2
														Valor Deducido Total:		4	

Número de Valores Deducidos > 2(q):		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):	2	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	10,00	

CÁLCULO DEL PCI															Total	q	CDV	
No.	Valores Deducidos																	
Máx CDV:																		

PCI= 100 - Máx CDV
 PCI= 100 -
PCI= 100 EXCELENTE

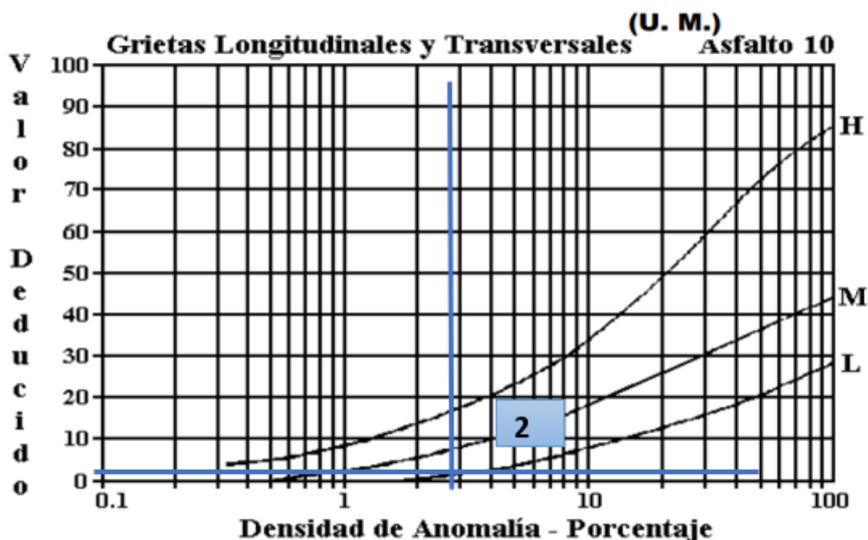


Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).

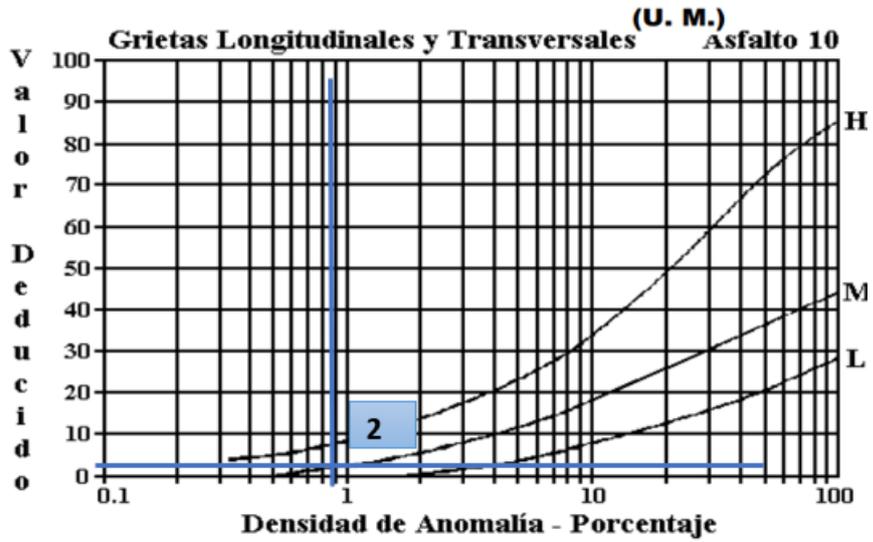
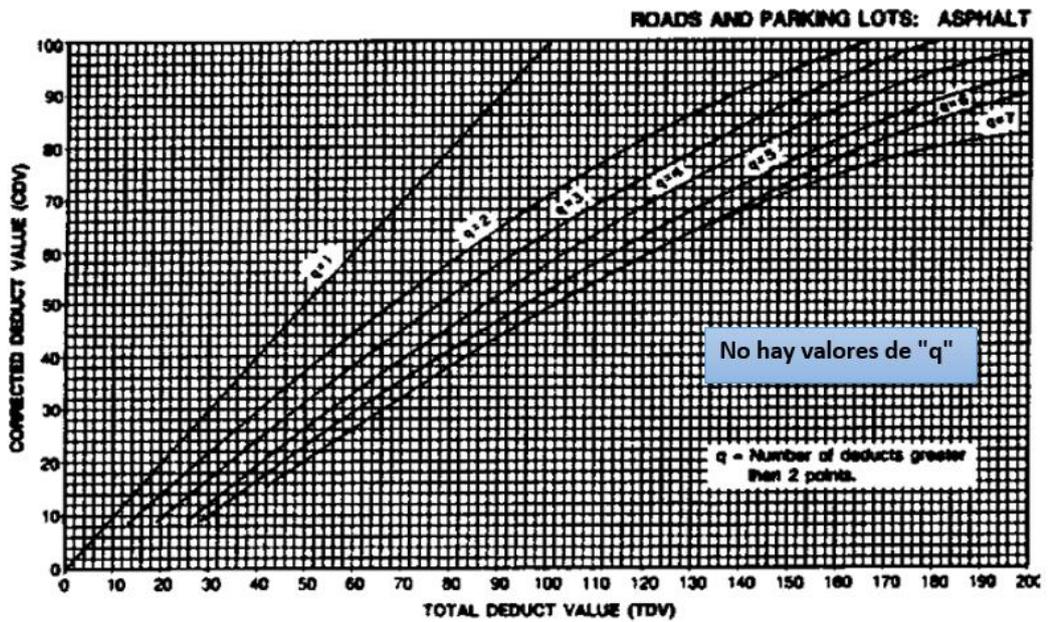
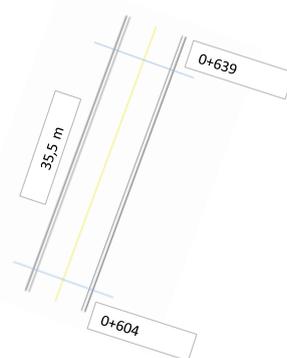


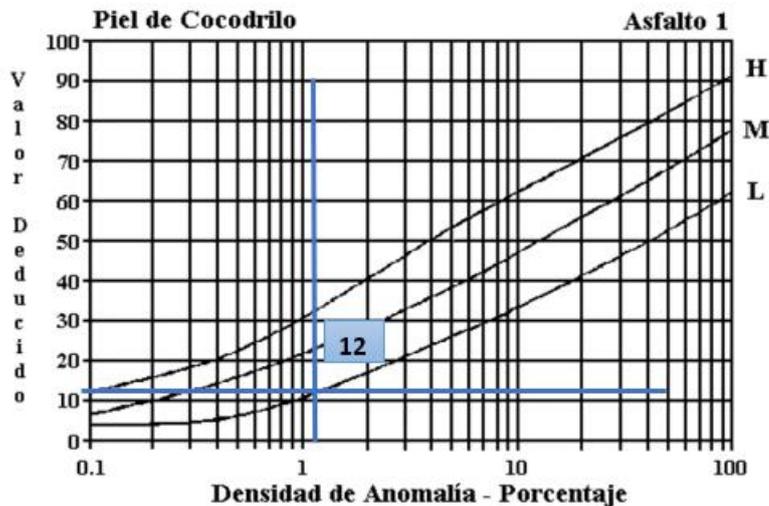
Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).



Nota: Al tener valores deducidos igual a 2, no son tomados en cuenta, según el Manual de Fallas de PCI.

Anexo A-9: PCI Tramo 17-18

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA								
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	0+604	Unidad de muestreo:	3					
Sección:	1	Abscisa final:	0+639	Área muestreo (m2):	231					
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5					
No.	Daño		ESQUEMA:							
1	Piel de cocodrilo	m2								
2	Exudación	m2								
3	Agrietamiento en bloque	m2								
4	Abultamientos y hundimientos	m								
5	Corrugación	m2								
6	Depresión	m2								
7	Grieta de borde	m								
8	Grieta de reflexión de junta	m								
9	Desnivel carril / berma	m								
10	Grietas long. y trasnv.	m								
11	Parqueo	m2								
12	Pulimiento de agregados	m2								
13	Baches / huecos	cant.								
14	Cruce de vía férrea	m2								
15	Ahuellamiento	m2								
16	Desplazamiento	m2								
17	Grieta parabólica	m2								
18	Hinchamiento	m2								
19	Intemperismo	m2								
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido	
1	L	2,94						2,94	1,27%	12
1	M	4,50	12,22	66,96	23,63	2,72	24,00	134,03	58,08%	70
10	L	4,21						4,21	1,82%	
Valor Deducido Total:										82
Número de Valores Deducidos > 2(q):			2			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):			70							
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":			3,76							
CÁLCULO DEL PCI										
No.	Valores Deducidos					Total	q	CDV		
1	70	12				82	2	59		
2	70	2				72	1	72		
Máx CDV:								72		
PCI= 100 - Máx CDV										
PCI= 100 - 72										
PCI= 28 MALO										



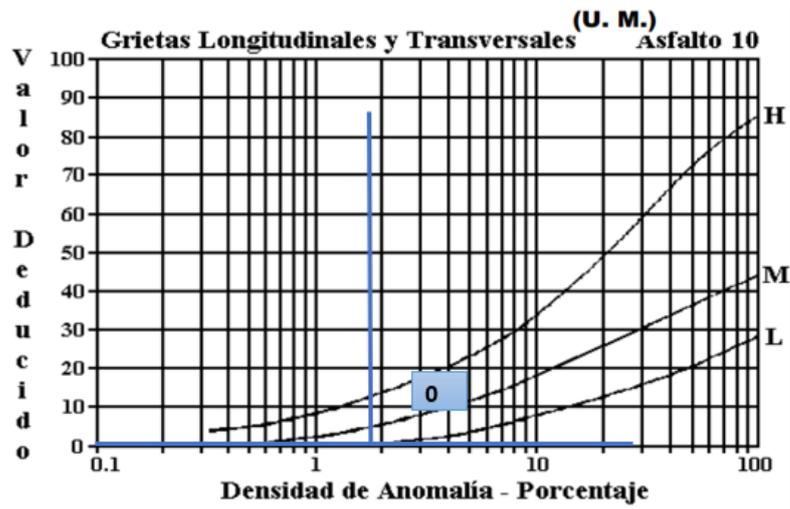
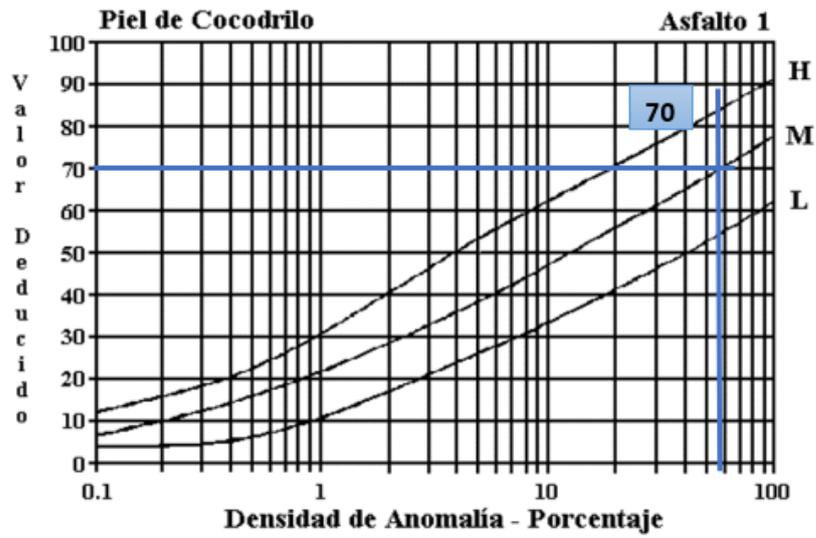
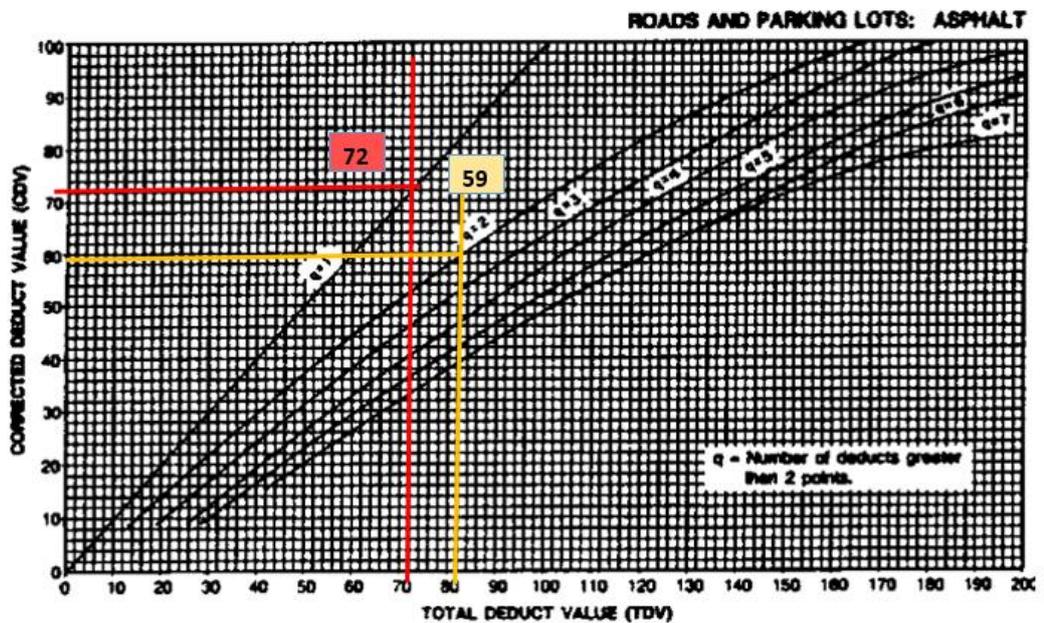
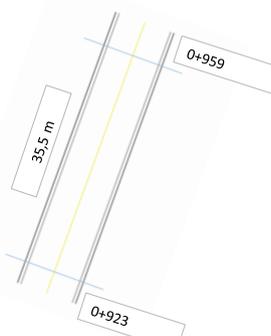


Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).



Anexo A-10: PCI Tramo 26-27

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA	
Tramo:	Vía Quero-Mocha
Sección:	1
Inspeccionado por:	
Abscisa inicial:	0+923
Abscisa final:	0+959
Fecha:	-
Unidad de muestreo:	4
Área muestreo (m2):	231
Ancho de vía (m):	6,5

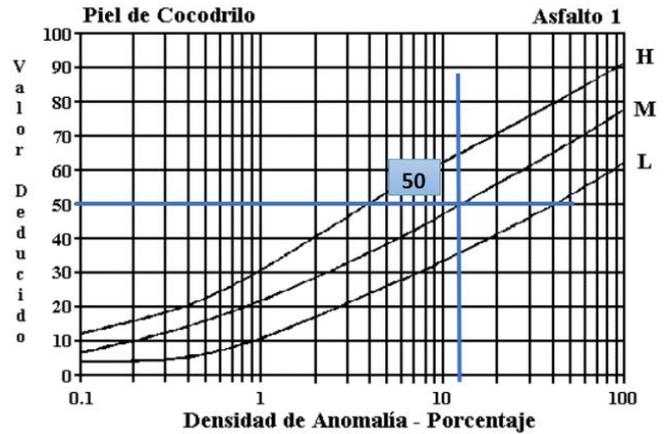
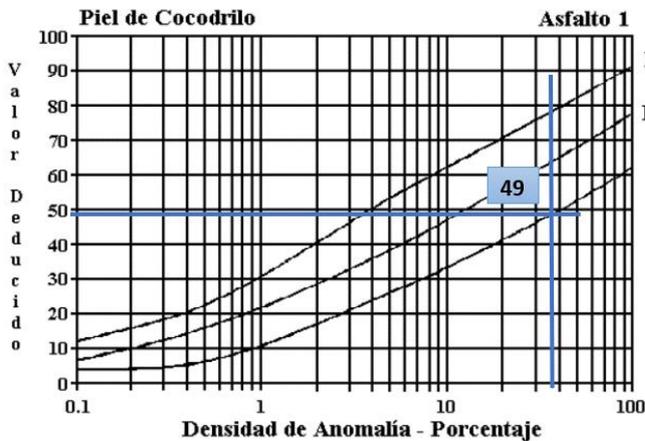
No.	Daño	m2	ESQUEMA:									
1	Piel de cocodrilo	m2										
2	Exudación	m2										
3	Agrietamiento en bloque	m2										
4	Abultamientos y hundimientos	m										
5	Corrugación	m2										
6	Depresión	m2										
7	Grieta de borde	m										
8	Grieta de reflexión de junta	m										
9	Desnivel carril / berma	m										
10	Grietas long. y trasnv.	m										
11	Parqueo	m2										
12	Pulimiento de agregados	m2										
13	Baches / huecos	cant.										
14	Cruce de vía férrea	m2										
15	Ahuellamiento	m2										
16	Desplazamiento	m2										
17	Grieta parabólica	m2										
18	Hinchamiento	m2										
19	Intemperismo	m2										

Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	82,8	1,68	4,05								88,53	38,37%	49
1	M	23,76										23,76	10,30%	50
1	H	41,275										41,275	17,89%	68
10	L	0,6	1									1,6	1%	
												Valor Deducido Total:		167

Número de Valores Deducidos > 2(q):	3	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):	68	
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"	3,94	

CÁLCULO DEL PCI										Total	q	CDV	
No.	Valores Deducidos												
1	68	50	49							167	3	96	
2	68	50	2							120	2	82	
3	68	2	2							72	1	72	
Máx CDV:													96

PCI= 100 - Máx CDV	
PCI= 100 - 96	
PCI=	4 FALLADO



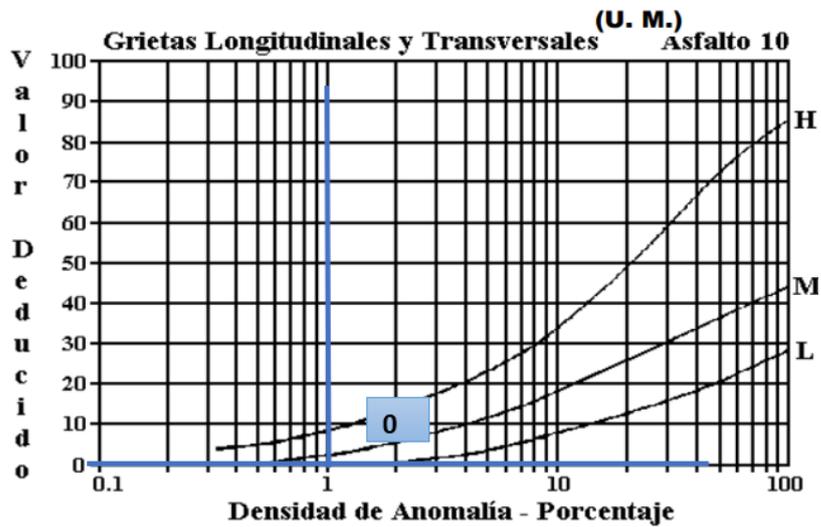
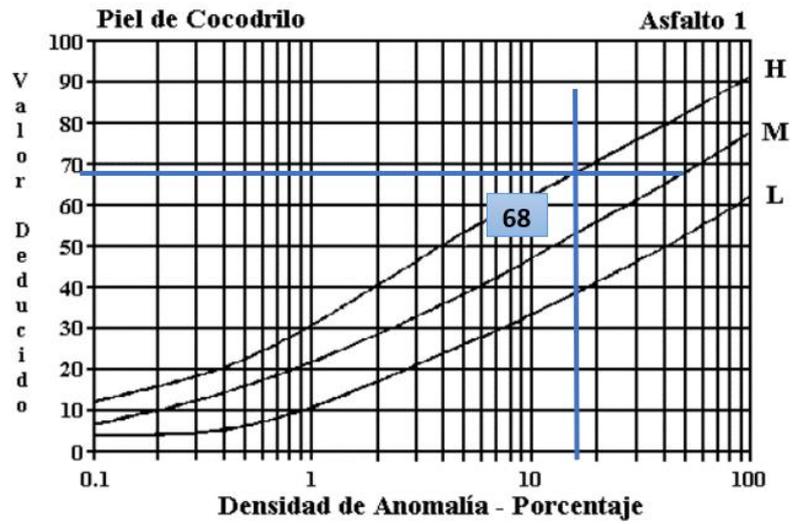
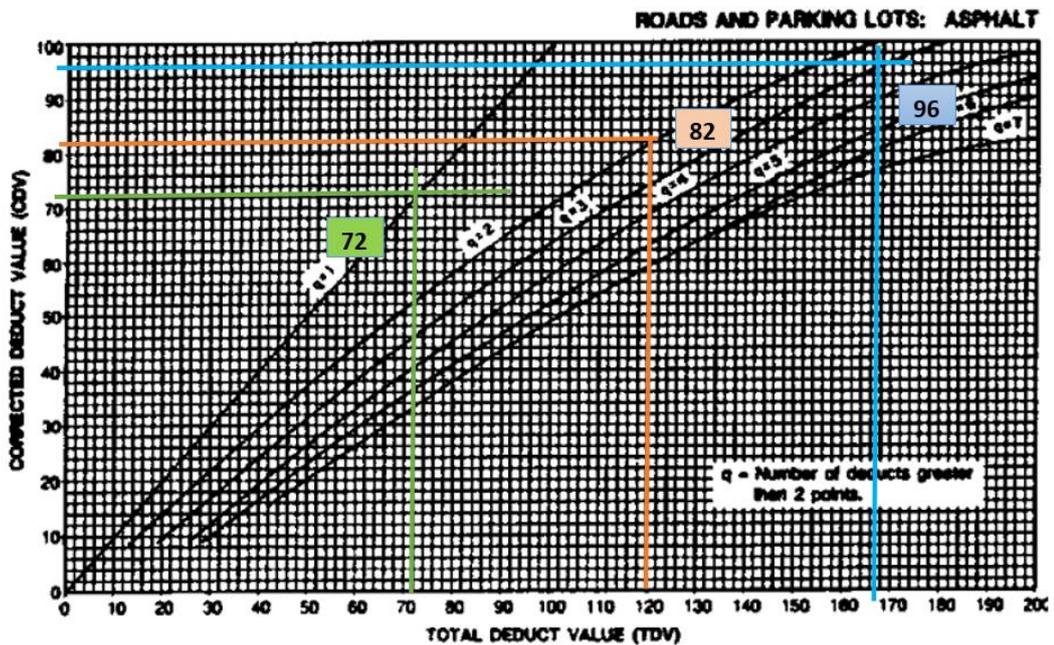
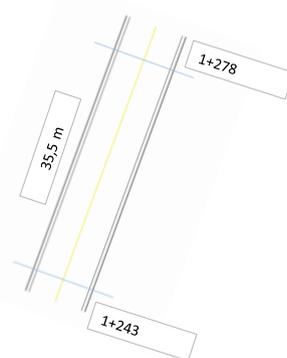
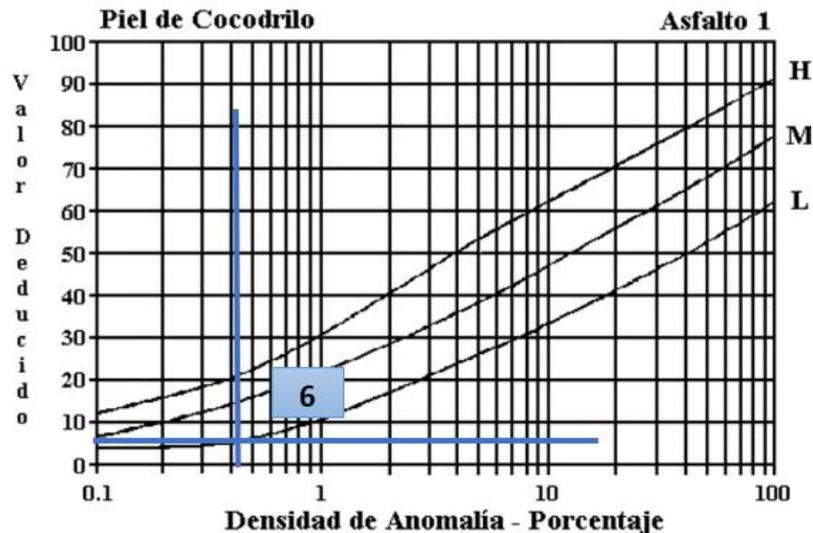


Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).



Anexo A-11: PCI Tramo 35-36

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA							
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	1+243	Unidad de muestreo:	5				
Sección:	1	Abscisa final:	1+278	Área muestreo (m2):	231				
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5				
No.	Daño		ESQUEMA:						
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de borde	m							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel carril / berma	m							
10	Grietas long. y trasnv.	m							
11	Parqueo	m2							
12	Pulimento de agregados	m2							
13	Baches / huecos	cant.							
14	Cruce de vía férrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grieta parabólica	m2							
18	Hinchamiento	m2							
19	Intemperismo	m2							
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	0,96					0,96	0,42%	6
3	M	11,22					11,22	4,86%	11
10	L	0,4	0,85	0,8			2,05	0,89%	
Valor Deducido Total:									17
Número de Valores Deducidos > 2(q):		2		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		11							
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		9,17							
CÁLCULO DEL PCI									
No.	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	11	6				17	2	12	
2	11	2				13	1	13	
Máx CDV:								13	
PCI= 100 - Máx CDV									
PCI= 100 - 13									
PCI= 87 EXCELENTE									



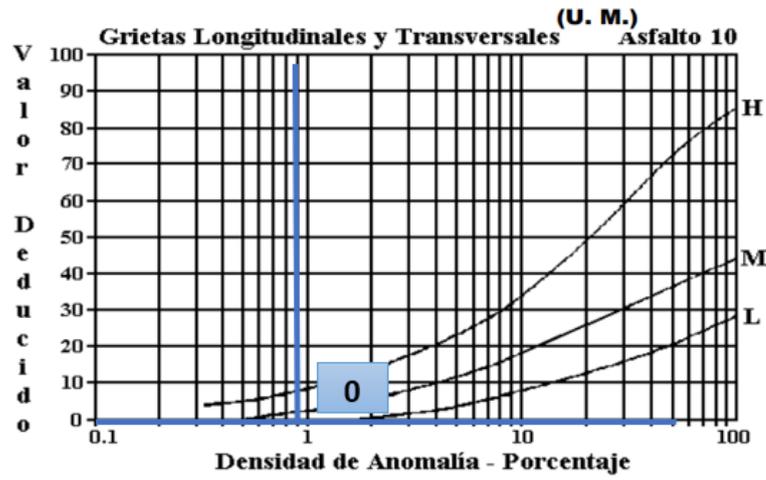
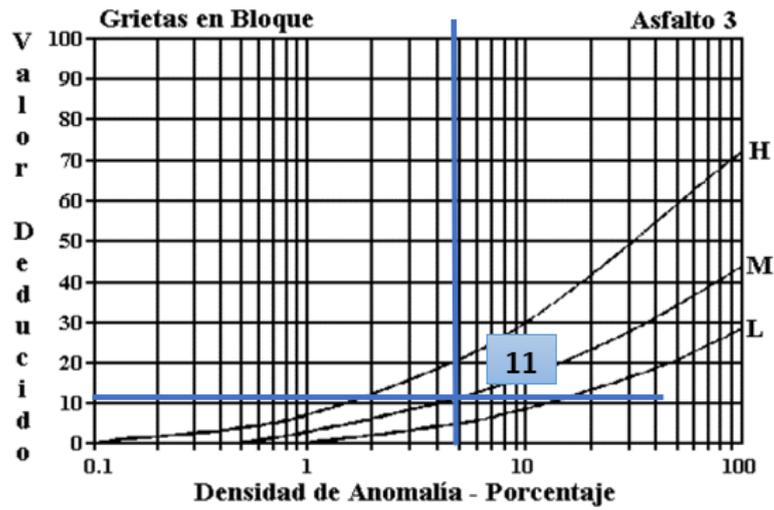
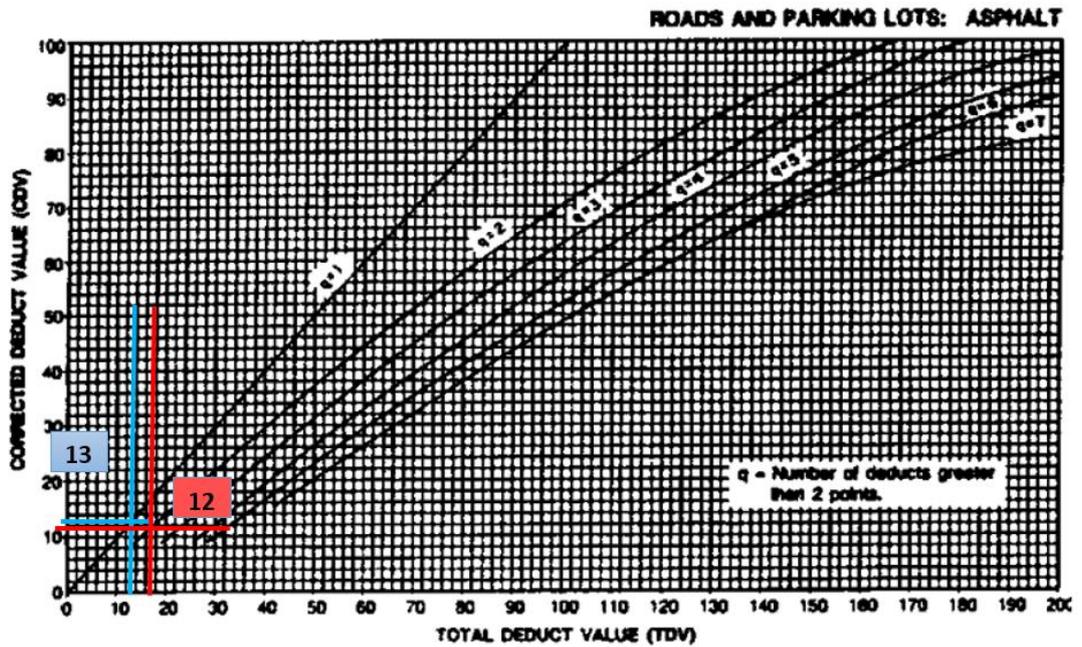
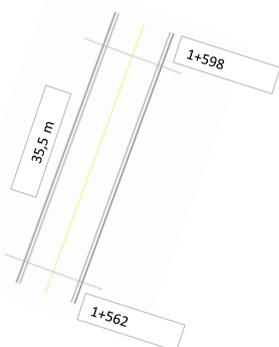
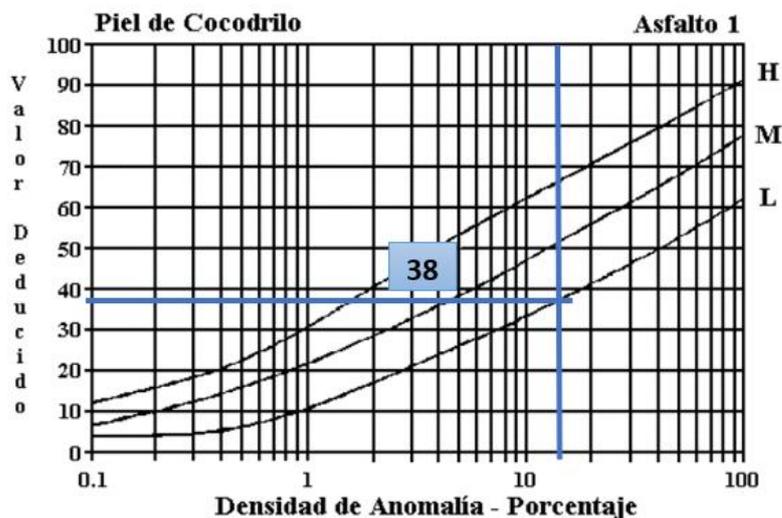


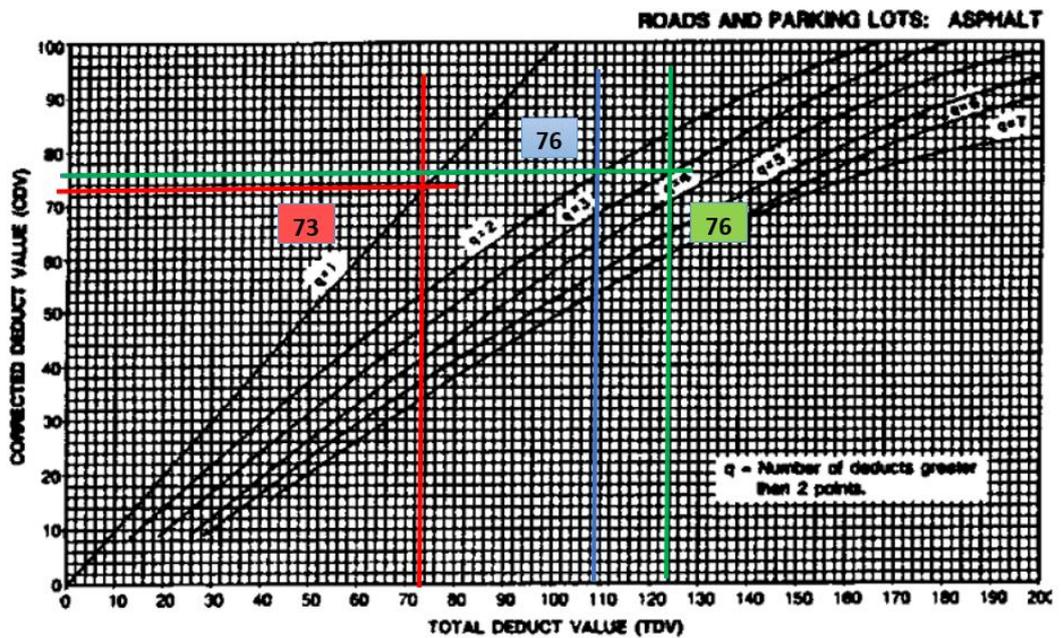
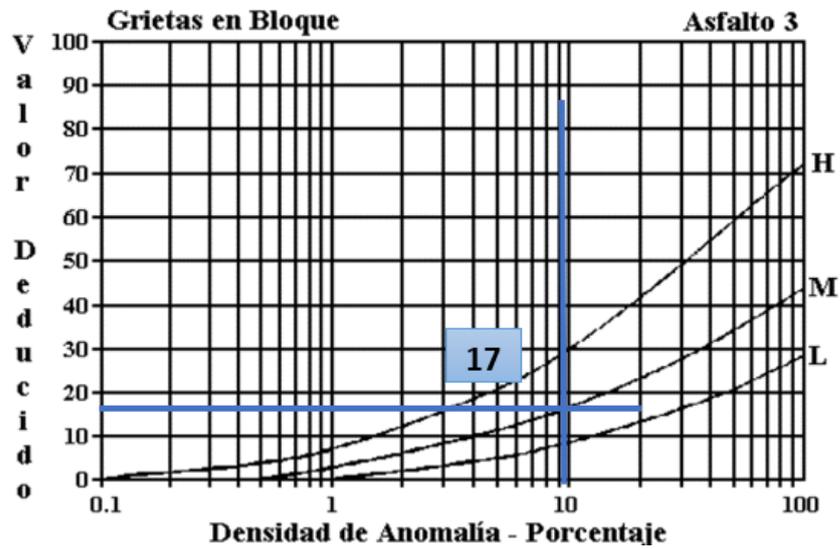
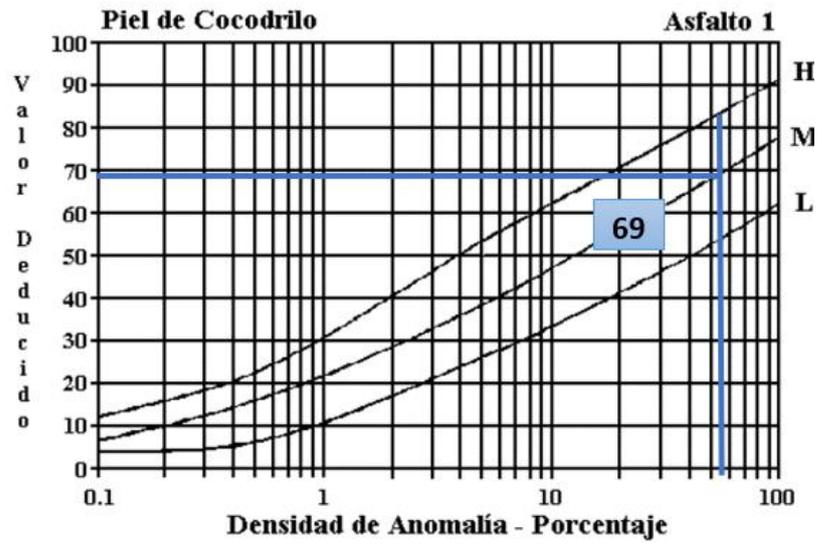
Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).



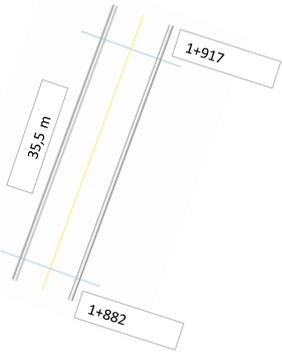
Anexo A-12: PCI Tramo 44-45

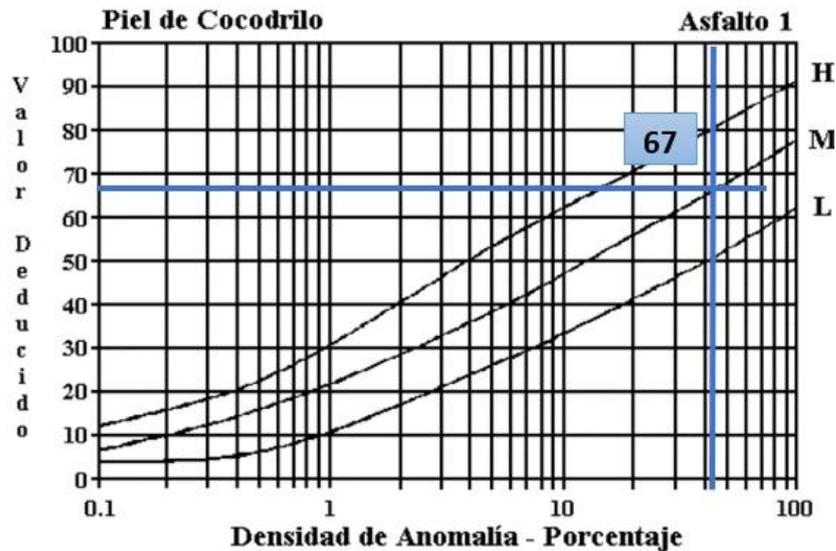
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA											
Tramo:	Vía QueroMocha	Abscisa inicial:	1+562	Unidad de muestreo:	6								
Sección:	1	Abscisa final:	1+598	Área muestreo (m2):	231								
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5								
No.	Daño	m2	ESQUEMA:										
1	Piel de cocodrilo	m2											
2	Exudación	m2											
3	Agrietamiento en bloque	m2											
4	Abultamientos y hundimientos	m											
5	Corrugación	m2											
6	Depresión	m2											
7	Grieta de borde	m											
8	Grieta de reflexión de junta	m											
9	Desnivel carril / berma	m											
10	Grietas long. y trasnv.	m											
11	Parqueo	m2											
12	Pulimiento de agregados	m2											
13	Baches / huecos	cant.											
14	Cruce de vía férrea	m2											
15	Ahuellamiento	m2											
16	Desplazamiento	m2											
17	Grieta parabólica	m2											
18	Hinchamiento	m2											
19	Intemperismo	m2											
Daño	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor Deducido		
1	L	10,83	3,3	1,56	3,485	0,8	5,61	8,835			34,42	14,92%	38
1	M	16,7	7,5	20,24	12,15	39,4	34,32				130,31	56,47%	69
3	M	22,4									22,4	9,71%	17
											Valor Deducido Total:	124	
Número de Valores Deducidos > 2(q):			3							$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):			69										
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":			3,85										
CÁLCULO DEL PCI													
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	69	38	17								124	3	76
2	69	38	2								109	2	76
3	69	2	2								73	1	73
											Máx CDV:	76	
PCI= 100 - Máx CDV													
PCI= 100 - 76													
PCI= 24 MUY MALO													





Anexo A-13: PCI Tramo 53-54

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA																
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	1+882	Unidad de muestreo:	7													
Sección:	1	Abscisa final:	1+917	Área muestreo (m2):	231													
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5													
No.	Daño		ESQUEMA:															
1	Piel de cocodrilo	m2																
2	Exudación	m2																
3	Agrietamiento en bloque	m2																
4	Abultamientos y hundimientos	m																
5	Corrugación	m2																
6	Depresión	m2																
7	Grieta de borde	m																
8	Grieta de reflexión de junta	m																
9	Desnivel carril / berma	m																
10	Grietas long. y trasnv.	m																
11	Parqueo	m2																
12	Pulimiento de agregados	m2																
13	Baches / huecos	cant.																
14	Cruce de vía férrea	m2																
15	Ahuellamiento	m2																
16	Desplazamiento	m2																
17	Grieta parabólica	m2																
18	Hinchamiento	m2																
19	Intemperismo	m2																
Daño	Severidad	Cantidades parciales											Total	Densidad (%)	Valor Deducido			
1	M	74,29	24												98,29	42,60%	67	
1	H	14,72													14,72	6,38%	57	
10	L	0,5	1	0,4	0,6	0,6	1,4	1,2	1,1	1,45	1,5	1,2	1,1	1,6	13,65	5,92%	5	
																Valor Deducido Total:		129
Número de Valores Deducidos > 2(q):			3			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$												
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):			67															
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":			4,03															
CÁLCULO DEL PCI																		
No.	Valores Deducidos											Total	q	CDV				
1	67	57	5									129	3	78				
2	67	57	2									126	2	85				
3	67	2	2									71	1	71				
																Máx CDV:	85	
PCI= 100 - Máx CDV																		
PCI= 100 - 85																		
PCI= 15 MUY MALO																		



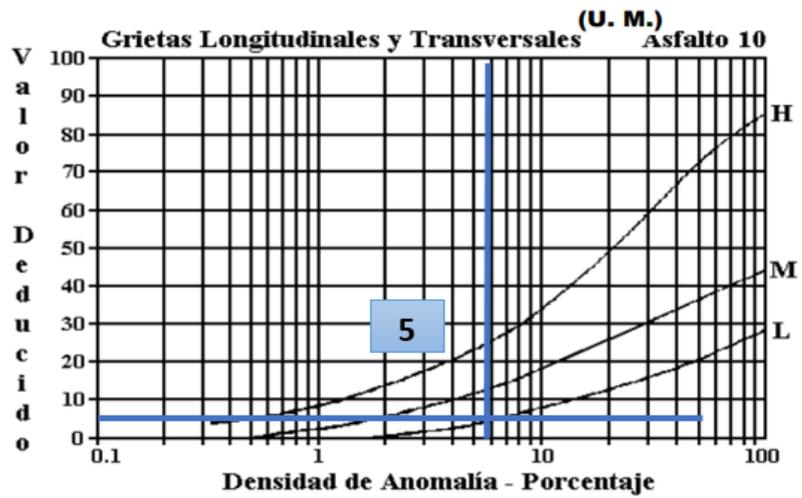
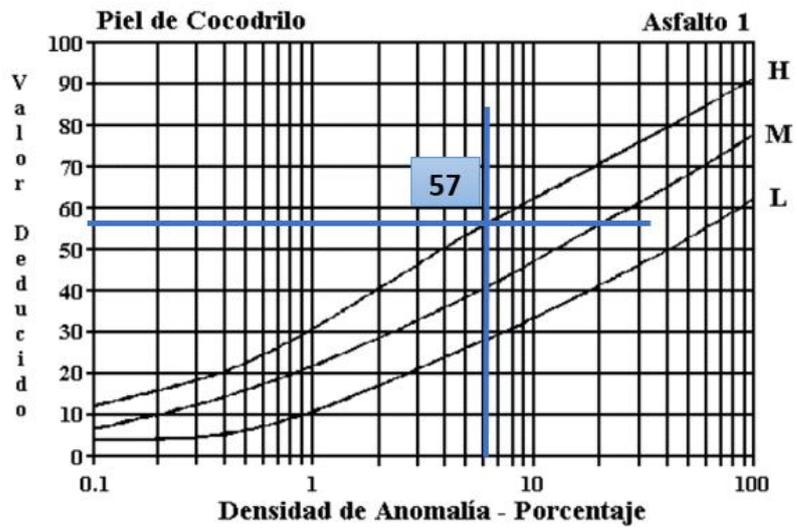
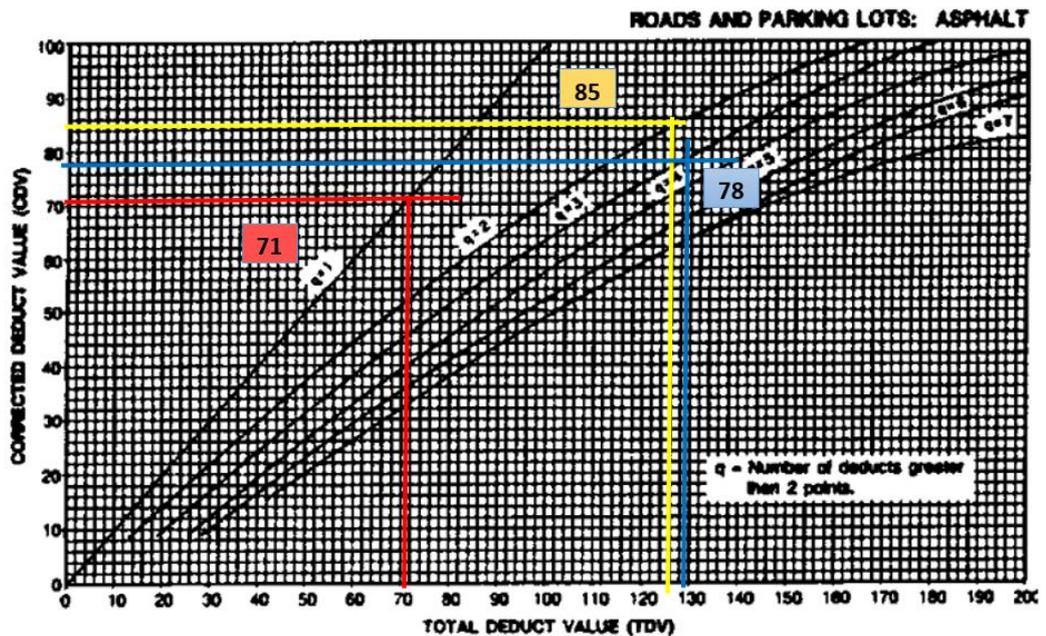
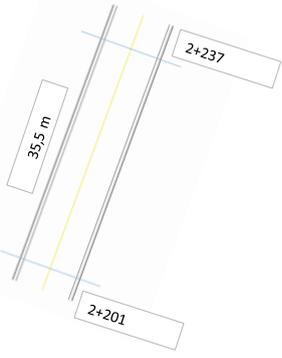
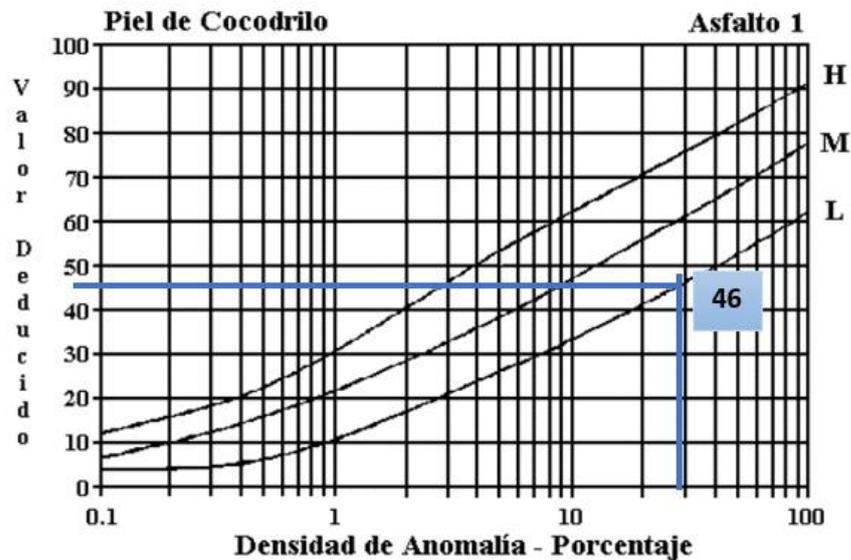


Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).



Anexo A-14: PCI Tramo 62-63

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA									
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	2+201	Unidad de muestreo:	8				
Sección:	1	Abscisa final:	2+237	Área muestreo (m2):	231				
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5				
No.	Daño	ESQUEMA:							
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de borde	m							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel carril / berma	m							
10	Grietas long. y trasnv.	m							
11	Parqueo	m2							
12	Pulimiento de agregados	m2							
13	Baches / huecos	cant.							
14	Cruce de vía férrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grieta parabólica	m2							
18	Hinchamiento	m2							
19	Intemperismo	m2							
Daño	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad (%)	Valor Deducido		
1	L	6,93	62,1				69,03	29,92%	46
10	L	0,6	0,6	0,65	0,75		2,6	1,13%	
12		113,6					113,6	49,23%	11
							Valor Deducido Total:		57
Número de Valores Deducidos > 2(q):			2			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):			46						
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":			5,96						
CÁLCULO DEL PCI									
No.	Valores Deducidos			Total	q	CDV			
1	46	11		57	2	43			
2	46	2		48	1	48			
							Máx CDV:	48	
PCI= 100 - Máx CDV									
PCI= 100 - 48									
PCI= 52 REGULAR									



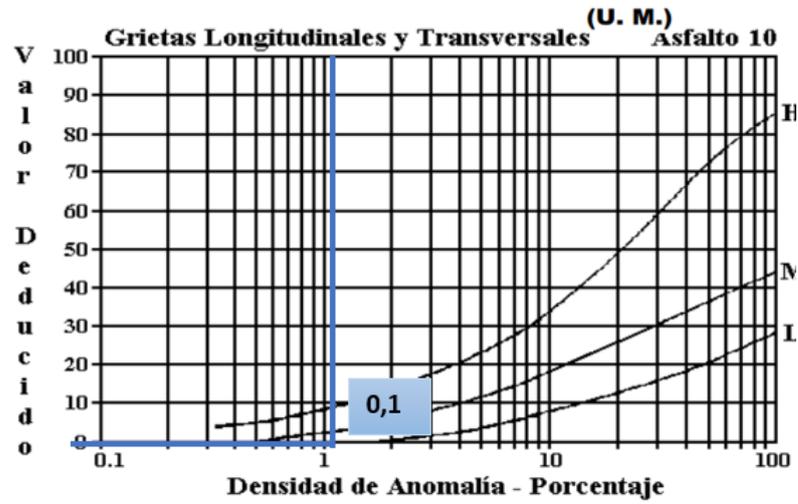


Figura B-34. Agrietamiento Longitudinal y Transversal (Unidades Métricas).

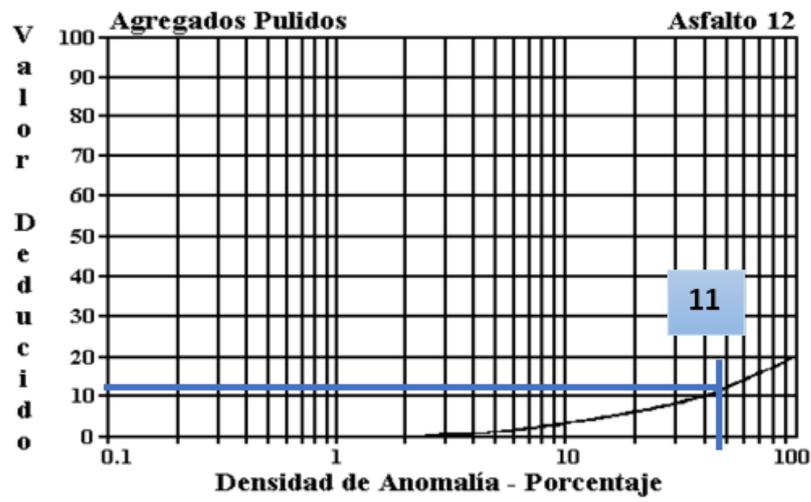
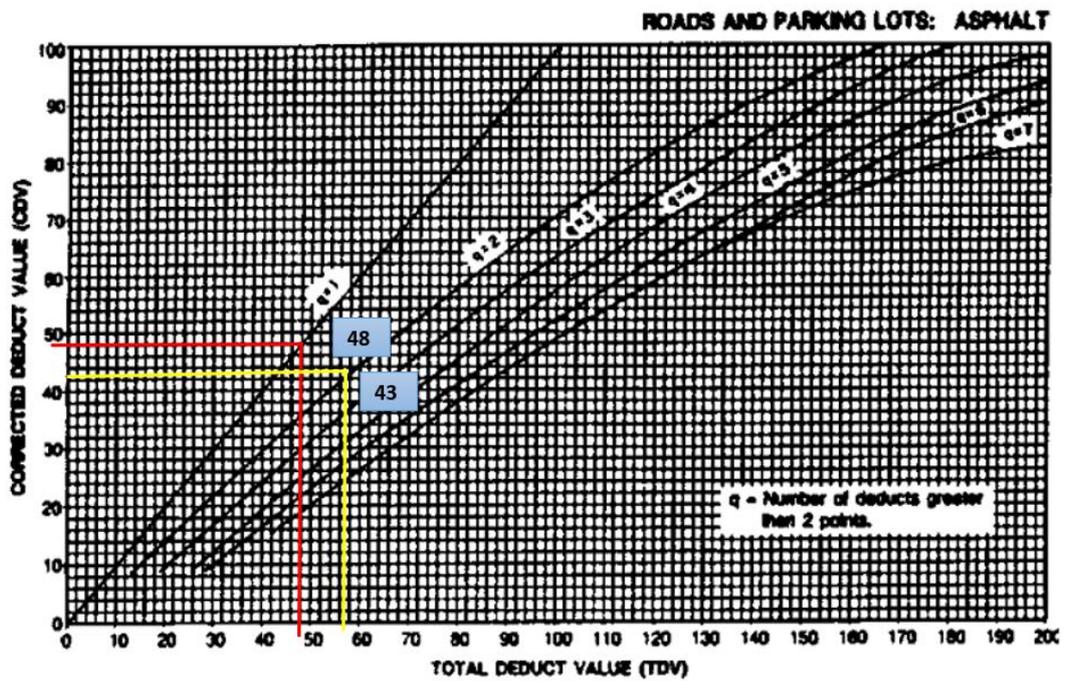
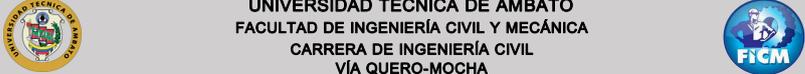
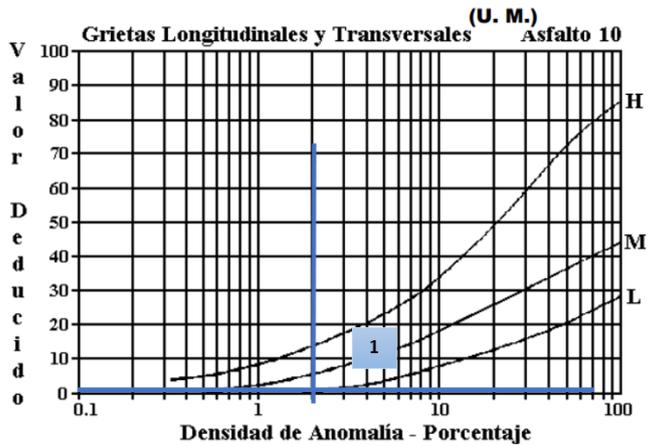
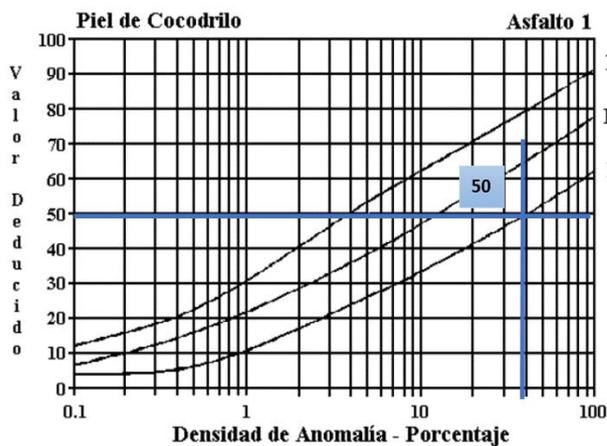


Figura B-36. Agregados Pulidos.



Anexo A-15: PCI Tramo 71-72

								
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA								
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	2+521	Unidad de muestreo:	9			
Sección:	1	Abscisa final:	2+556	Área muestreo (m2):	231			
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5			
No.	Daño	ESQUEMA:						
1	Piel de cocodrilo							
2	Exudación							
3	Agrietamiento en bloque							
4	Abultamientos y hundimientos							
5	Corrugación							
6	Depresión							
7	Grieta de borde							
8	Grieta de reflexión de junta							
9	Desnivel carril / berma							
10	Grietas long. y trasnv.							
11	Parcheo							
12	Pulimiento de agregados							
13	Baches / huecos							
14	Cruce de vía férrea							
15	Ahuellamiento							
16	Desplazamiento							
17	Grieta parabólica							
18	Hinchamiento							
19	Intemperismo							
Daño	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	L	2,34	20,9	24	43,7	90,965	39,42%	50
3	L	4,2				4,2	1,82%	2
3	M	31,155				31,155	13,50%	19
10	L	2,7	1,2			3,9	2%	1
11	H	42,12				42,12	18%	65
Valor Deducido Total:								137
Número de Valores Deducidos > 2(q):						3		
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):						65		
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"						4,21		
						$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$		
CÁLCULO DEL PCI								
No.	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	65	50	19		134	3	81	
2	65	50	2		117	2	80	
3	65	2	2		69	1	69	
						Máx CDV:		81
PCI= 100 - Máx CDV								
PCI= 100 - 81								
PCI= 19 MUY MALO								



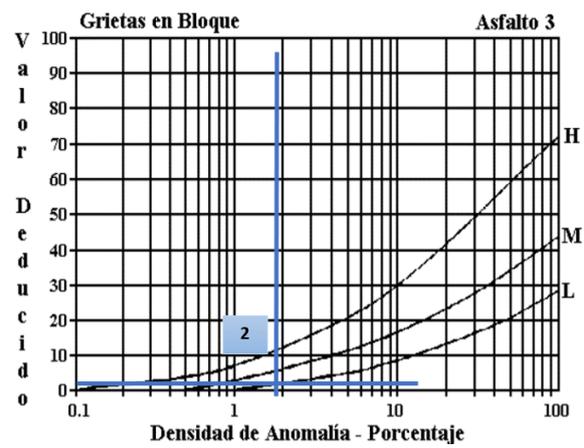
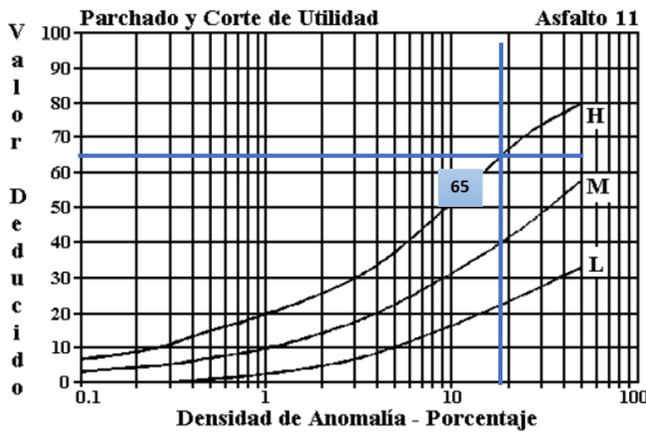
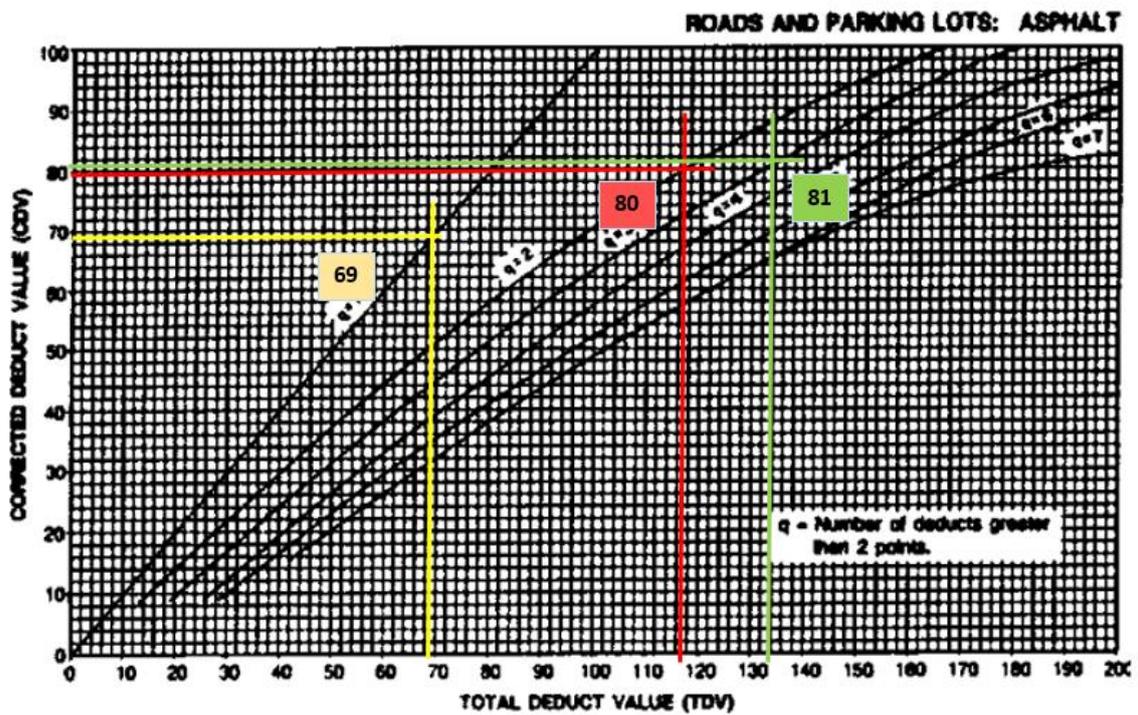
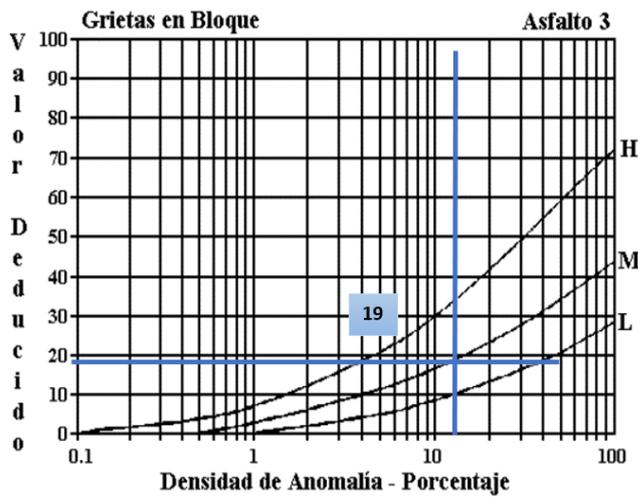
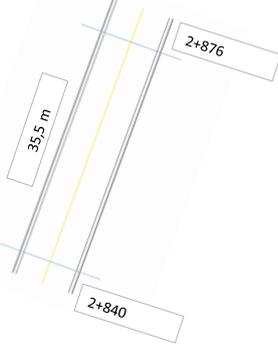
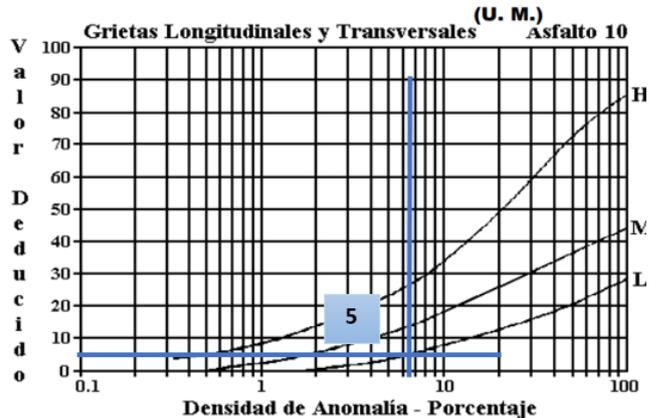
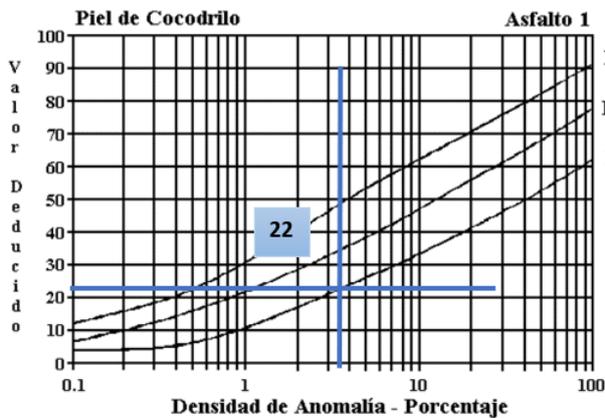


Figura B-35. Parchados.



Anexo A-16: PCI Tramo 80-81

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA															
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	2+840	Unidad de muestreo:	10												
Sección:	1	Abscisa final:	2+876	Área muestreo (m2):	231												
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5												
No.	Daño		ESQUEMA:														
1	Piel de cocodrilo	m2															
2	Exudación	m2															
3	Agrietamiento en bloque	m2															
4	Abultamientos y hundimientos	m															
5	Corrugación	m2															
6	Depresión	m2															
7	Grieta de borde	m															
8	Grieta de reflexión de junta	m															
9	Desnivel carril / berma	m															
10	Grietas long. y trasnv.	m															
11	Parqueo	m2															
12	Pulimento de agregados	m2															
13	Baches / huecos	cant.															
14	Cruce de vía férrea	m2															
15	Ahuellamiento	m2															
16	Desplazamiento	m2															
17	Grieta parabólica	m2															
18	Hinchamiento	m2															
19	Intemperismo	m2															
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido			
1	L	1,035	1	4,675	1,76										8,47	3,67%	22
10	L	1,4	0,55	1,8	1,3	1	1,75	1,8	3	1,15	1				14,75	6,39%	5
10	M	3,5													3,5	1,52%	4
12		6													6	3%	1
															Valor Deducido Total:		32
Número de Valores Deducidos > 2(q):		3															
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		22															
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"		8,16															
CÁLCULO DEL PCI																	
No.		Valores Deducidos										Total	q	CDV			
1	22	5	4									31	3	18			
2	22	5	2									29	2	21			
3	22	2	2									26	1	26			
													Máx CDV:		26		
PCI= 100 - Máx CDV																	
PCI= 100 - 26																	
PCI= 74 MUY BUENO																	



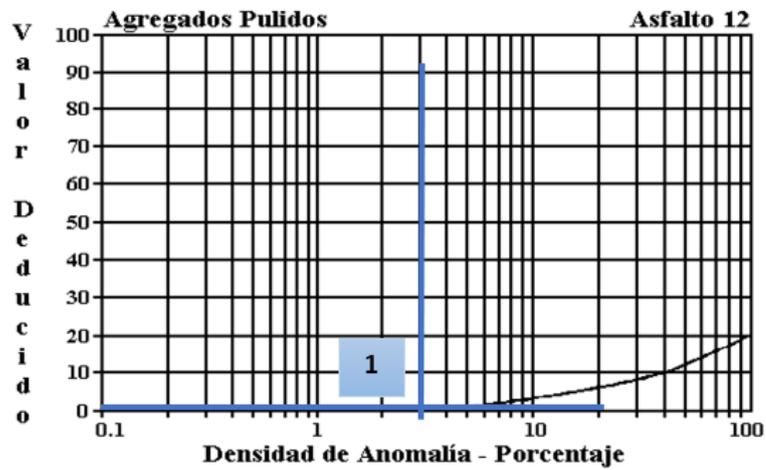
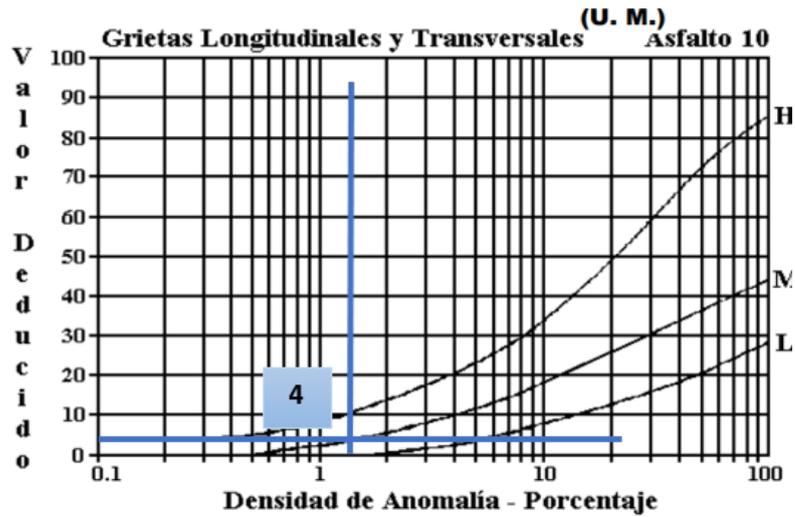
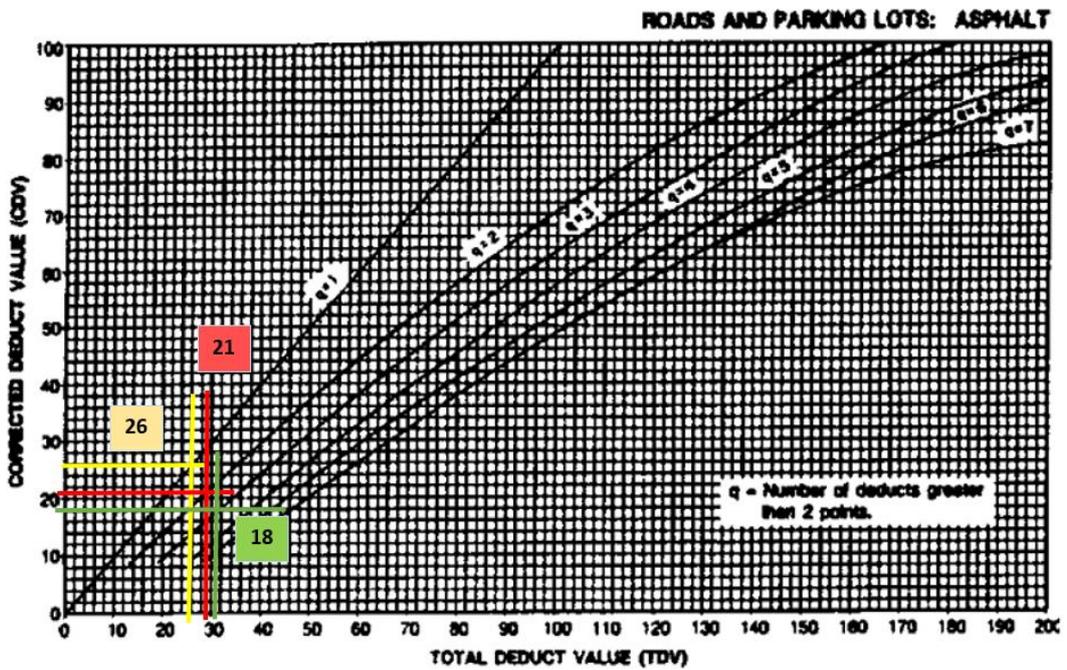
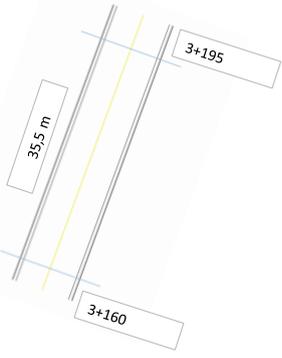
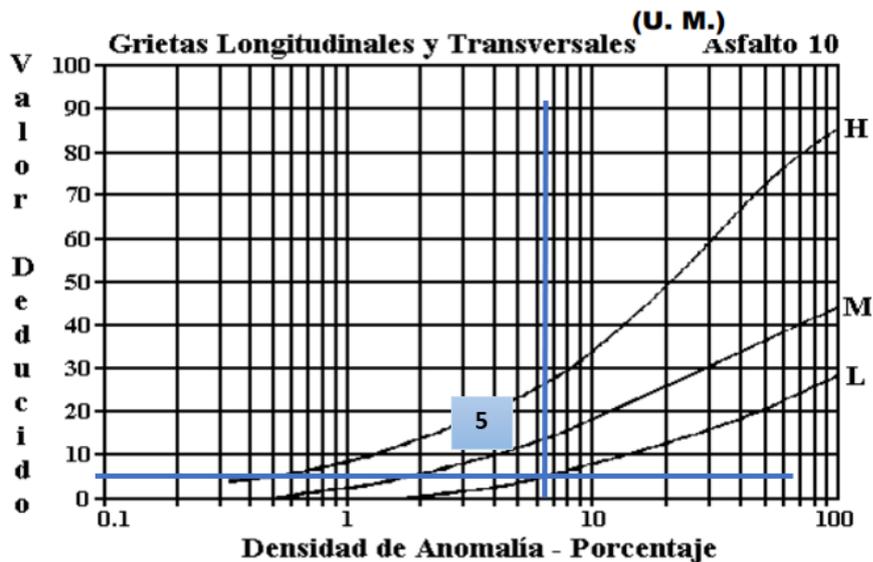


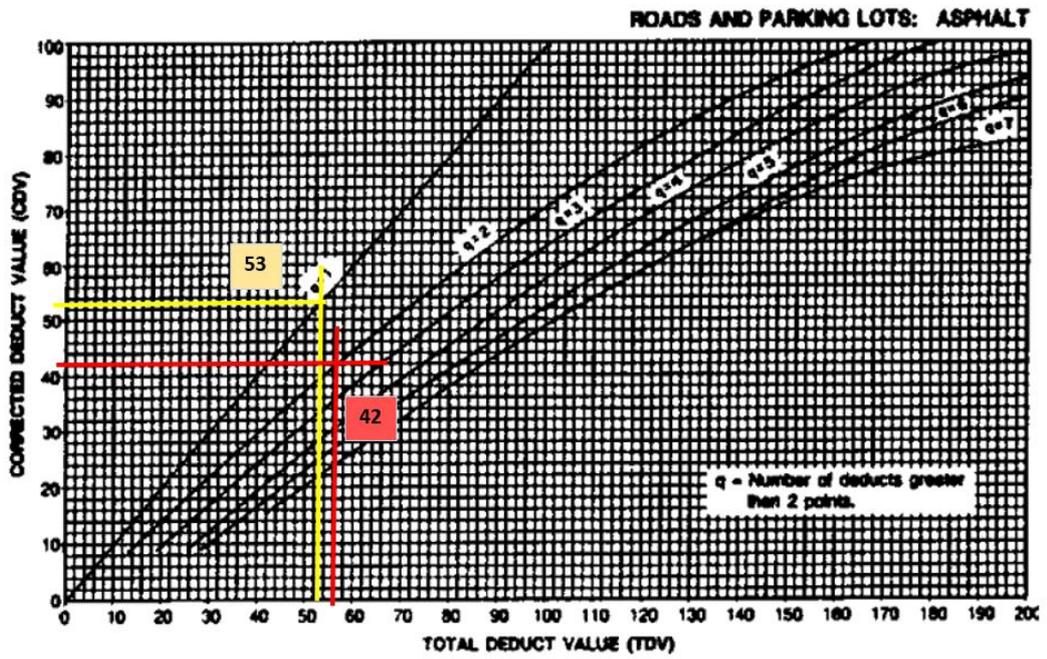
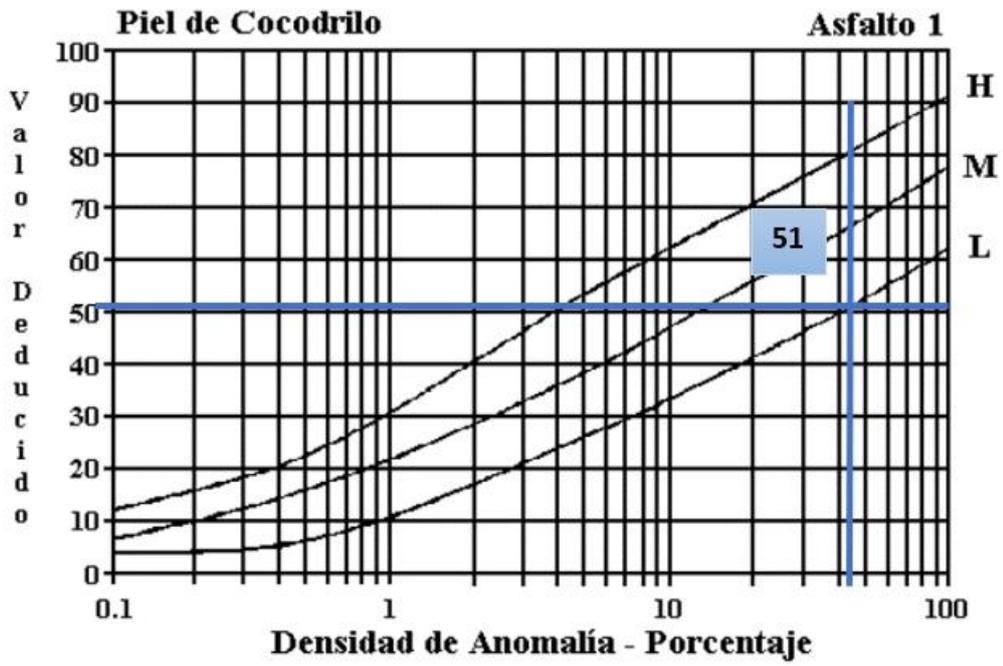
Figura B-36. Agregados Pulidos.



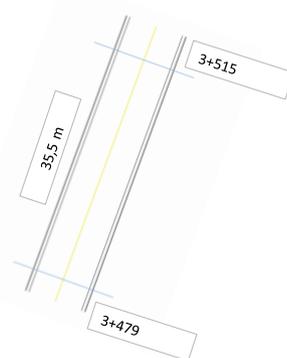
Anexo A-17: PCI Tramo 89-90

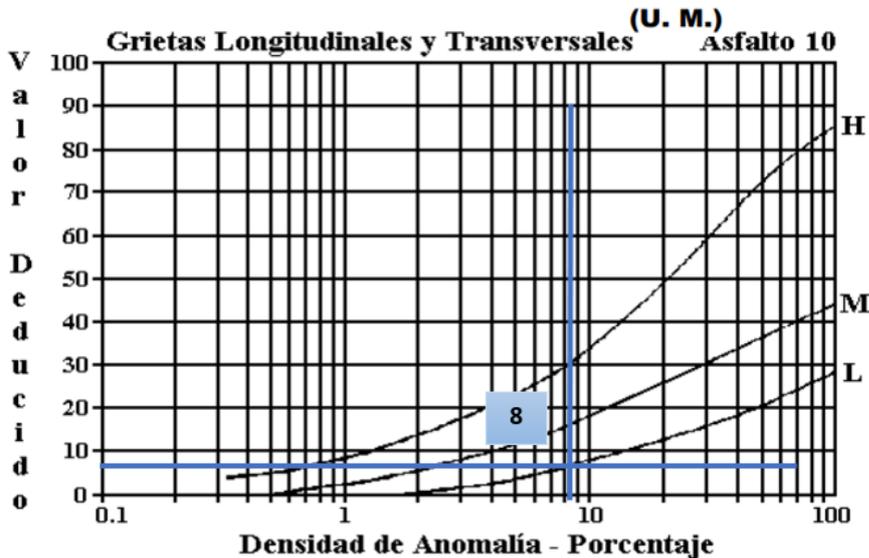
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA										
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	3+160	Unidad de muestreo:	11							
Sección:	1	Abscisa final:	3+195	Área muestreo (m2):	231							
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5							
No.	Daño		ESQUEMA:									
1	Piel de cocodrilo	m2										
2	Exudación	m2										
3	Agrietamiento en bloque	m2										
4	Abultamientos y hundimientos	m										
5	Corrugación	m2										
6	Depresión	m2										
7	Grieta de borde	m										
8	Grieta de reflexión de junta	m										
9	Desnivel carril / berma	m										
10	Grietas long. y trasnv.	m										
11	Parqueo	m2										
12	Pulimiento de agregados	m2										
13	Baches / huecos	cant.										
14	Cruce de vía férrea	m2										
15	Ahuellamiento	m2										
16	Desplazamiento	m2										
17	Grieta parabólica	m2										
18	Hinchamiento	m2										
19	Intemperismo	m2										
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor Deducido		
1	L	35,96	25,1	18	18,5	1,44				98,98	42,89%	51
10	L	2,23	1,1	2	1,6	1,7	1,2	1,8	3,7	15,33	6,64%	5
										Valor Deducido Total:		56
Número de Valores Deducidos > 2(q):			2			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):			51									
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":			5,50									
CÁLCULO DEL PCI												
No.	Valores Deducidos						Total	q	CDV			
1	51	5					56	2	42			
2	51	2					53	1	53			
										Máx CDV:		53
PCI= 100 - Máx CDV												
PCI= 100 - 53												
PCI= 47 REGULAR												

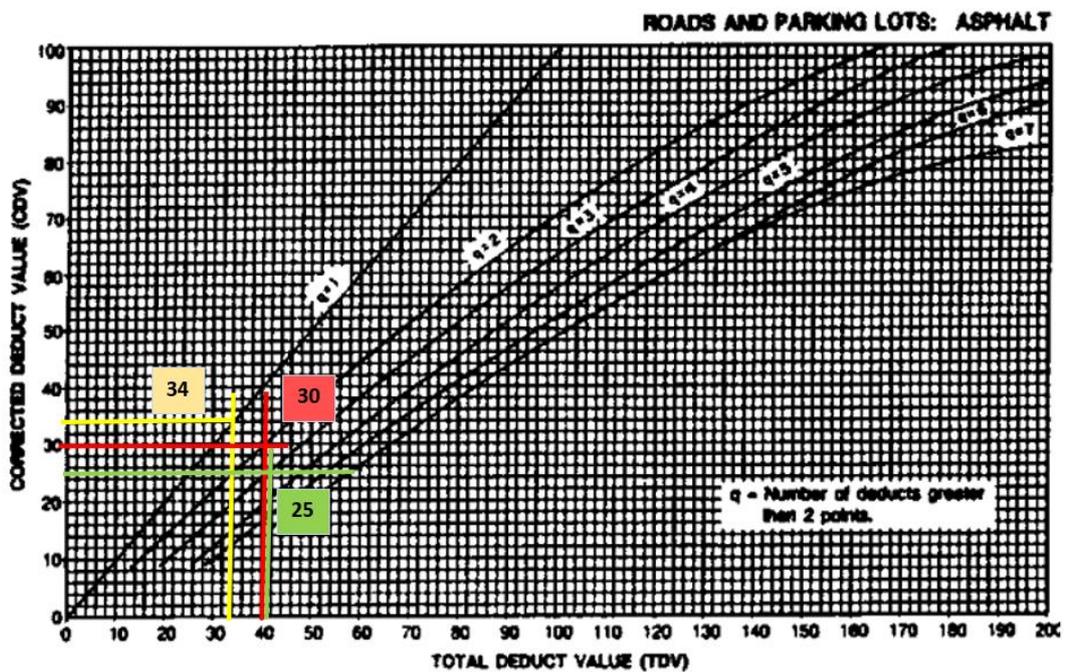
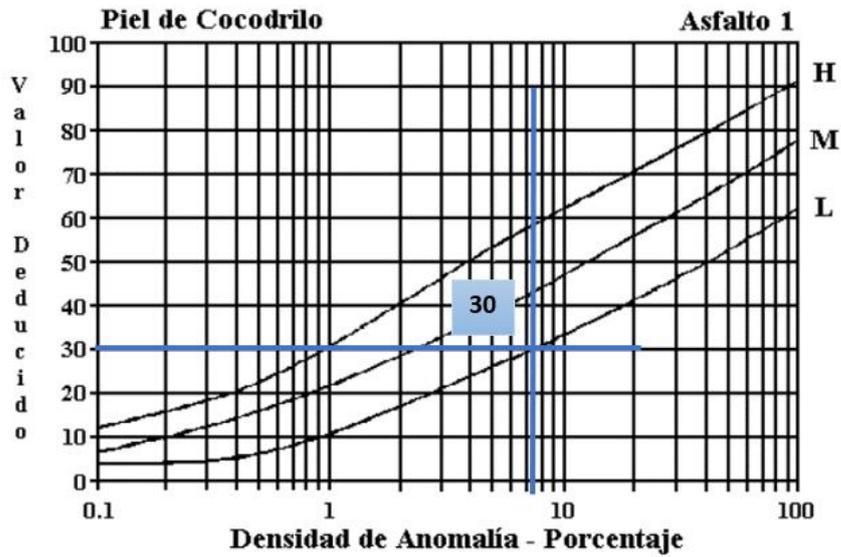
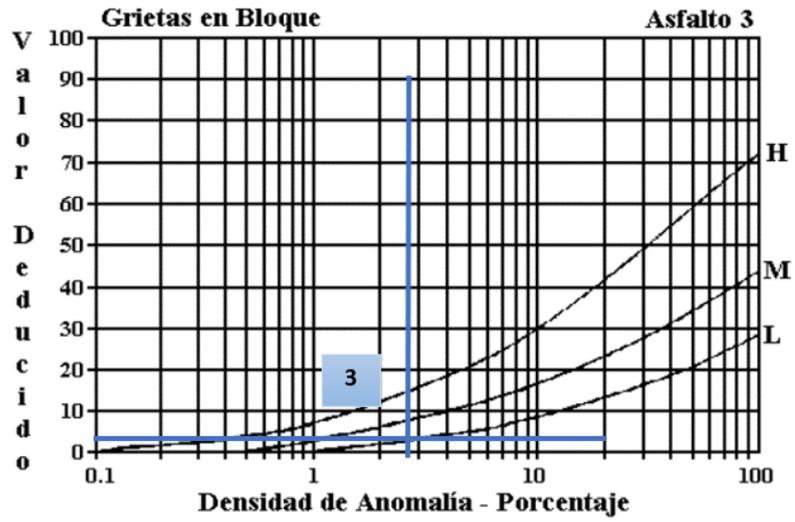




Anexo A-18: PCI Tramo 98-99

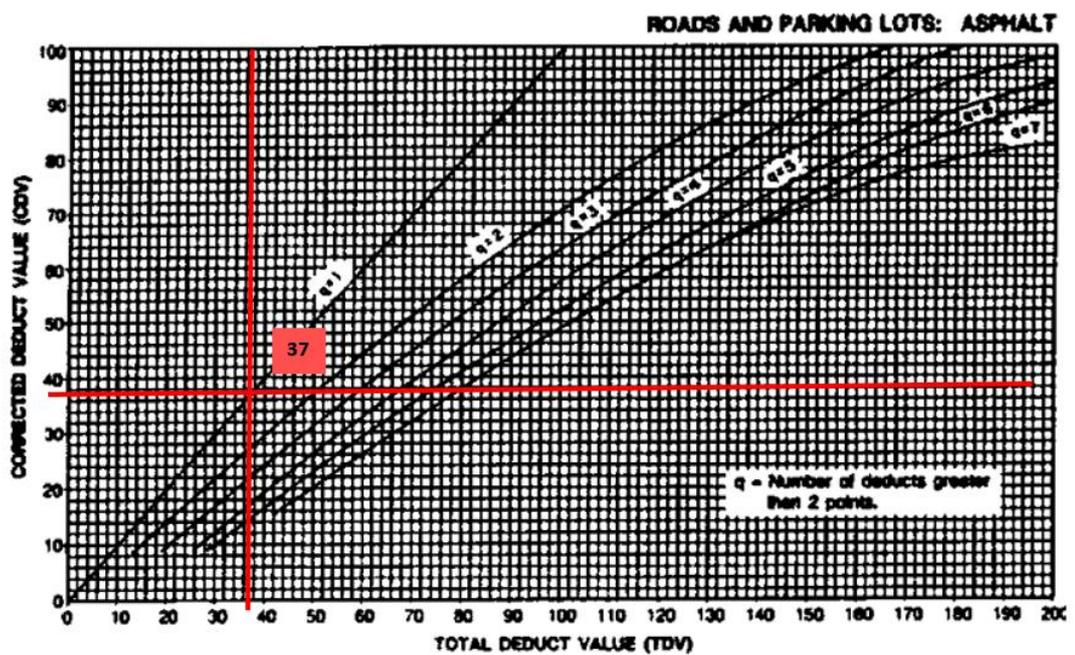
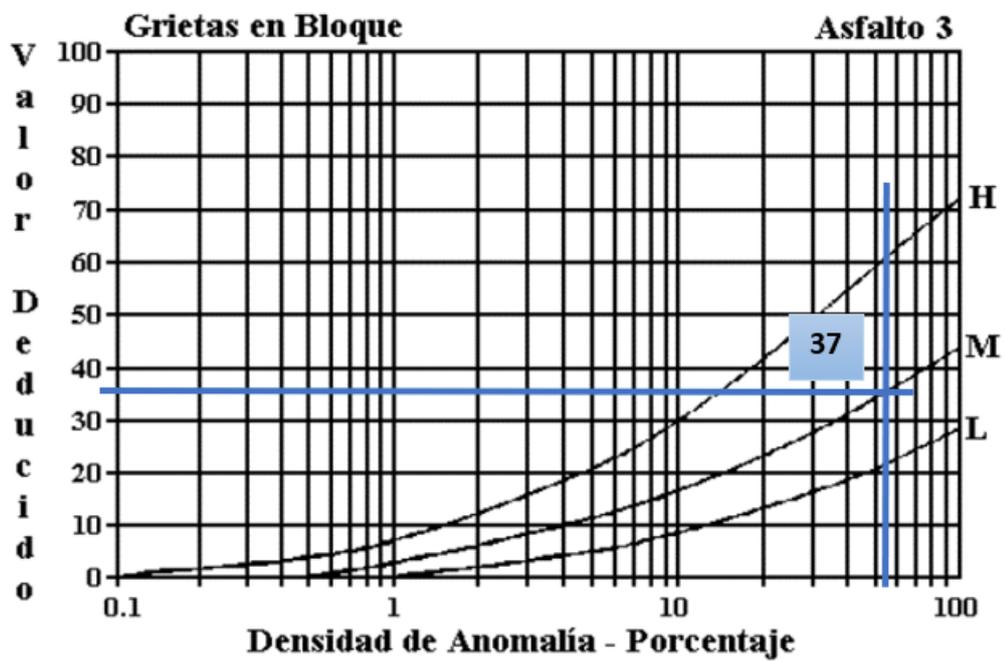
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA															
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	3+479	Unidad de muestreo:	12												
Sección:	1	Abscisa final:	3+515	Área muestreo (m2):	231												
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5												
No.	Daño	-															
1	Piel de cocodrilo																
2	Exudación																
3	Agrietamiento en bloque																
4	Abultamientos y hundimientos																
5	Corrugación																
6	Depresión																
7	Grieta de borde																
8	Grieta de reflexión de junta																
9	Desnivel carril / berma																
10	Grietas long. y trasnv.																
11	Parqueo																
12	Pulimiento de agregados																
13	Baches / huecos																
14	Cruce de vía férrea																
15	Ahuellamiento																
16	Desplazamiento																
17	Grieta parabólica																
18	Hinchamiento																
19	Intemperismo																
Daño	Severidad	Cantidades parciales											Total	Densidad (%)	Valor Deducido		
1	L	11,395	0,76	4,95											17,105	7,41%	30
3	L	6,37													6,37	2,76%	3
10	L	4	1,55	1,3	0,9	1,25	1,1	0,9	0,9	2,4	1,3	1,1	1,25	1,3	19,25	8,34%	8
Valor Deducido Total:																41	
Número de Valores Deducidos > 2(q):		3															
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):		30															
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":		7,43															
CÁLCULO DEL PCI																	
No.	Valores Deducidos														Total	q	CDV
1	30	8	3												41	3	25
2	30	8	2												40	2	30
3	30	2	2												34	1	34
Máx CDV:																34	
PCI= 100 - Máx CDV																	
PCI= 100 - 34																	
PCI= 66 BUENO																	



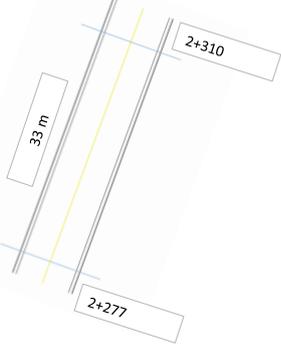


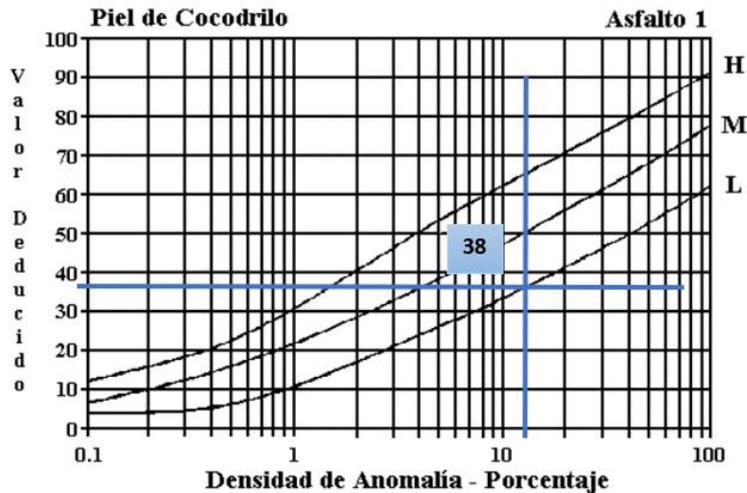
Anexo A-19: PCI Tramo 107-108

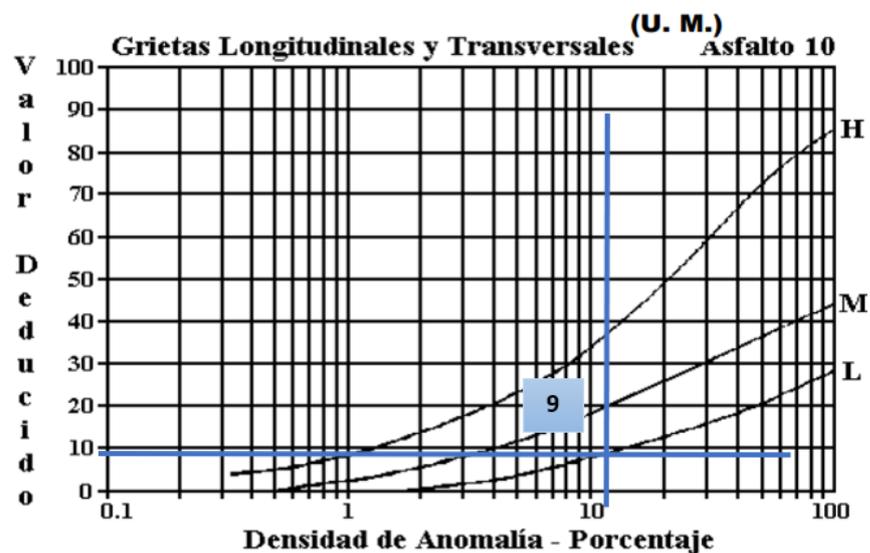
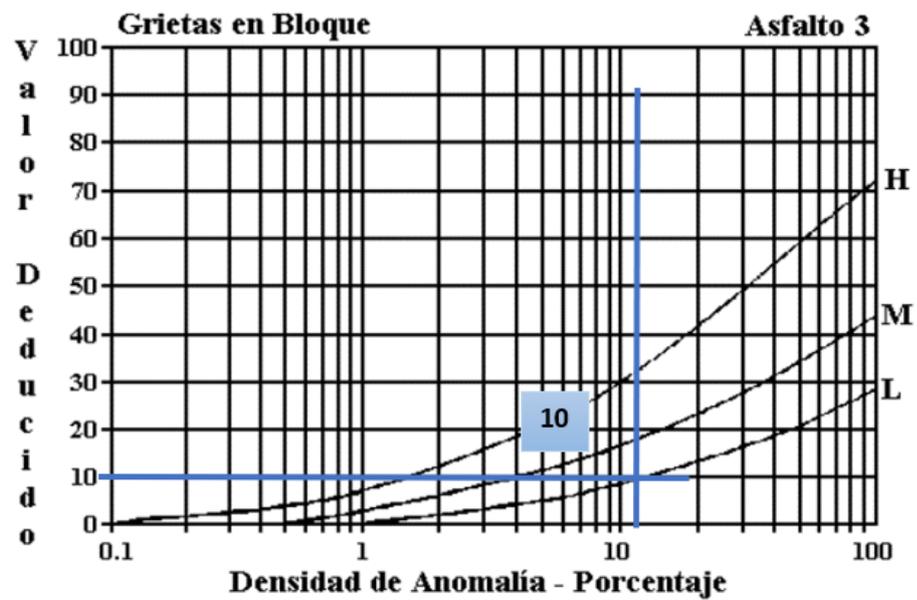
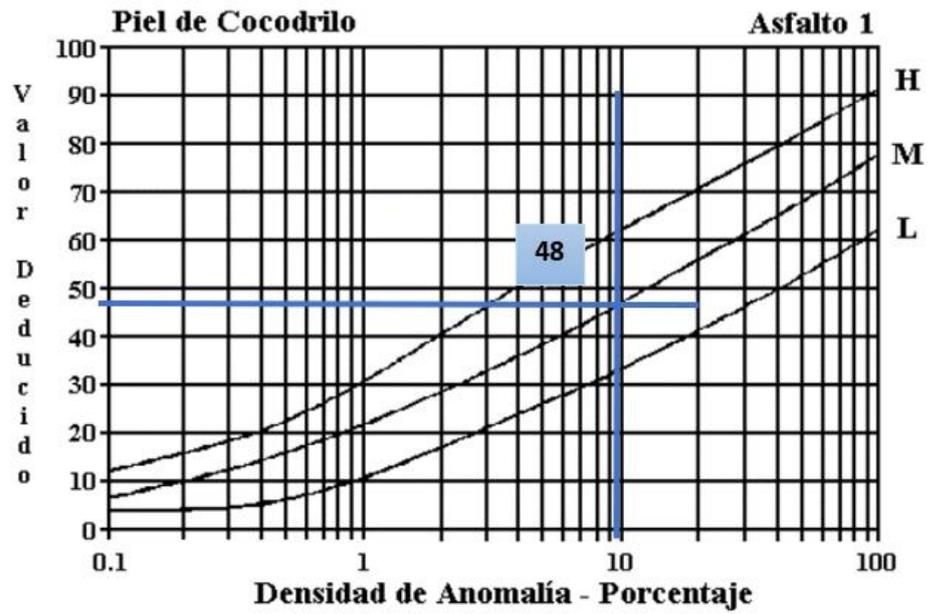
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA												
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	3+799	Unidad de muestreo:	13							
Sección:	1	Abscisa final:	3+834	Área muestreo (m2):	231							
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5							
No.	Daño	m2	ESQUEMA:									
1	Piel de cocodrilo	m2										
2	Exudación	m2										
3	Agrietamiento en bloque	m2										
4	Abultamientos y hundimientos	m										
5	Corrugación	m2										
6	Depresión	m2										
7	Grieta de borde	m										
8	Grieta de reflexión de junta	m										
9	Desnivel carril / berma	m										
10	Grietas long. y trasnv.	m										
11	Parqueo	m2										
12	Pulimiento de agregados	m2										
13	Baches / huecos	cant.										
14	Cruce de vía férrea	m2										
15	Ahuellamiento	m2										
16	Desplazamiento	m2										
17	Grieta parabólica	m2										
18	Hinchamiento	m2										
19	Intemperismo	m2										
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor Deducido
3	M	42,51	83,2							125,71	54,48%	37
											Valor Deducido Total:	37
Número de Valores Deducidos > 2(q):												1
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):												37
Número máximo admisible de "Valores Deducidos":												6,79
CÁLCULO DEL PCI												
No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	37								37	1	37	
											Máx CDV:	37
PCI= 100 - Máx CDV												
PCI= 100 - 37												
PCI= 63 BUENO												



Anexo A-20: PCI Tramo 116-117

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL VÍA QUERO-MOCHA															
Tramo:	Vía Quero-Mocha	Abscisa inicial:	4+118	Unidad de muestreo:	14												
Sección:	1	Abscisa final:	4+154	Área muestreo (m2):	231												
Inspeccionado por:		Fecha:	-	Ancho de vía (m):	6,5												
No.	Daño		ESQUEMA:														
1	Piel de cocodrilo	m2															
2	Exudación	m2															
3	Agrietamiento en bloque	m2															
4	Abultamientos y hundimientos	m															
5	Corrugación	m2															
6	Depresión	m2															
7	Grieta de borde	m															
8	Grieta de reflexión de junta	m															
9	Desnivel carril / berma	m															
10	Grietas long. y trasnv.	m															
11	Parqueo	m2															
12	Pulimento de agregados	m2															
13	Baches / huecos	cant.															
14	Cruce de vía férrea	m2															
15	Ahuellamiento	m2															
16	Desplazamiento	m2															
17	Grieta parabólica	m2															
18	Hinchamiento	m2															
19	Intemperismo	m2															
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Densidad (%)	Valor Deducido			
1	L	30,4													30,4	13,17%	38
1	M	12,35	10,3												22,625	9,80%	48
3	L	23,8													23,8	10,31%	10
10	L	1	1,35	1,1	3,25	0,9	1,7	2	1,75	3,7	3	3	4,6	3,5	30,85	13%	9
11	L	1,68													1,68	1%	2
12		61,56													61,56	27%	8
												Valor Deducido Total:		115			
Número de Valores Deducidos > 2(q):				5												$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	
Mayor Valor Deducido Individual (HDV _i):				48													
Número máximo admisible de "Valores Deducidos"				5,78													
CÁLCULO DEL PCI																	
No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV				
1	48	38	10	9	8						113	5	59				
2	48	38	10	9	2						107	4	62				
3	48	38	10	2	2						100	3	63				
4	48	38	2	2	2						92	2	65				
5	48	2	2	2	2						56	1	56				
												Máx CDV:		65			
PCI= 100 - Máx CDV																	
PCI= 100 - 65																	
PCI=	35 MALO																





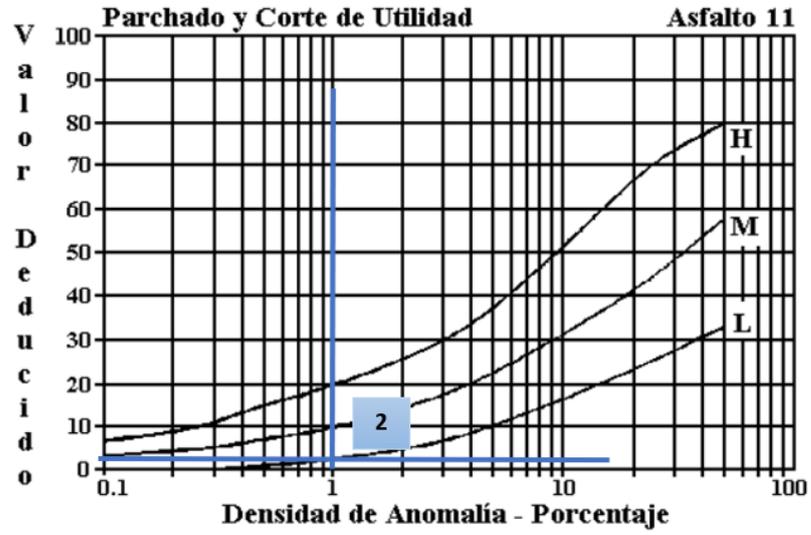


Figura B-35. Parchados.

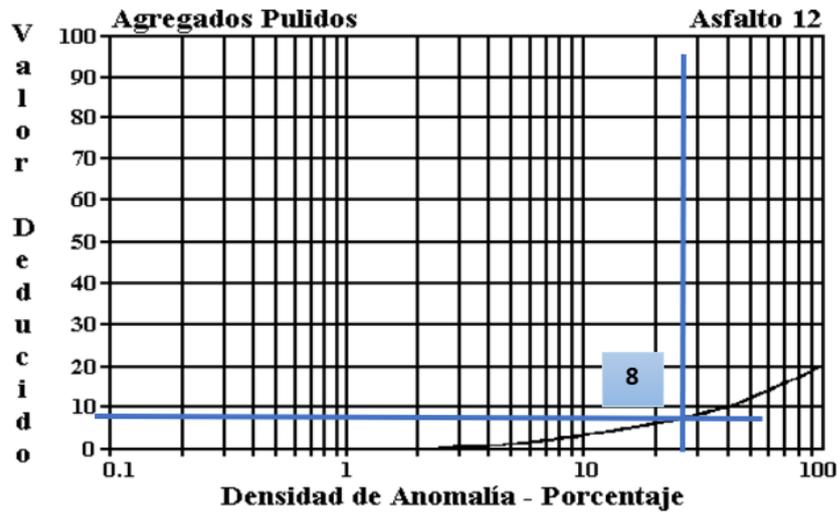
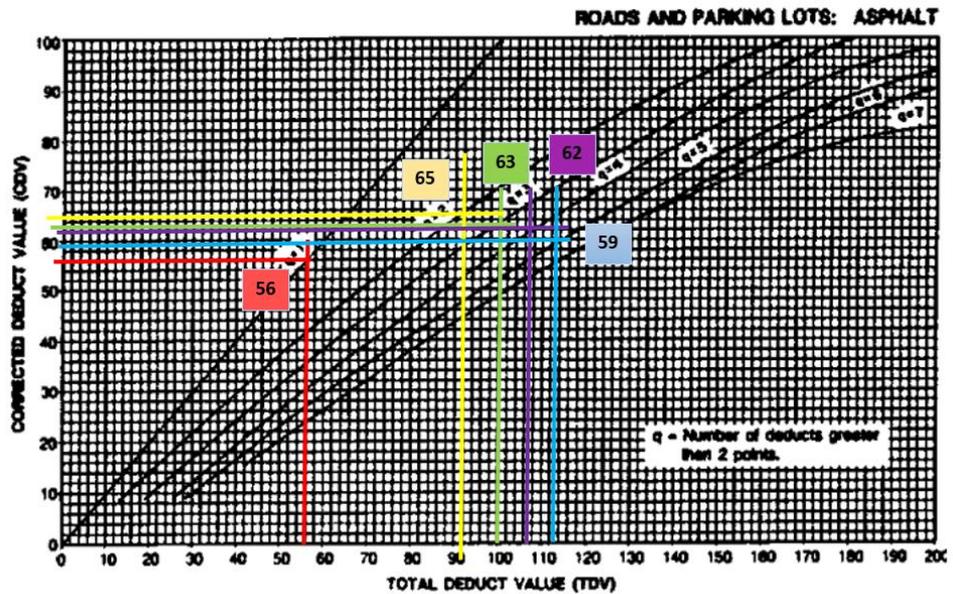
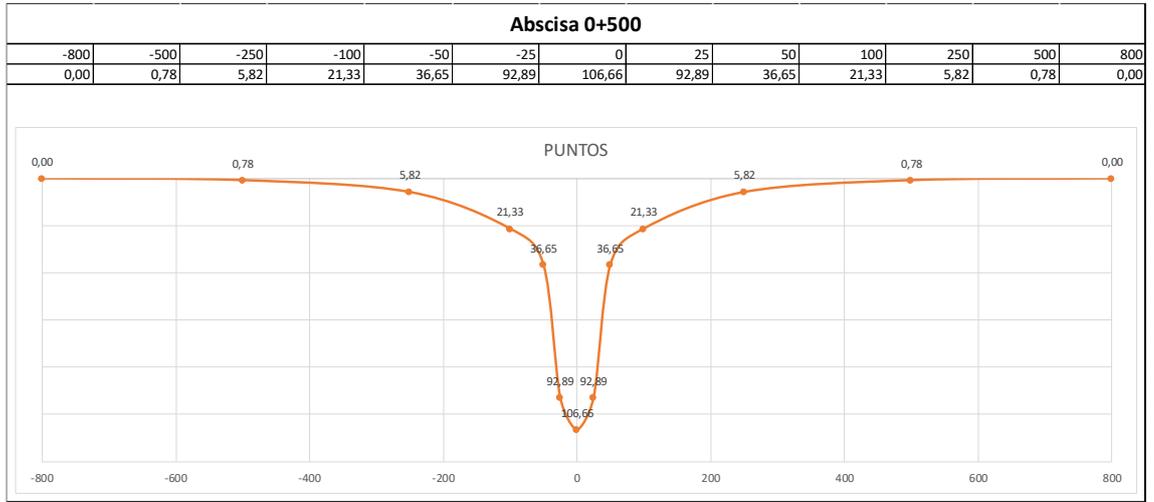


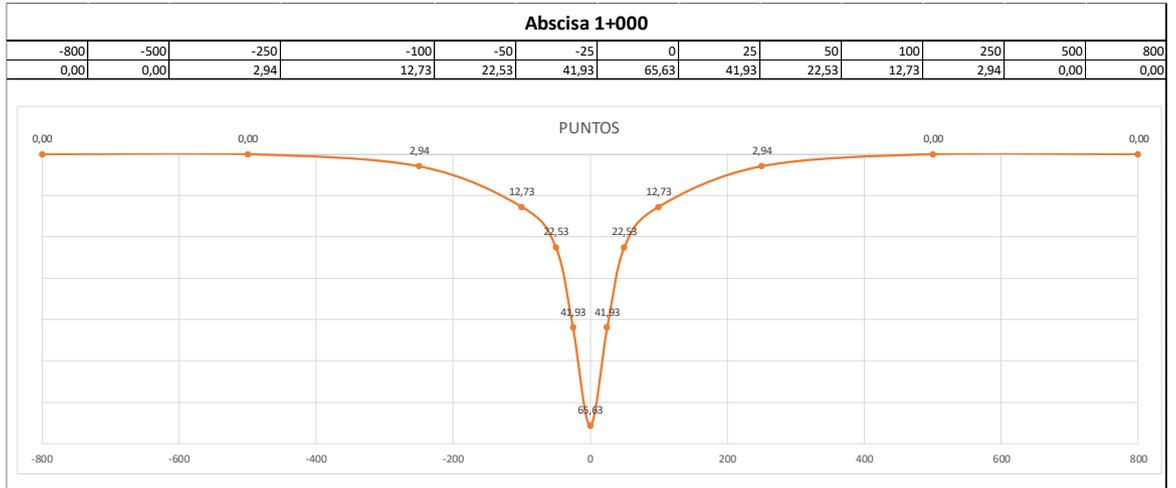
Figura B-36. Agregados Pulidos.



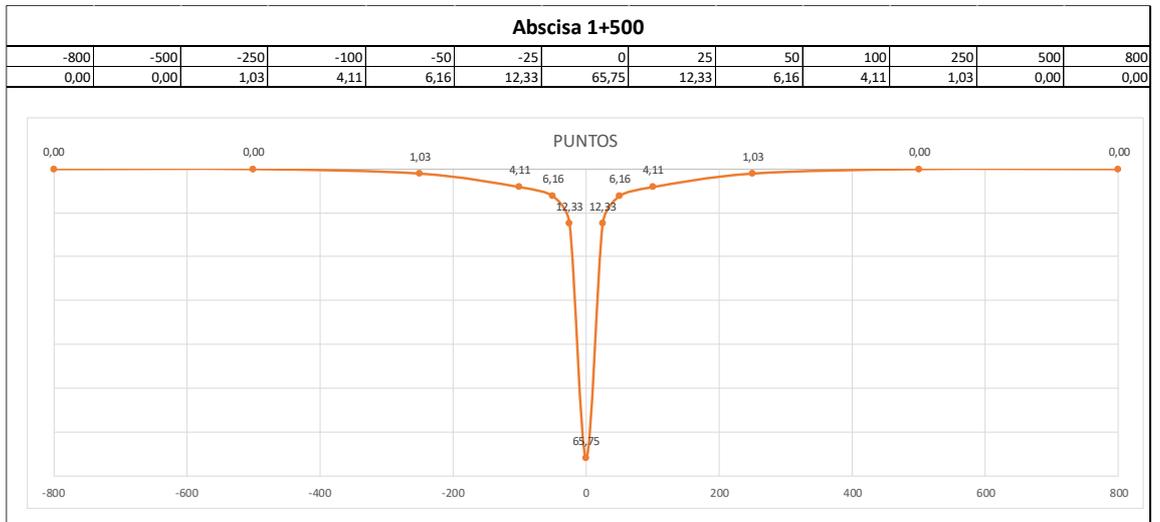
Anexo A-21: Gráfica de Deflexiones abscisa 0+500



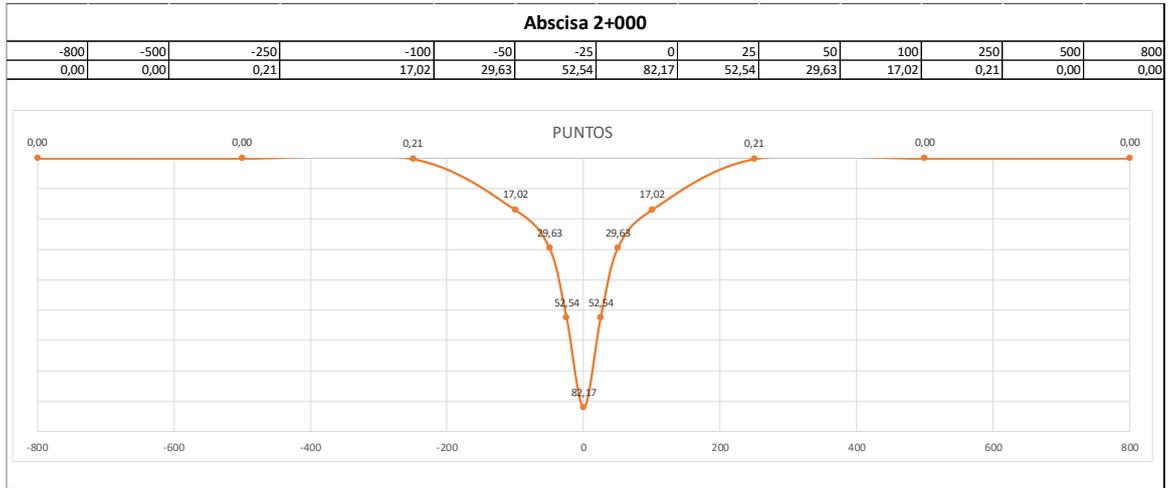
Anexo A-22: Gráfica de Deflexiones abscisa 1+000



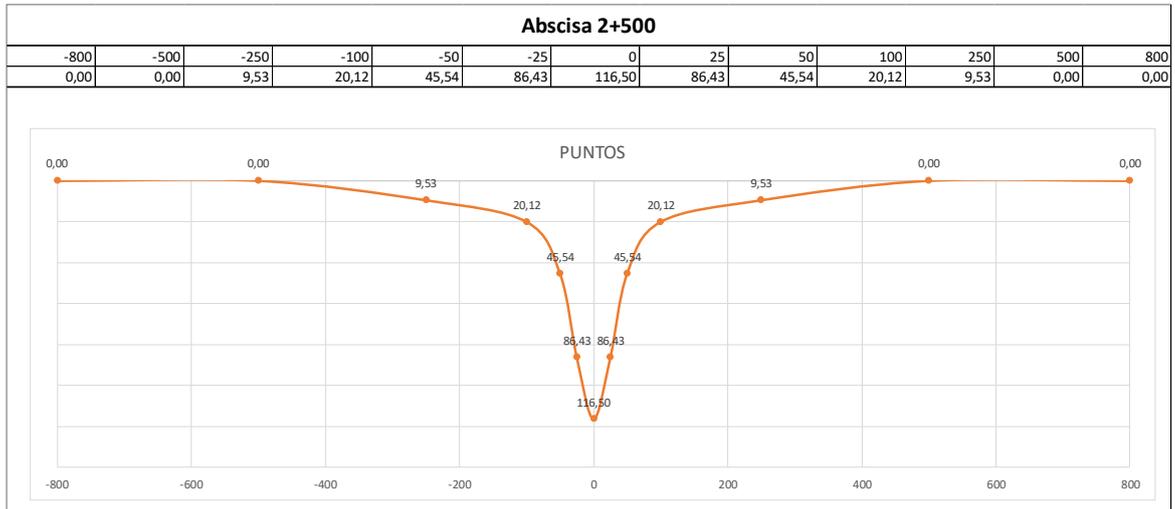
Anexo A-23: Gráfica de Deflexiones abscisa 1+500



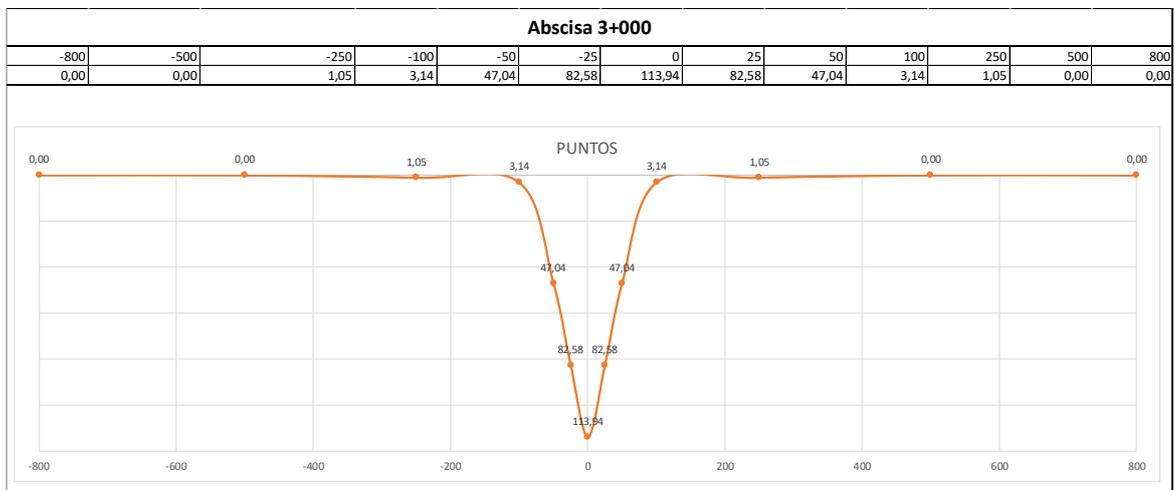
Anexo A-24: Gráfica de Deflexiones abscisa 2+000



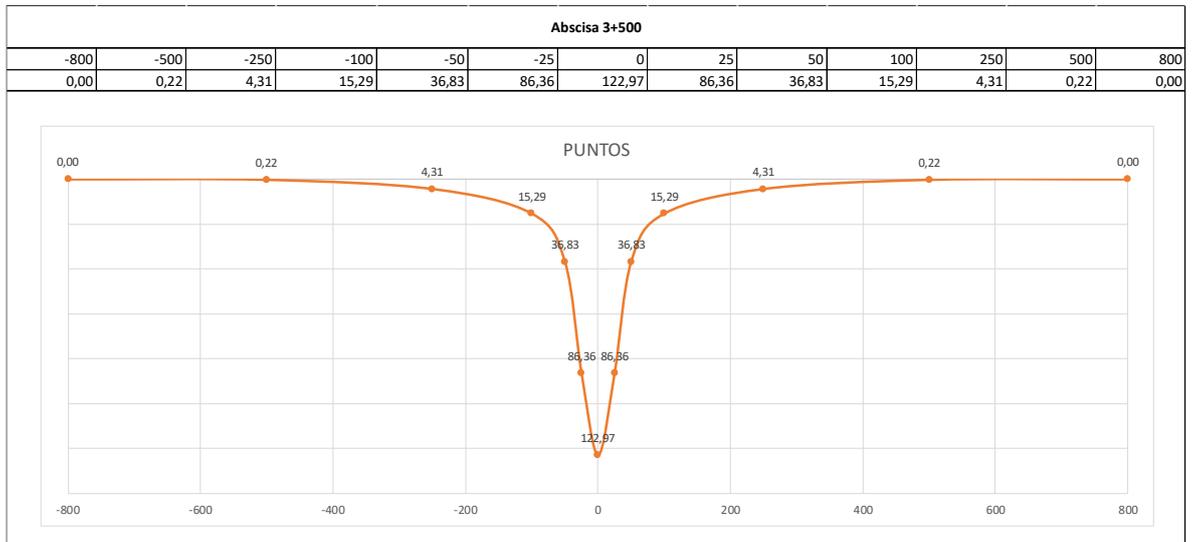
Anexo A-25: Gráfica de Deflexiones abscisa 2+500



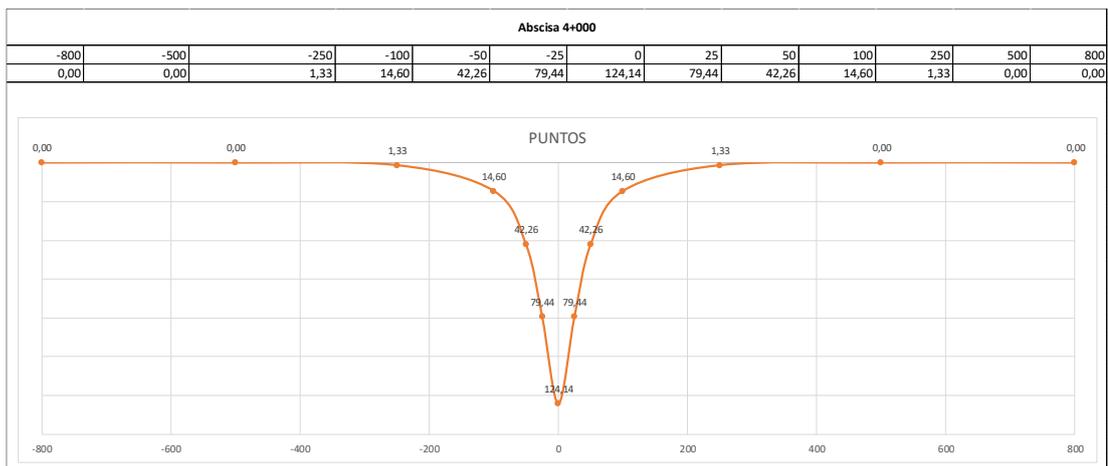
Anexo A-26: Gráfica de Deflexiones abscisa 3+000



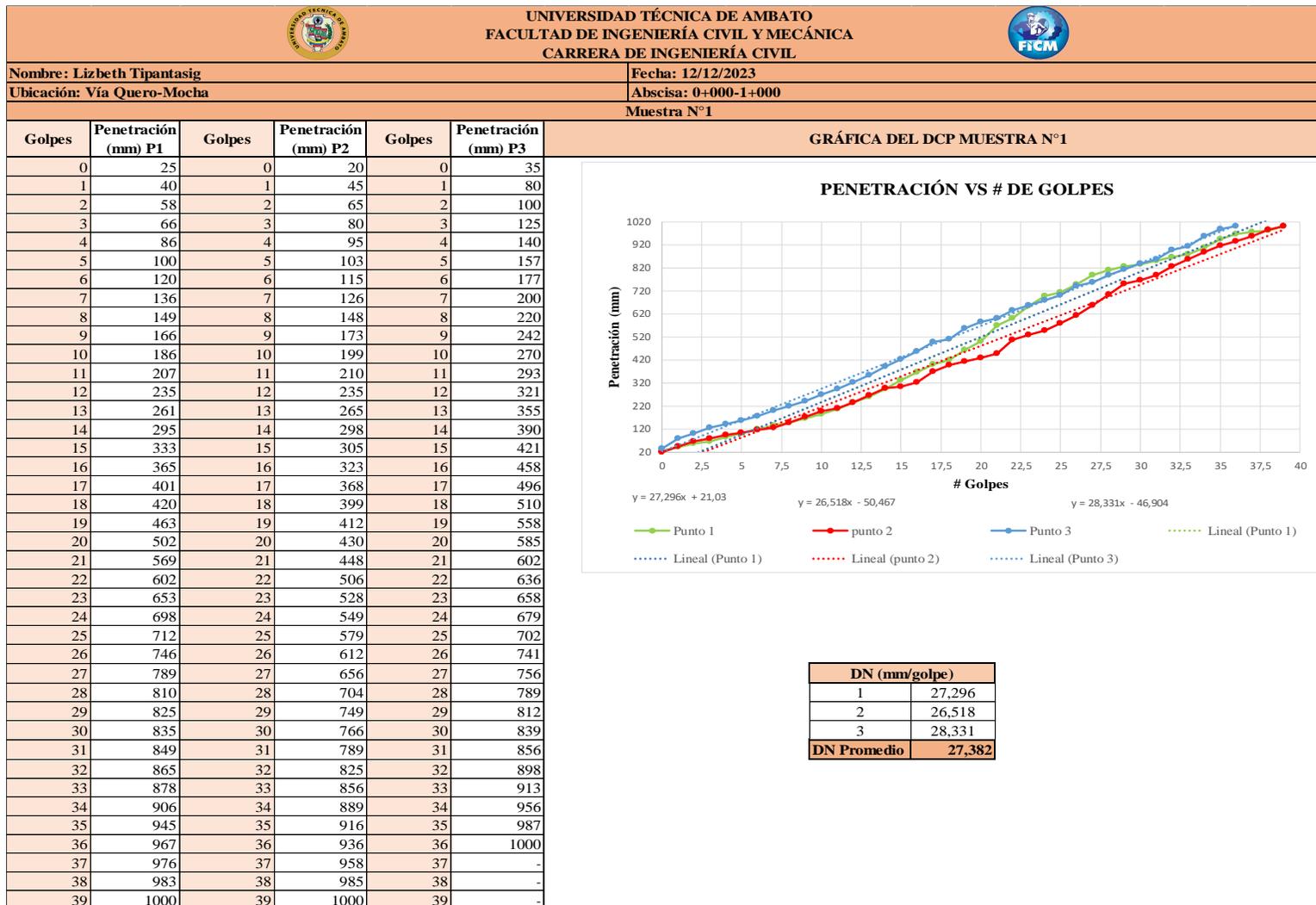
Anexo A-27: Gráfica de Deflexiones abscisa 3+500



Anexo A-28: Gráfica de Deflexiones abscisa 4+000



Anexo A-29: Ensayo de DCP muestra #1

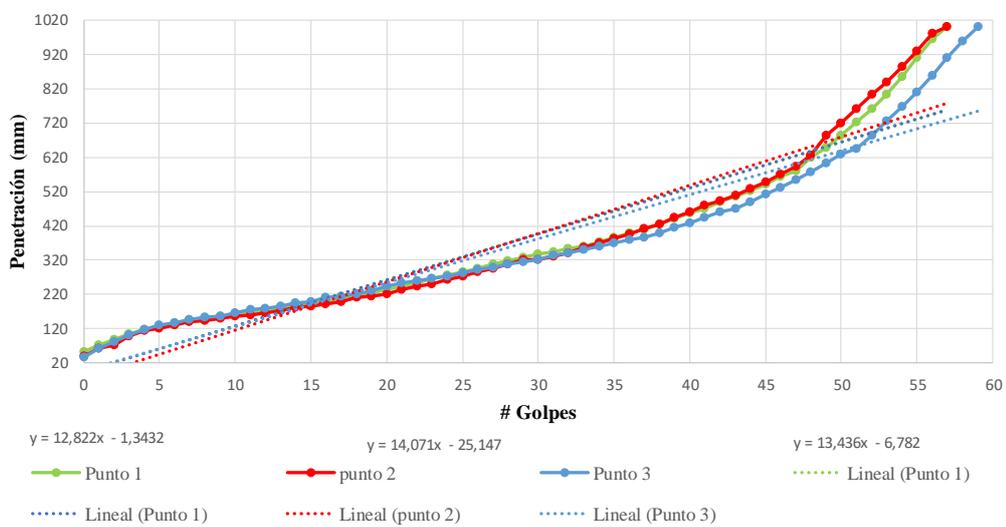


Anexo A-30: Ensayo de DCP muestra #2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
Nombre: Lizbeth Tipantasig				Fecha: 12/12/2023		
Ubicación: Vía Quero-Mocha				Abscisa: 1+000-2+000		
Muestra N°2						
Golpes	Penetración (mm) P1	Golpes	Penetración (mm) P2	Golpes	Penetración (mm) P3	
0	53	0	40	0	37	
1	73	1	62	1	64	
2	90	2	73	2	82	
3	106	3	97	3	102	
4	116	4	114	4	117	
5	125	5	122	5	130	
6	136	6	131	6	136	
7	145	7	140	7	146	
8	152	8	143	8	152	
9	155	9	149	9	156	
10	160	10	155	10	165	
11	165	11	160	11	175	
12	175	12	165	12	180	
13	180	13	174	13	185	
14	190	14	181	14	195	
15	195	15	186	15	200	
16	199	16	193	16	210	
17	205	17	200	17	215	
18	216	18	210	18	222	
19	226	19	214	19	232	
20	235	20	221	20	245	
21	245	21	233	21	252	
22	255	22	243	22	260	
23	266	23	250	23	266	
24	277	24	262	24	274	
25	286	25	274	25	282	
26	297	26	286	26	293	
27	308	27	295	27	300	
28	319	28	307	28	310	
29	329	29	320	29	315	
30	338	30	320	30	320	
31	345	31	330	31	333	
32	353	32	340	32	340	
33	362	33	358	33	350	
34	373	34	370	34	360	
35	385	35	383	35	370	
36	398	36	397	36	379	
37	410	37	412	37	386	
38	425	38	426	38	400	
39	440	39	444	39	415	
40	456	40	460	40	427	
41	472	41	480	41	443	
42	490	42	494	42	460	
43	505	43	510	43	472	
44	523	44	530	44	490	
45	542	45	549	45	512	
46	565	46	570	46	532	
47	579	47	595	47	554	
48	620	48	625	48	578	
49	650	49	684	49	604	
50	685	50	720	50	628	
51	722	51	762	51	644	
52	763	52	803	52	685	
53	805	53	840	53	727	
54	855	54	885	54	767	
55	910	55	930	55	811	
56	966	56	983	56	859	
57	1000	57	1000	57	910	
				58	961	
				59	1000	

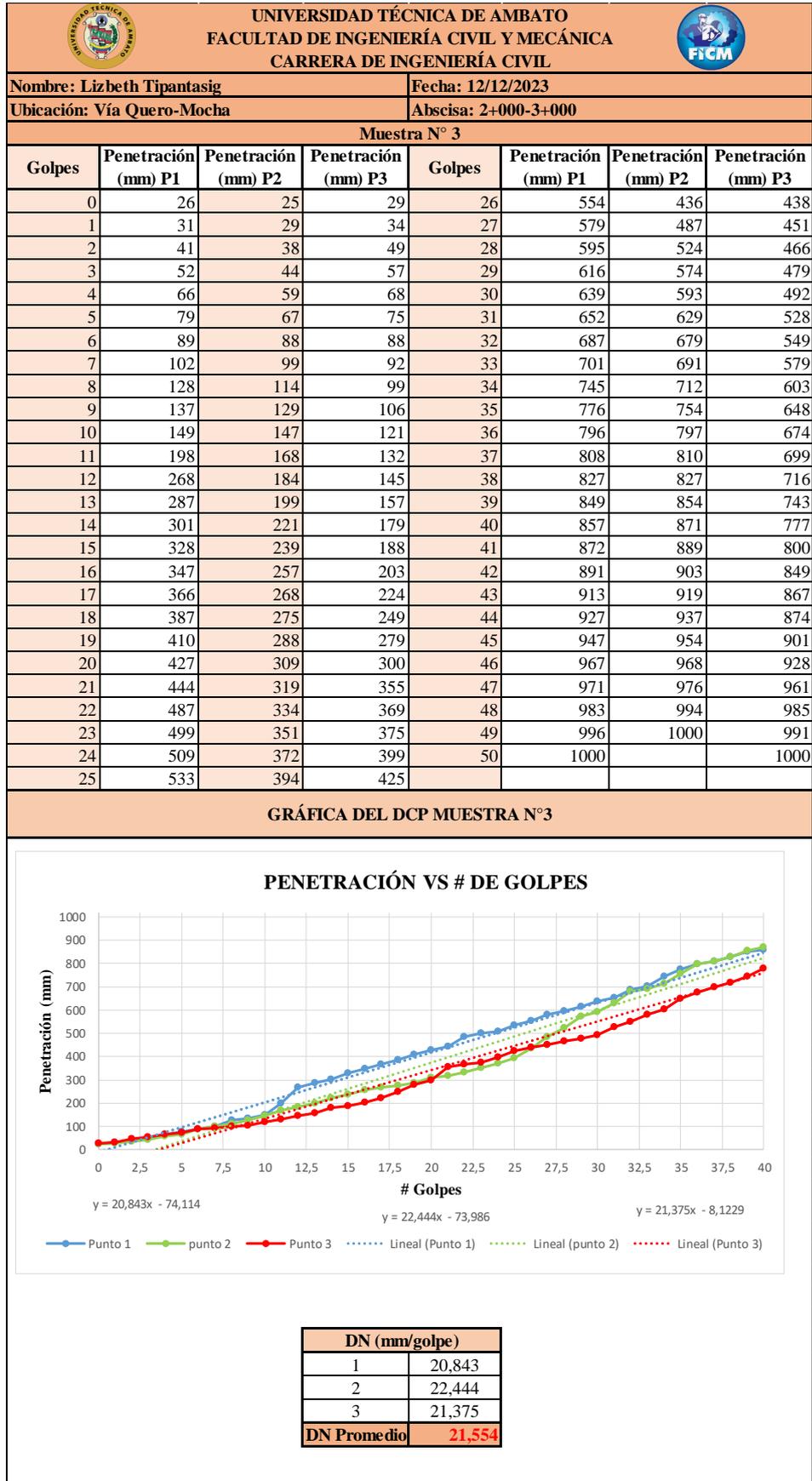
GRÁFICA DEL DCP MUESTRA N°2

PENETRACIÓN VS # DE GOLPES



DN (mm/golpe)	
1	12,822
2	14,071
3	13,435
DN Promedio	13,443

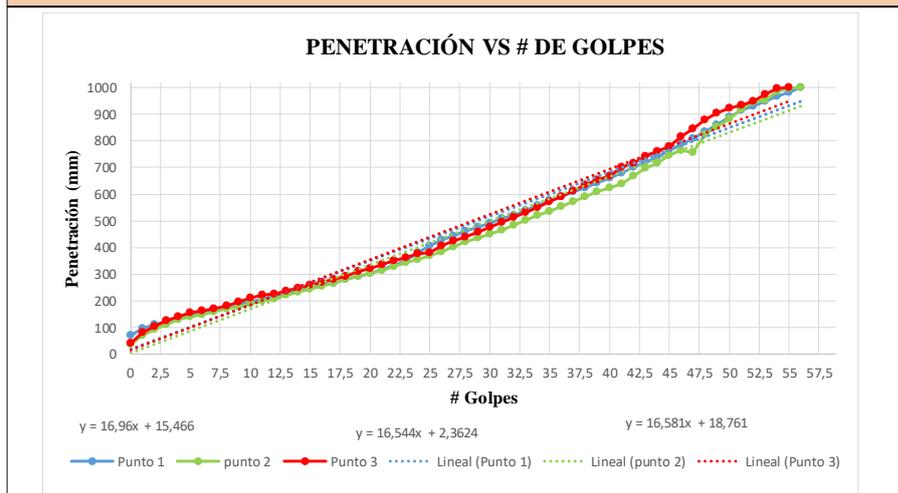
Anexo A-31: Ensayo de DCP muestra #3



Anexo A-32: Ensayo de DCP muestra #4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 							
Nombre: Lizbeth Tipantasig				Fecha: 12/12/2023			
Ubicación: Vía Quero-Mocha				Abscisa: 3+000-4+000			
Muestra N° 4							
Golpes	Penetración (mm) P1	Penetración (mm) P2	Penetración (mm) P3	Golpes	Penetración (mm) P1	Penetración (mm) P2	Penetración (mm) P3
0	70	36	42	29	475	435	459
1	97	70	82	30	490	452	475
2	110	91	105	31	508	466	495
3	123	111	125	32	522	483	512
4	133	129	142	33	540	501	531
5	143	140	154	34	556	520	551
6	160	148	163	35	575	535	573
7	166	160	171	36	590	555	591
8	177	170	180	37	610	572	613
9	190	178	196	38	625	591	634
10	195	190	210	39	641	610	654
11	206	198	220	40	660	625	670
12	217	207	225	41	680	640	700
13	229	221	235	42	700	670	715
14	238	232	246	43	719	698	743
15	246	244	260	44	740	715	760
16	260	255	270	45	764	746	780
17	267	265	281	46	785	764	815
18	280	280	293	47	810	758	844
19	291	292	309	48	835	823	877
20	303	303	320	49	860	853	903
21	318	315	336	50	888	884	924
22	334	330	350	51	915	920	935
23	350	342	363	52	929	946	948
24	379	356	376	53	948	952	976
25	405	371	381	54	967	986	998
26	427	386	408	55	982	998	1000
27	445	401	425	56	1000	1000	
28	460	420	440	57			

GRÁFICA DEL DCP MUESTRA N° 4



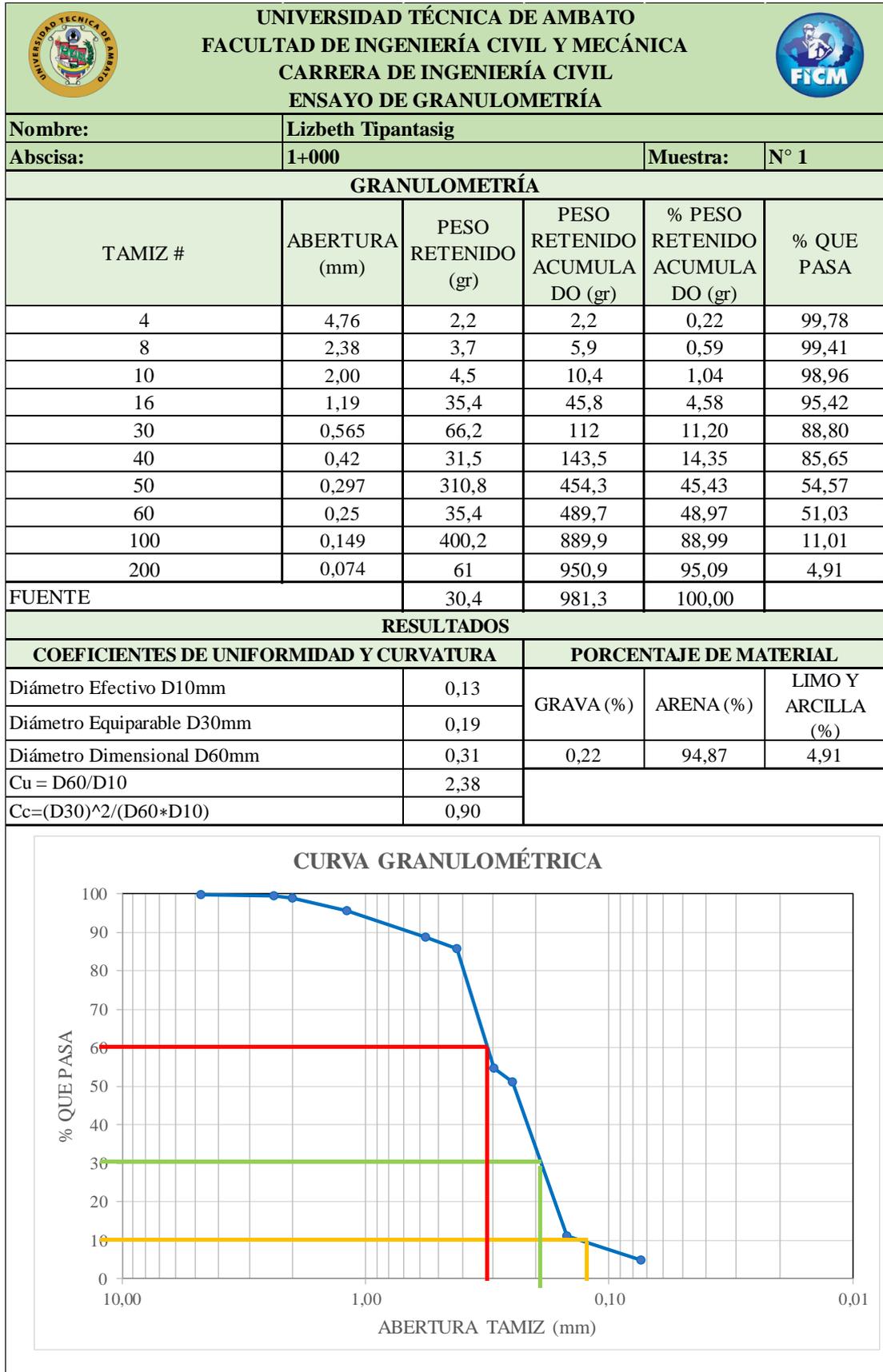
DN (mm/golpe)	
1	16,96
2	16,544
3	16,581
DN Promedio	16,695

ANEXO B

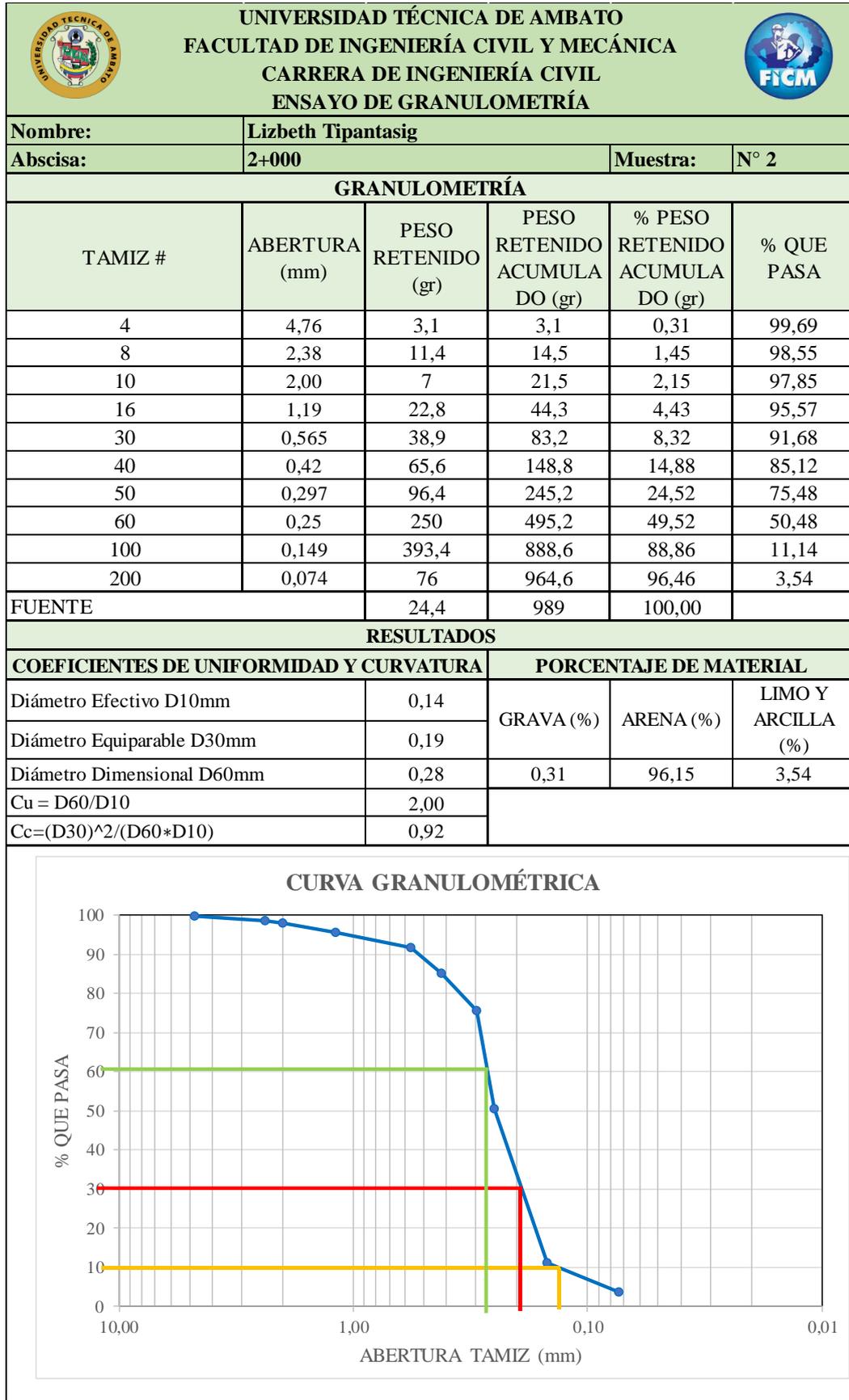
SEGUNDA

FASE

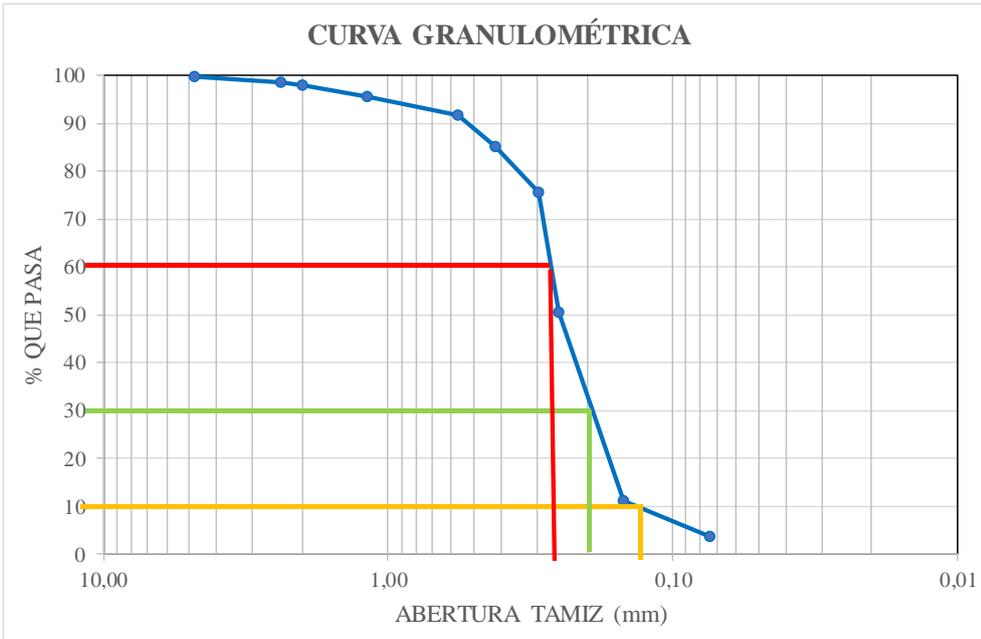
Anexo B-1: Ensayo de Granulometría Muestra N°1 (Subrasante)



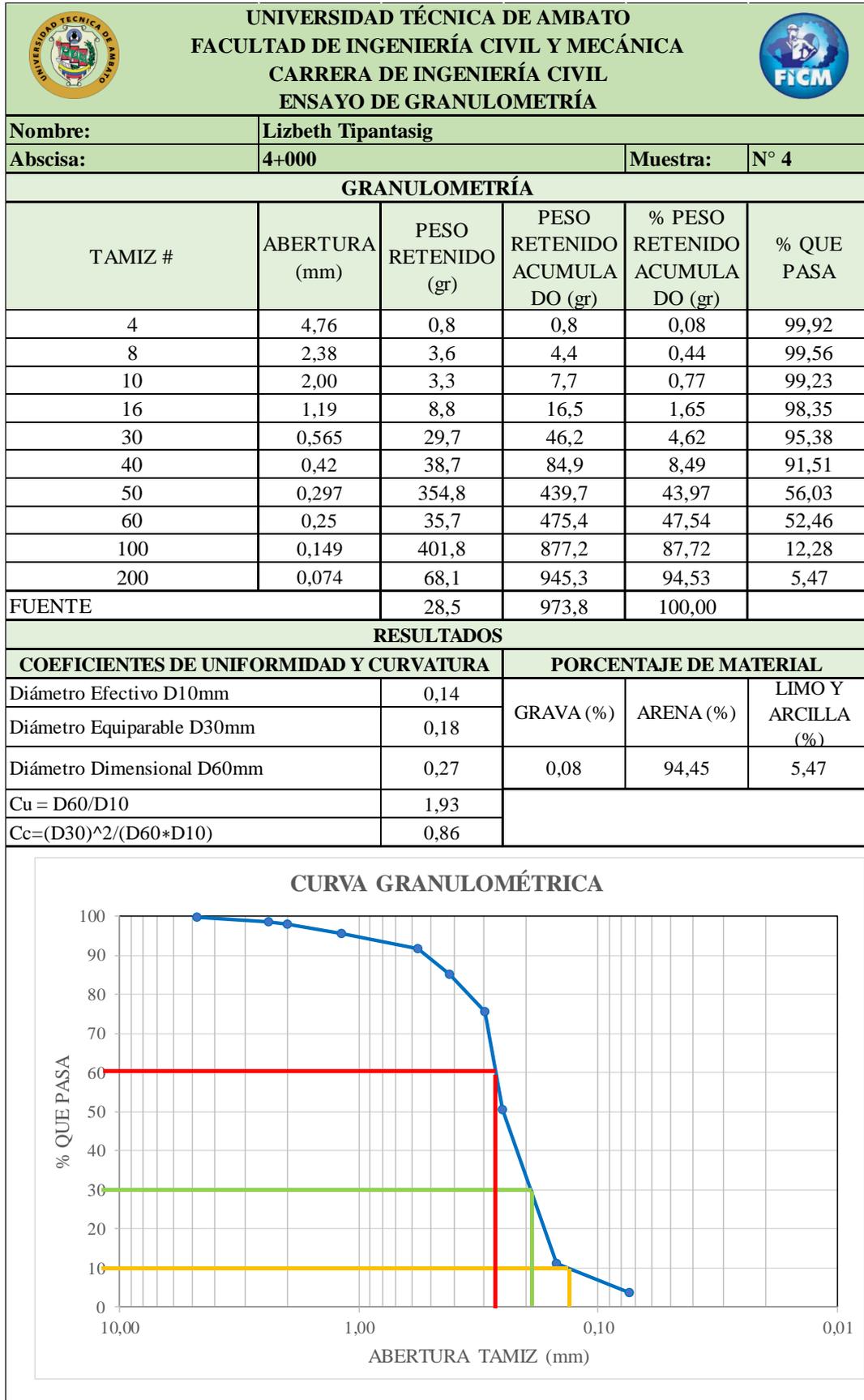
Anexo B-2: Ensayo de Granulometría Muestra N°2 (Subrasante)



Anexo B-3: Ensayo de Granulometría Muestra N°3 (Subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA 					
Nombre:	Lizbeth Tipantasig				
Abscisa:	3+000	Muestra:	N° 3		
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4,76	2,3	2,3	0,23	99,77
8	2,38	8,4	10,7	1,07	98,93
10	2,00	4,5	15,2	1,52	98,48
16	1,19	29,8	45	4,50	95,50
30	0,565	53,4	98,4	9,84	90,16
40	0,42	28,7	127,1	12,71	87,29
50	0,297	236,2	363,3	36,33	63,67
60	0,25	37,5	400,8	40,08	59,92
100	0,149	503,7	904,5	90,45	9,55
200	0,074	65	969,5	96,95	3,05
FUENTE		25,7	995,2	100,00	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL		
Diámetro Efectivo D10mm	0,13	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Equiparable D30mm	0,2				
Diámetro Dimensional D60mm	0,28	0,23	96,72	3,05	
Cu = D60/D10	2,15				
Cc=(D30)^2/(D60*D10)	1,10				
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					

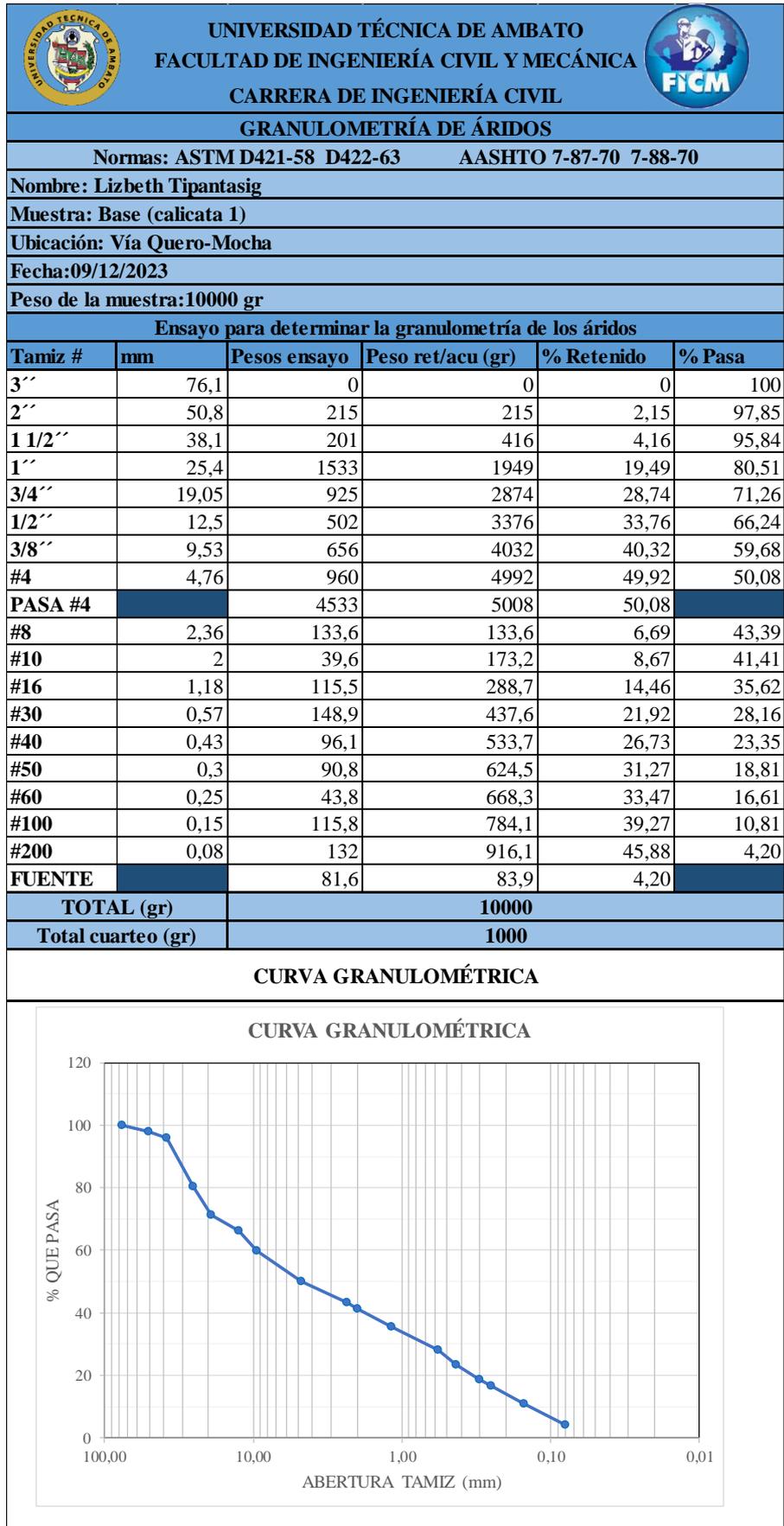
Anexo B-4: Ensayo de Granulometría Muestra N°4 (Subrasante)



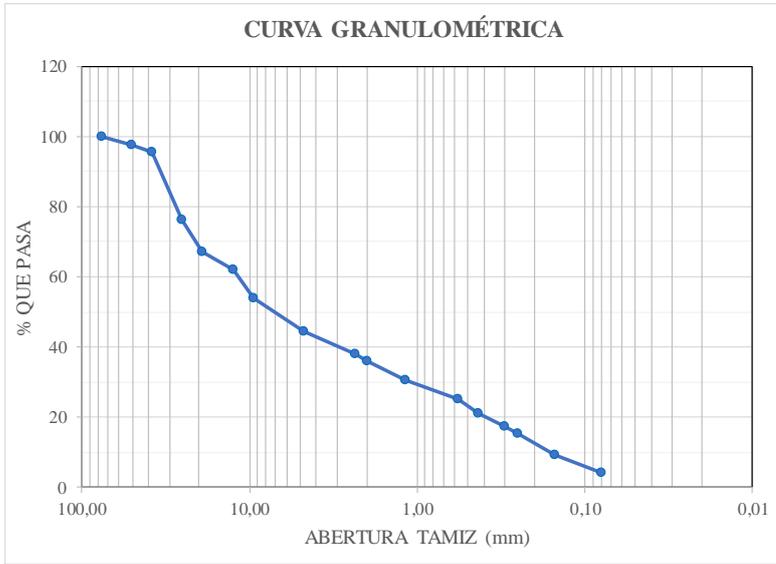
Anexo B-5: Tabla de Clasificación de suelo fino según AASHTO M-145

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						
	A-1		A3	A-2			
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Porcentaje que pasa							
Tamiz N° 10 (2mm)	50 máx	-	-	-	-	-	-
Tamiz N° 40 (0,425mm)	30 máx	50 máx	51 mín	-	-	-	-
Tamiz N° 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40							
Límite líquido (LL)	-	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de Plasticidad (IP)	6 máx	-	No Plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo de uso del Material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena Fina	Grava y arena arcillosa o limosa			
Características de capa y Subrasante	Excelente o Bueno						
Clasificación General	Materiales limosos y arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz N°200)						
Clasificación de Grupo	A-4		A-5	A-6	A-7 A-7-5(*) A-7-6(*)		
Porcentaje que pasa:							
Tamiz N° 10 (2mm)	-	-	-	-	-	-	-
Tamiz N° 40 (0,425mm)	-	-	-	-	-	-	-
Tamiz N° 200 (0,075mm)	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40							
Límite líquido (LL)	40 máx	41 mín	41 mín	40 máx	40 máx	41 mín	41 mín
Índice de Plasticidad (IP)	10 máx	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	11 mín	11 mín
Tipo de uso del material	Suelos limosos				Suelos arcillosos		
Características de capa y Subrasante	Pobre o Malo						

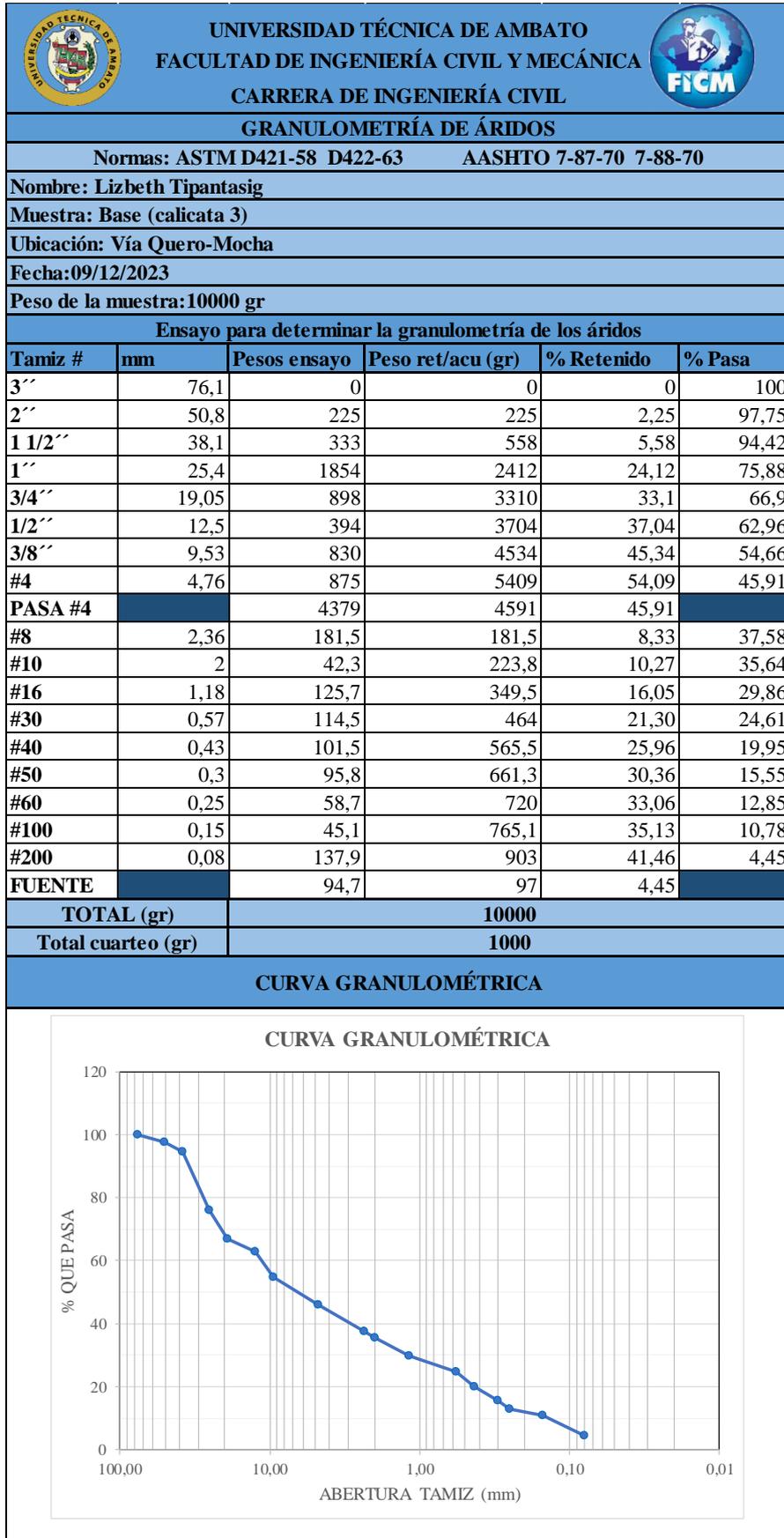
Anexo B-6: Ensayo de Granulometría Muestra N°1 (Base)



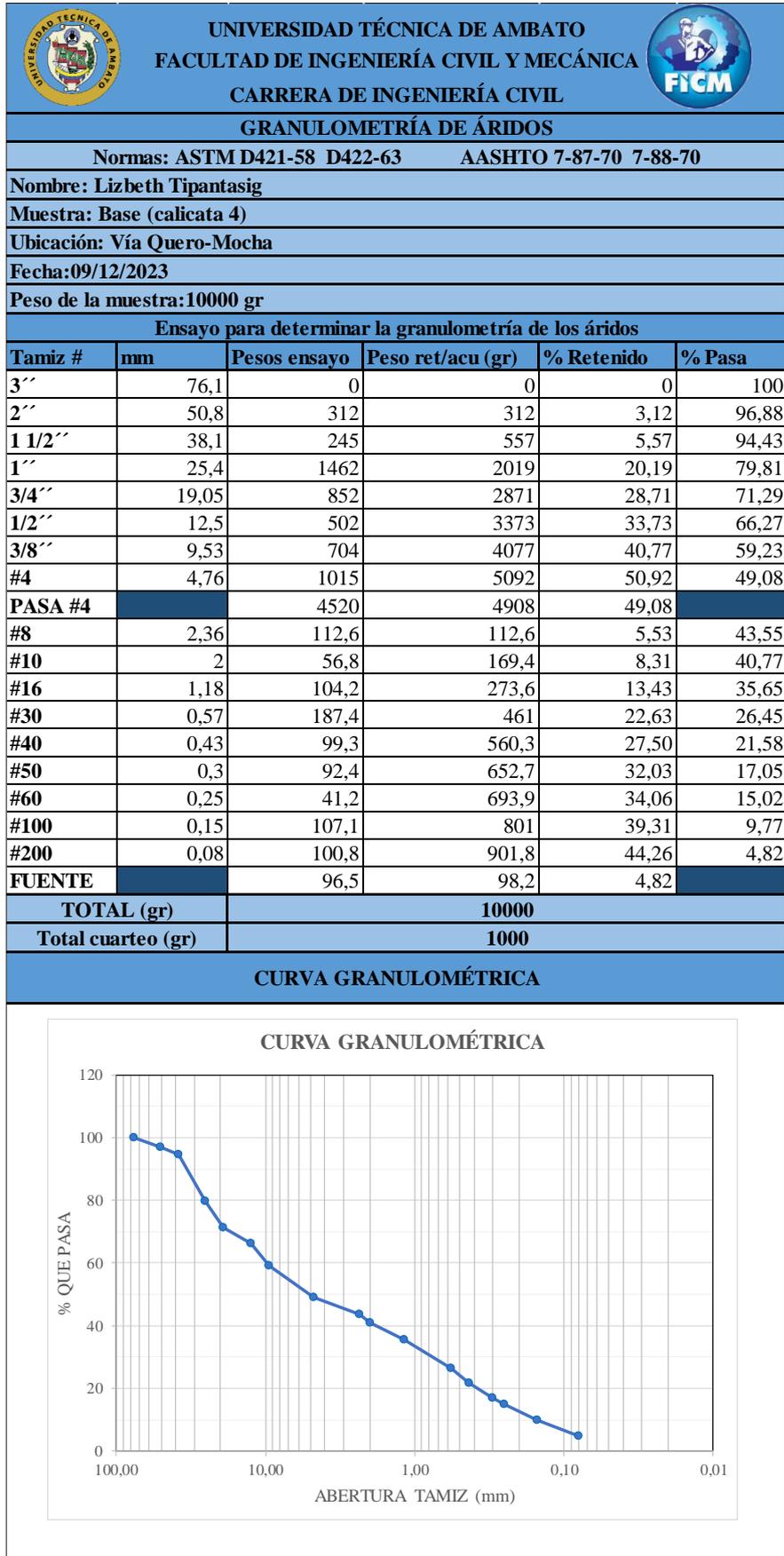
Anexo B-7: Ensayo de Granulometría Muestra N°2 (Base)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
GRANULOMETRÍA DE ÁRIDOS					
Normas: ASTM D421-58 D422-63 AASHTO 7-87-70 7-88-70					
Nombre: Lizbeth Tipantasig					
Muestra: Base (calicata2)					
Ubicación: Vía Quero-Mocha					
Fecha: 09/12/2023					
Peso de la muestra: 10000 gr					
Ensayo para determinar la granulometría de los áridos					
Tamiz #	mm	Pesos ensayo	Peso ret/acu (gr)	% Retenido	% Pasa
3''	76,1	0	0	0	100
2''	50,8	240	240	2,4	97,6
1 1/2''	38,1	210	450	4,5	95,5
1''	25,4	1930	2380	23,8	76,2
3/4''	19,05	922	3302	33,02	66,98
1/2''	12,5	512	3814	38,14	61,86
3/8''	9,53	785	4599	45,99	54,01
#4	4,76	961	5560	55,6	44,4
PASA #4		4410	4440	44,4	
#8	2,36	144,5	144,5	6,42	37,98
#10	2	42,7	187,2	8,31	36,09
#16	1,18	121,4	308,6	13,70	30,70
#30	0,57	123,5	432,1	19,19	25,21
#40	0,43	92,9	525	23,31	21,09
#50	0,3	87,4	612,4	27,19	17,21
#60	0,25	39,2	651,6	28,93	15,47
#100	0,15	138,5	790,1	35,08	9,32
#200	0,08	115,7	905,8	40,22	4,18
FUENTE		75,5	94,2	4,18	
TOTAL (gr)			10000		
Total cuarteo (gr)			1000		
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					

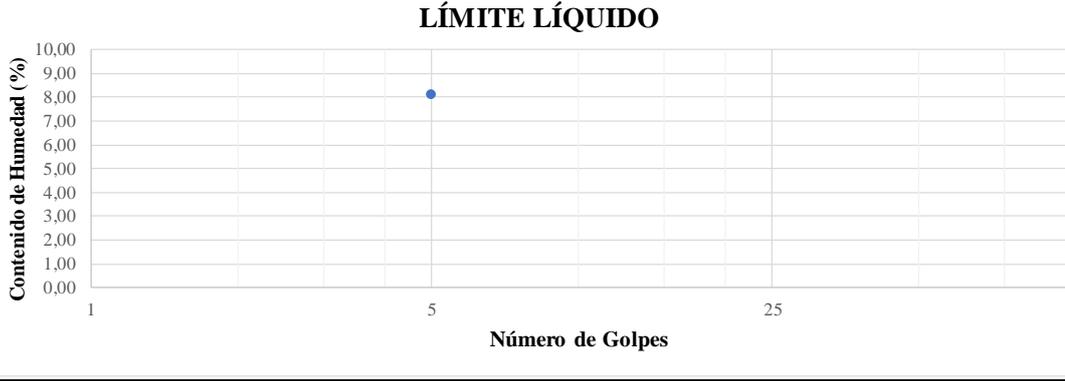
Anexo B-8: Ensayo de Granulometría Muestra N°3 (Base)



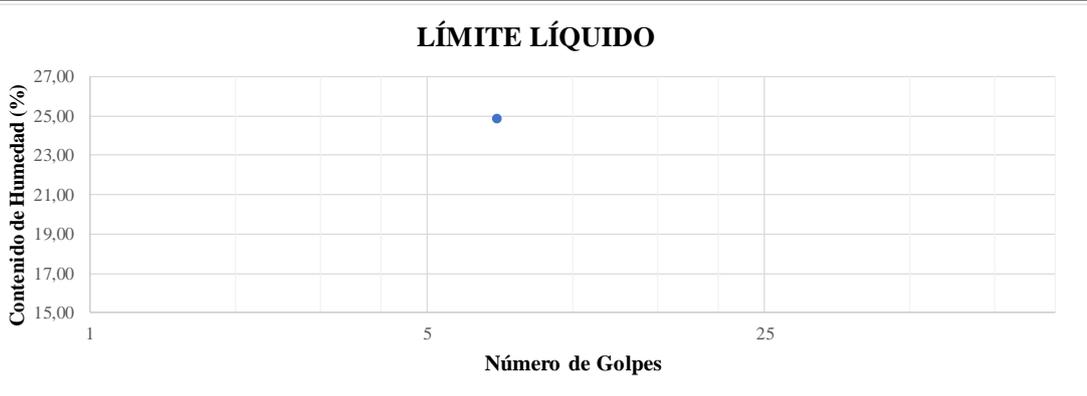
Anexo B-9: Ensayo de Granulometría Muestra N°4 (Base)



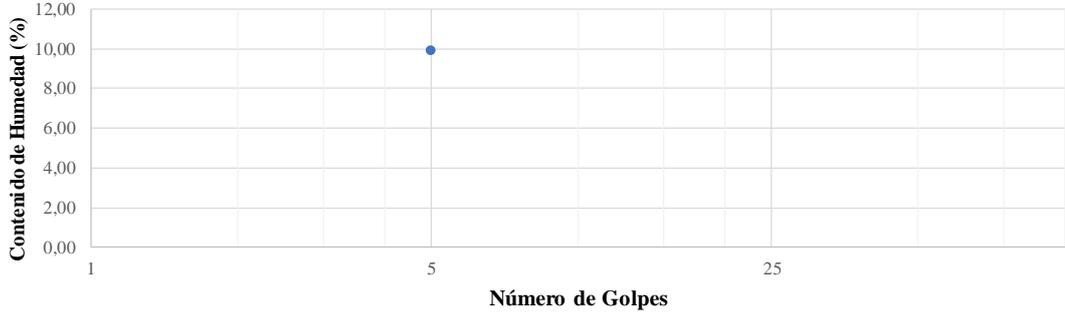
Anexo B-10: Ensayo de Límite líquido y plástico muestra N°1 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG								
Nombre:	Lizbeth Tipantasig	Muestra:	N° 1					
Ubicación:	Vía Quero-Mocha	Fecha:	8/10/2023					
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1,1	5	25,63	23,92	2,00	1,71	21,92	7,80	8,12
1,2		27,05	25,10	2,00	1,95	23,10	8,44	
LÍMITE LÍQUIDO								
 <p>The graph plots 'Contenido de Humedad (%)' on the y-axis (0.00 to 10.00) against 'Número de Golpes' on the x-axis (1, 5, 25). A single data point is plotted at 5 blows and 8.12% moisture content.</p>								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
1,1	3,80	3,35	2,00	0,45	1,35	33,33	32,65	
1,2	3,40	3,01	2,00	0,39	1,01	38,61		
1,3	4,10	3,60	2,00	0,50	1,60	31,50		
1,4	3,70	3,30	2,00	0,40	1,30	30,77		
1,5	3,20	2,93	2,00	0,27	0,93	29,03		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
0,00		32,65			-32,65			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-3			

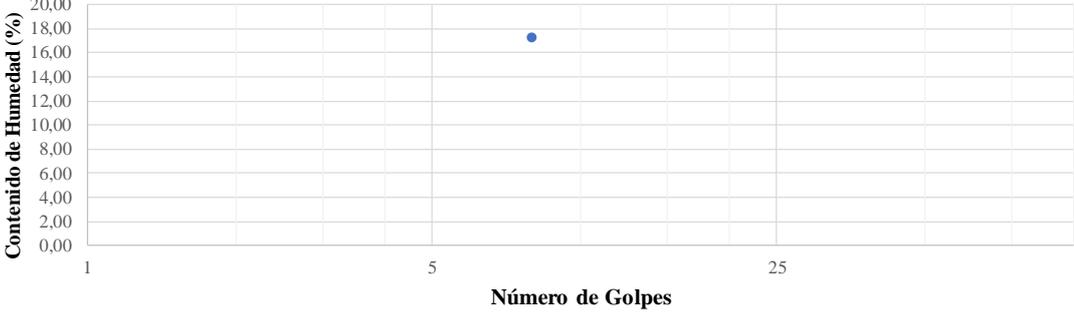
Anexo B-11: Ensayo de Límite líquido y plástico muestra N°2 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG 								
Nombre:	Lizbeth Tipantasig				Muestra:	N° 2		
Ubicación:	Vía Quero-Mocha				Fecha:	8/10/2023		
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
2,1	7	21,34	17,48	2,00	3,86	15,48	24,96	24,88
2,2		20,05	16,47	2,00	3,59	14,47	24,81	
<p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p> 								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
2,1	4,60	4,12	2,00	0,48	2,12	22,70	25,83	
2,2	4,00	3,59	2,00	0,41	1,59	25,55		
2,3	4,00	3,55	2,00	0,45	1,55	29,03		
2,4	4,70	4,17	2,00	0,53	2,17	24,20		
2,5	4,20	3,72	2,00	0,48	1,72	27,68		
RESULTADOS								
Límite Líquido %			Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %		
0,00			25,83			-25,83		
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA			AASHTO			A-3		

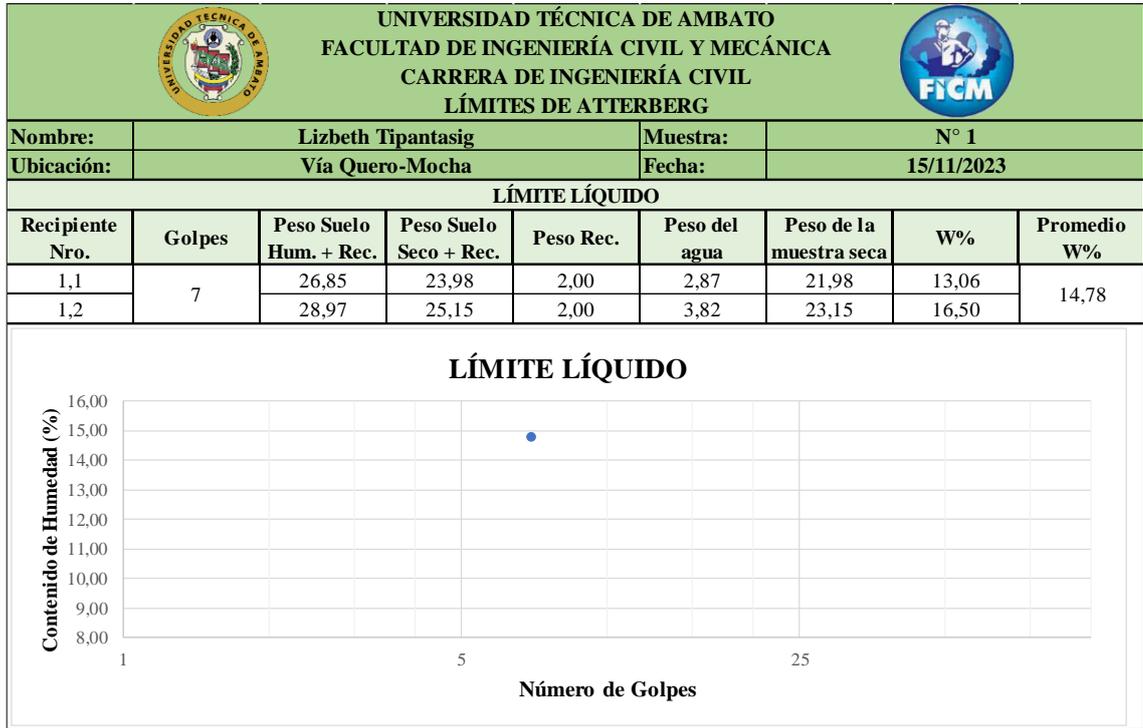
Anexo B-12: Ensayo de Límite líquido y plástico muestra N°3 (subrasante)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
Nombre:	Lizbeth Tipantasig			Muestra:	N° 3			
Ubicación:	Vía Quero-Mocha			Fecha:	8/10/2023			
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
3,1	5	19,71	18,15	2,00	1,56	16,15	9,66	9,94
3,2		21,51	19,70	2,00	1,81	17,70	10,23	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
3,1	4,22	3,87	2,00	0,35	1,87	18,78	21,84	
3,2	4,20	3,75	2,00	0,45	1,75	25,57		
3,3	4,05	3,68	2,00	0,37	1,68	22,20		
3,4	3,27	3,05	2,00	0,21	1,05	20,36		
3,5	3,71	3,40	2,00	0,31	1,40	22,30		
RESULTADOS								
Límite Líquido %			Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %		
0,00			21,84			-21,84		
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA			AASHTO			A-3		

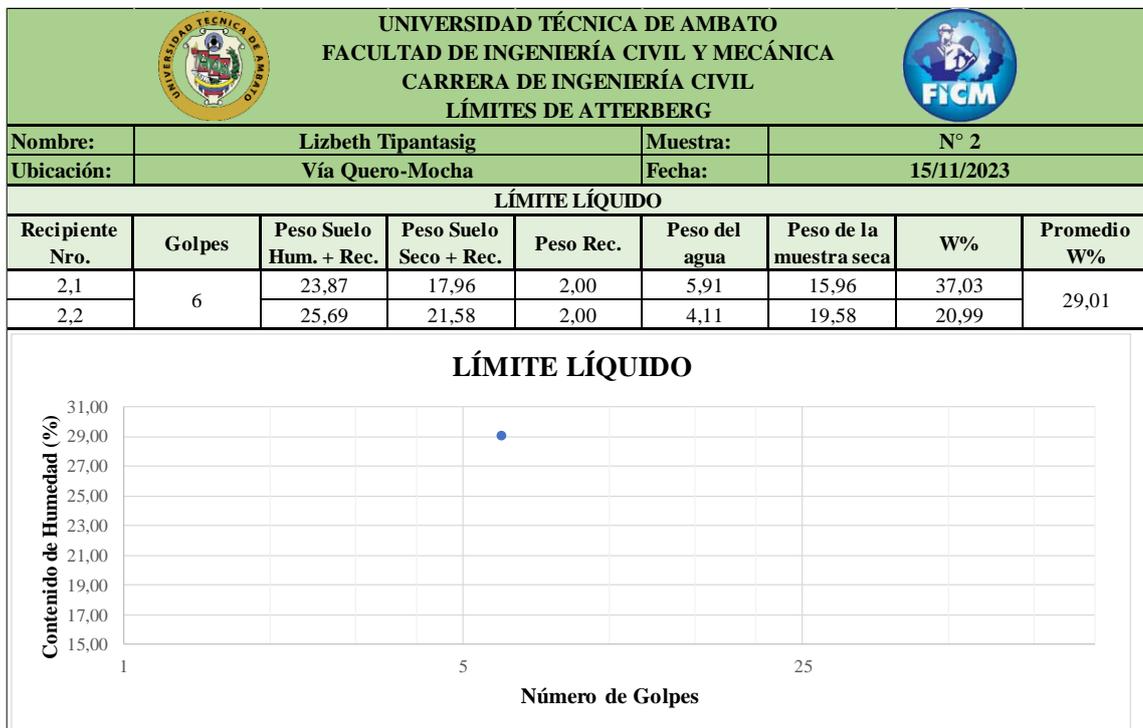
Anexo B-13: Ensayo de Límite líquido y plástico muestra N°4 (subrasante)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
Nombre:	Lizbeth Tipantasig			Muestra:	N° 4			
Ubicación:	Vía Quero-Mocha			Fecha:	8/10/2023			
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
4,1	8	20,13	17,86	2,00	2,27	15,86	14,31	17,21
4,2		21,36	18,12	2,00	3,24	16,12	20,10	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
4,1	3,95	3,55	2,00	0,40	1,55	25,81	20,74	
4,2	4,04	3,63	2,00	0,41	1,63	25,15		
4,3	4,16	3,72	2,00	0,44	1,72	25,58		
4,4	3,75	3,73	2,00	0,02	1,73	1,16		
4,5	3,89	3,50	2,00	0,39	1,50	26,00		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
0,00		20,74			-20,74			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-3			

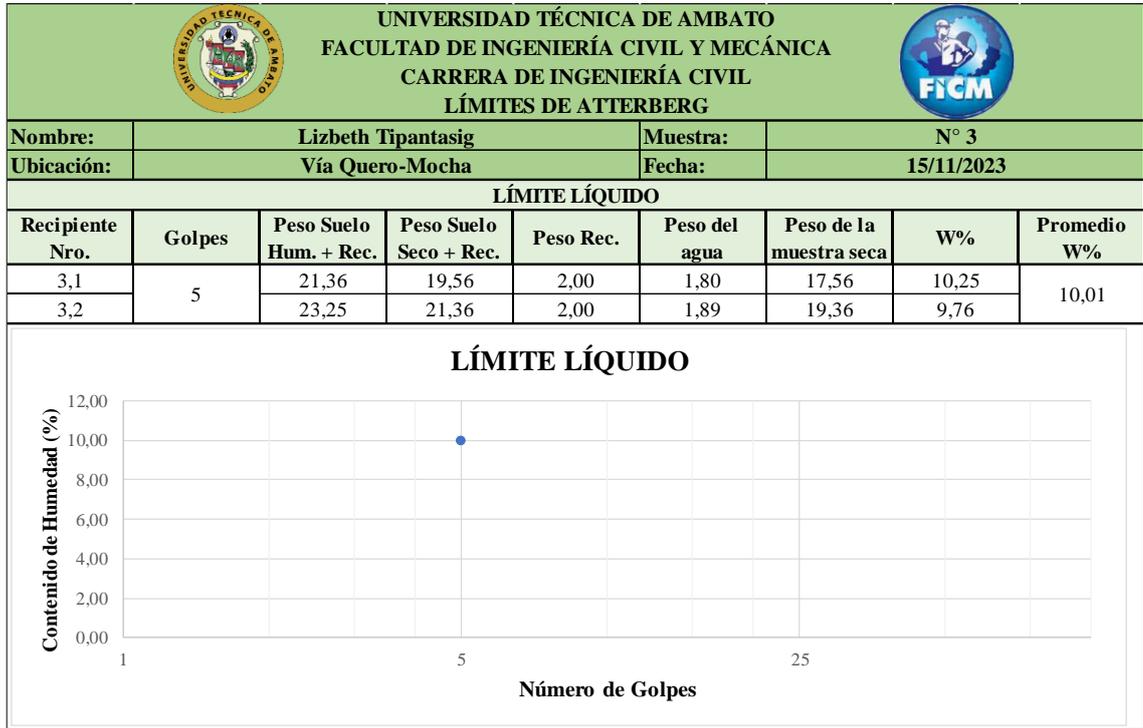
Anexo B-14: Ensayo de Límite líquido muestra N°1 (base)



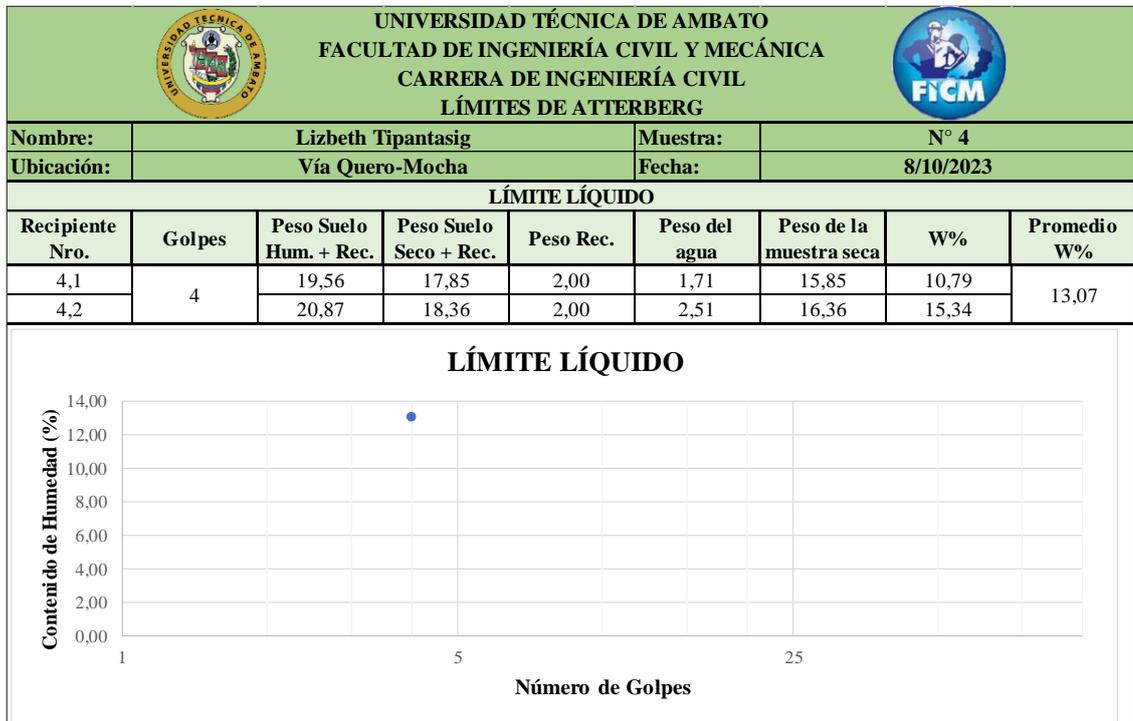
Anexo B-15: Ensayo de Límite líquido muestra N°2 (base)



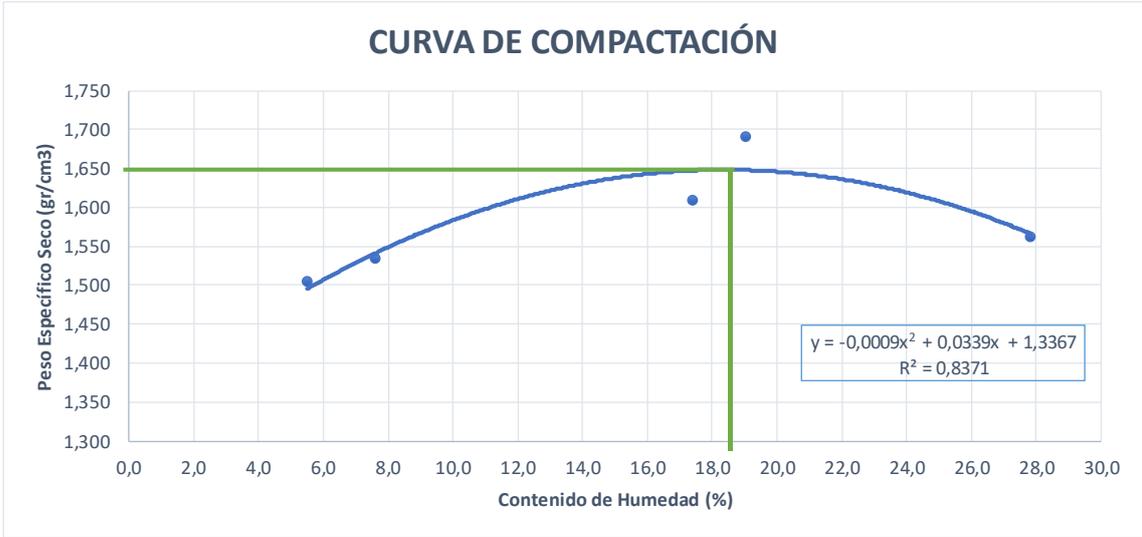
Anexo B-16: Ensayo de Límite líquido muestra N°3 (base)



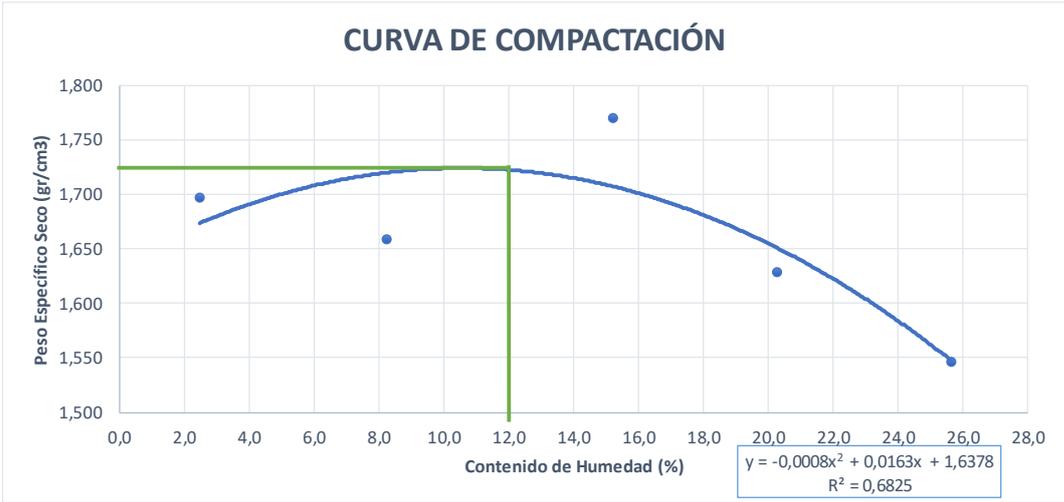
Anexo B-17: Ensayo de Límite líquido muestra N°4 (base)



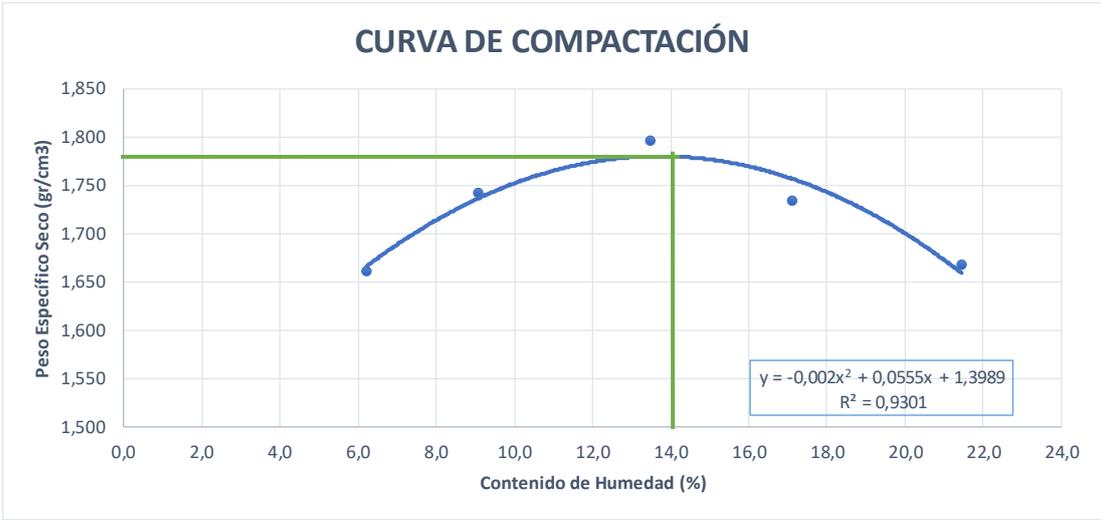
Anexo B-18: Ensayo de Proctor Modificado muestra N°1 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO					
ABS:	0+000 - 1+000	NÚMERO DE CALICATA:	1		
NORMA:	AASHTO T180 - ASTM D1557	REALIZADO POR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO		
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	5000	Peso del molde (gr):	3769		
		Volumen del molde (cm3):	942,53		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	2	5	7	9
	0	100	250	350	450
Suelo húmedo + molde (gr)	5264,2	5324,5	5548,9	5666,3	5650,1
Peso suelo húmedo (gr)	1495,00	1555,3	1779,7	1897,1	1880,9
Peso unitario húm. (gr)	1,59	1,65	1,89	2,01	2,00
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	O-5	L-4	I-7	R-3	T-2
Peso del recipiente (gr)	41,56	64,28	38,47	46,31	47,23
Peso suelo húm. + recip (gr)	188,26	238,63	161,25	200,22	185,00
Peso suelo seco + recip (gr)	180,60	226,31	143,06	175,60	155,00
Peso del agua (gr)	7,66	12,32	18,19	24,62	30
Peso suelo seco (gr)	139,04	162,03	104,59	129,29	107,77
Contenido de agua (%)	5,51	7,60	17,39	19,04	27,84
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,50	1,53	1,61	1,69	1,56
Resultados					
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1,648		
Humedad Óptima:			18,39		
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA					
<p align="center">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p>The graph displays the relationship between dry density and moisture content for the modified Proctor test. The y-axis represents 'Peso Específico Seco (gr/cm3)' ranging from 1,300 to 1,750. The x-axis represents 'Contenido de Humedad (%)' ranging from 0,0 to 30,0. A blue curve is plotted through five data points. A vertical green line indicates the optimum moisture content at 18,39%, and a horizontal green line indicates the maximum dry density at 1,648 gr/cm3. A text box in the lower right corner of the graph area contains the equation $y = -0,0009x^2 + 0,0339x + 1,3367$ and the coefficient of determination $R^2 = 0,8371$.</p>					

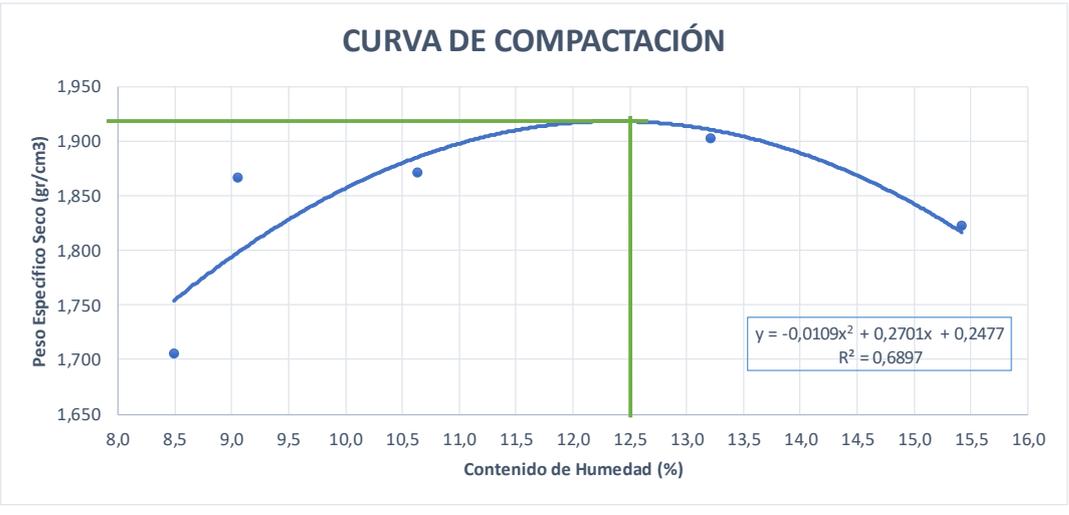
Anexo B-19: Ensayo de Proctor Modificado muestra N°2 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO					
ABS:	1+000 - 2+000	NÚMERO DE CALICATA:	2		
NORMA:	AASHTO T180 - ASTM D1557				
REALIZADO POR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO				
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	5000	Peso del molde (gr):	3769		
		Volumen del molde (cm3):	942,53		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	2	5	7	9
Humedad inicial añadida (cc)	0	100	250	350	450
Suelo húmedo + molde (gr)	5407,8	5461,1	5690,7	5614,7	5600
Peso suelo húmedo (gr)	1638,60	1691,9	1921,5	1845,5	1830,8
Peso unitario húm. (gr)	1,74	1,80	2,04	1,96	1,94
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	R-5	D-5	H-2	D-7	M-7
Peso del recipiente (gr)	42,84	65,09	39,26	45,77	48,01
Peso suelo húm. + recip (gr)	195,33	248,17	171,26	206,78	195,00
Peso suelo seco + recip (gr)	191,65	234,25	153,83	179,62	165,00
Peso del agua (gr)	3,68	13,92	17,43	27,16	30
Peso suelo seco (gr)	148,81	169,16	114,57	133,85	116,99
Contenido de agua (%)	2,47	8,23	15,21	20,29	25,64
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,70	1,66	1,77	1,63	1,55
Resultados					
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1,724		
Humedad Óptima:			10,55		
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA					
<p align="center">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p align="center"> $y = -0,0008x^2 + 0,0163x + 1,6378$ $R^2 = 0,6825$ </p>					

Anexo B-20: Ensayo de Proctor Modificado muestra N°3 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO					
ABS:	2+000-3+000	NÚMERO DE CALICATA:	3		
NORMA:	AASHTO T180 - ASTM D1557	REALIZADO POR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO		
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	5000	Peso del molde (gr):	3769		
		Volumen del molde (cm3):	942,53		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	3	5	7	8
Humedad inicial añadida (cc)	80	150	250	350	400
Suelo húmedo + molde (gr)	5431	5558,9	5689,6	5682,6	5677
Peso suelo húmedo (gr)	1661,80	1789,7	1920,4	1913,4	1907,8
Peso unitario húm. (gr)	1,76	1,90	2,04	2,03	2,02
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	R-4	F-3	D-7	C-7	J-5
Peso del recipiente (gr)	42,67	55,11	45,78	41,22	41,22
Peso suelo húm. + recip (gr)	194,27	201,58	179,32	196,98	201,30
Peso suelo seco + recip (gr)	185,41	189,38	163,46	174,23	173,03
Peso del agua (gr)	8,86	12,2	15,86	22,75	28,27
Peso suelo seco (gr)	142,74	134,27	117,68	133,01	131,81
Contenido de agua (%)	6,21	9,09	13,48	17,10	21,45
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,66	1,74	1,80	1,73	1,67
Resultados					
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1,780				
Humedad Óptima:	13,72				
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA					
<p align="center">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p align="center"> $y = -0,002x^2 + 0,0555x + 1,3989$ $R^2 = 0,9301$ </p>					

Anexo B-21: Ensayo de Proctor Modificado muestra N°4 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO					
ABS:	3+000-4+000	NÚMERO DE CALICATA:	4		
NORMA:	AASHTO T180 - ASTM D1557				
REALIZADO POR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO				
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	25	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	5000	Peso del molde (gr):	3769		
		Volumen del molde (cm3):	942,53		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	3	5	6	7
Humedad inicial añadida (cc)	0	150	250	300	350
Suelo húmedo + molde (gr)	5512,3	5687,1	5719,7	5798,2	5750,7
Peso suelo húmedo (gr)	1743,10	1917,9	1950,5	2029,0	1981,5
Peso unitario húm. (gr)	1,85	2,03	2,07	2,15	2,10
Determinación del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	T-5	M-7	H-7	E-3	W-2
Peso del recipiente (gr)	42,01	53,12	48,75	44,96	39,15
Peso suelo húm. + recip (gr)	196,31	206,47	185,23	197,41	205,42
Peso suelo seco + recip (gr)	184,23	193,74	172,11	179,62	183,21
Peso del agua (gr)	12,08	12,73	13,12	17,79	22,21
Peso suelo seco (gr)	142,22	140,62	123,36	134,66	144,06
Contenido de agua (%)	8,49	9,05	10,64	13,21	15,42
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,70	1,87	1,87	1,90	1,82
Resultados					
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1,918		
Humedad Óptima:			12,37		
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA					
<p align="center">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> 					

Anexo B-22: Ensayo de Proctor Modificado muestra N°1 (base)



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
PROCTOR MODIFICADO**



ABS: 0+000 - 1+000
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 **No. CALICATA:** 1
REALIZADO POR: LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO
LUGAR: VÍA QUERO-MOCHA

PROCTOR MODIFICADO

Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	5431
		Volumen del molde (cm3):	2101,91

Proceso de Compactación

Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	2	5	7	9
Humedad inicial añadoda en (cc)	0	100	250	350	450
Suelo húmedo + molde (gr)	9410,8	9506,7	9602,4	9741,6	9725,6
Peso suelo húmedo (gr)	3979,80	4075,7	4171,4	4310,6	4294,6
Peso unitario húm. (gr)	1,89	1,94	1,98	2,05	2,04

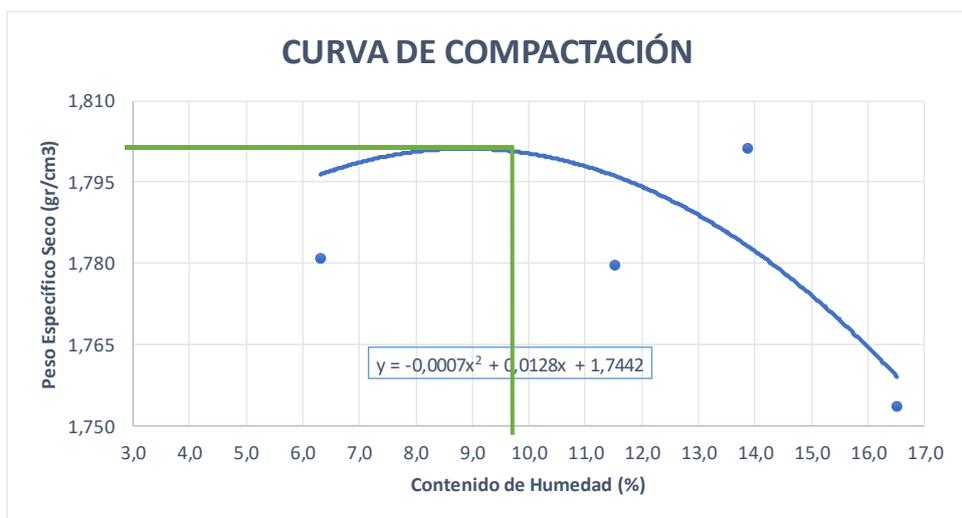
Determinación del Contenido de Humedad

Numero de recipiente	K-4	K-7	G-3	D-7	Z-1
Peso del recipiente (gr)	53,06	44,85	66,74	58,74	49,75
Peso suelo húm. + recip (gr)	220,31	173,25	239,11	283,61	271,56
Peso suelo seco + recip (gr)	210,36	165,20	221,31	256,23	240,11
Peso del agua (gr)	9,95	8,05	17,80	27,38	31,45
Peso suelo seco (gr)	157,3	120,35	154,57	197,49	190,36
Contenido de agua (%)	6,33	6,69	11,52	13,86	16,52
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,78	1,82	1,78	1,80	1,75

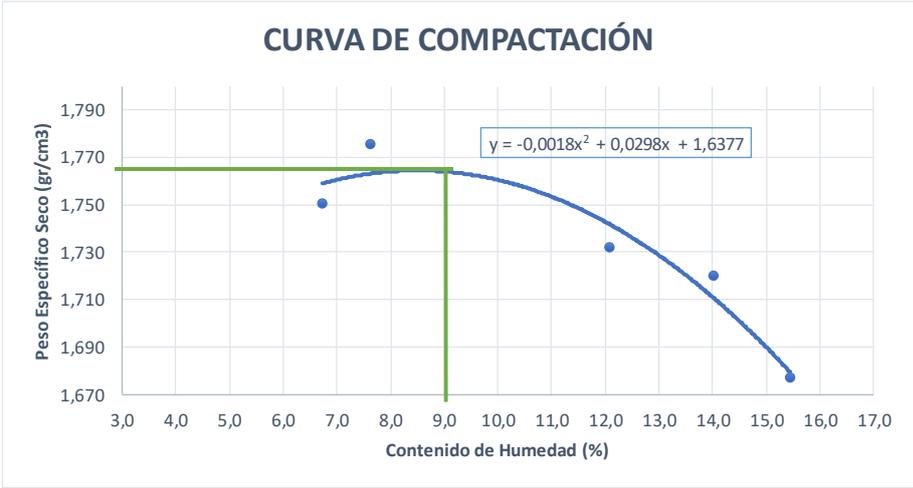
Resultados

Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1,801
Humedad Óptima:	8,88

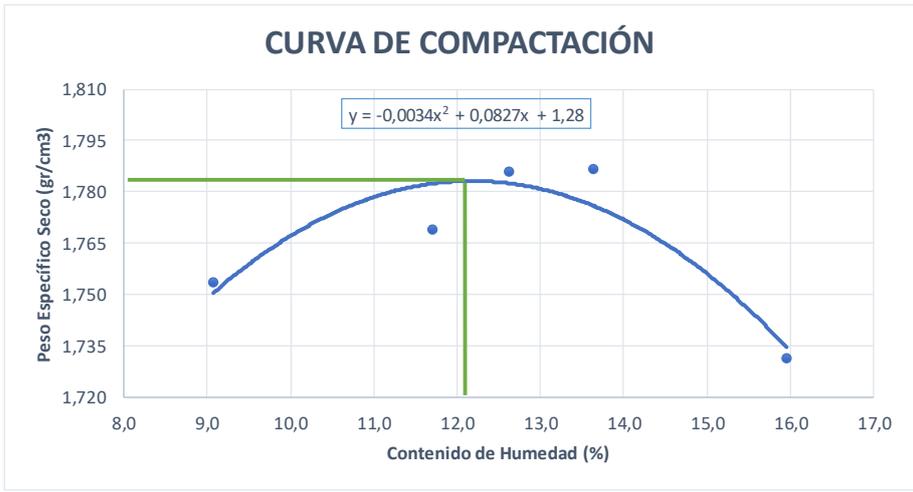
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



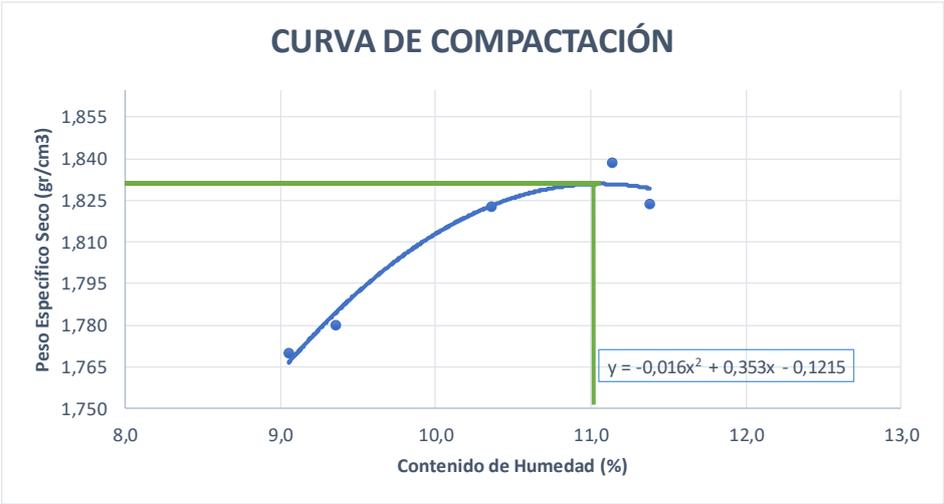
Anexo B-23: Ensayo de Proctor Modificado muestra N°2 (base)

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO				
	ABS: 1+000-2+000 NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 REALIZADO POR: LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO LUGAR: VÍA QUERO-MOCHA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	5431		
		Volumen del molde (cm3):	2101,91		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	3	6	9	12
Humedad inicial añadada en (cc)	0	150	300	450	600
Suelo húmedo + molde (gr)	9358,2	9446,2	9511,3	9552,6	9500
Peso suelo húmedo (gr)	3927,20	4015,2	4080,3	4121,6	4069,0
Peso unitario húm. (gr)	1,87	1,91	1,94	1,96	1,94
Determinacion del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	H-6	V-7	R-2	D-3	W-7
Peso del recipiente (gr)	51,36	41,56	58,41	52,14	56,13
Peso suelo húm. + recip (gr)	229,54	195,12	215,46	256,31	284,12
Peso suelo seco + recip (gr)	218,30	184,25	198,54	231,22	253,62
Peso del agua (gr)	11,24	10,87	16,92	25,09	30,5
Peso suelo seco (gr)	166,94	142,69	140,13	179,08	197,49
Contenido de agua (%)	6,73	7,62	12,07	14,01	15,44
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,75	1,78	1,73	1,72	1,68
Resultados					
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1,764		
Humedad Óptima:			8,49		
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA					
<div style="text-align: center;">  <p align="center">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> <p align="center">$y = -0,0018x^2 + 0,0298x + 1,6377$</p> </div>					

Anexo B-24: Ensayo de Proctor Modificado muestra N°3 (base)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO					
ABS:	2+00-3+00	No. CALICATA:	3		
NORMA:	AASHTO T180 - ASTM D1557				
REALIZADO POR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO				
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA				
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	5431		
		Volumen del molde (cm3):	2101,91		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	3	6	9	12
Humedad inicial añadoda en (cc)	0	150	300	450	600
Suelo húmedo + molde (gr)	9451,3	9584,2	9658,2	9698,6	9650,2
Peso suelo húmedo (gr)	4020,30	4153,2	4227,2	4267,6	4219,2
Peso unitario húm. (gr)	1,91	1,98	2,01	2,03	2,01
Determinacion del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	B-7	J-2	F-3	E-1	C-9
Peso del recipiente (gr)	49,36	44,58	55,41	53,12	54,87
Peso suelo húm. + recip (gr)	246,58	212,85	230,15	278,12	291,26
Peso suelo seco + recip (gr)	230,18	195,22	210,56	251,12	258,74
Peso del agua (gr)	16,40	17,63	19,59	27,00	32,52
Peso suelo seco (gr)	180,82	150,64	155,15	198	203,87
Contenido de agua (%)	9,07	11,70	12,63	13,64	15,95
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,75	1,77	1,79	1,79	1,73
Resultados					
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1,783		
Humedad Óptima:			12,18		
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <h3 style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</h3>  <p style="text-align: center;">$y = -0,0034x^2 + 0,0827x + 1,28$</p> </div>					

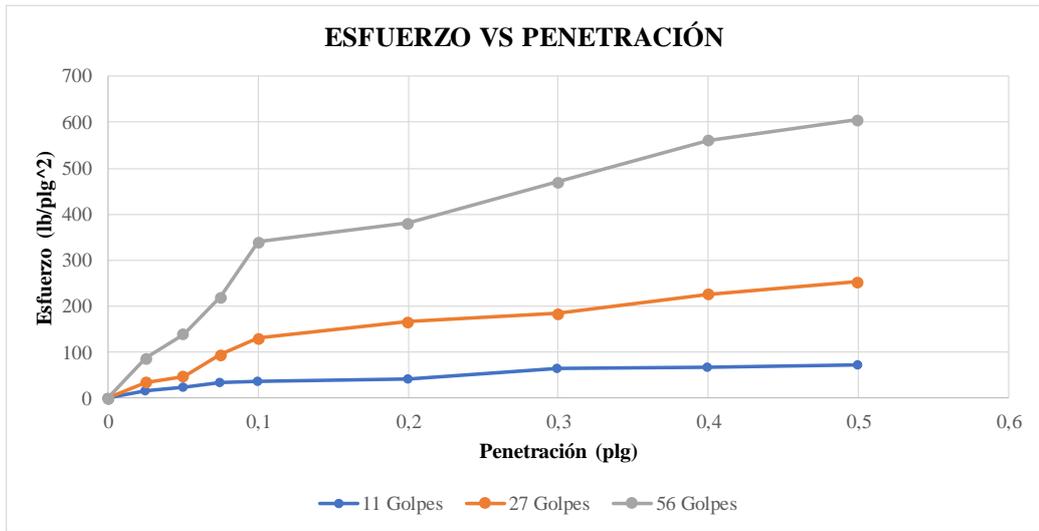
Anexo B-25: Ensayo de Proctor Modificado muestra N°4 (base)

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO				
	ABS: 3+000-4+000 NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 REALIZADO POR: LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO LUGAR: VÍA QUERO-MOCHA		No. CALICATA: 4		
PROCTOR MODIFICADO					
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "		
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb		
Peso inicial deseado (gr):	2500	Peso del molde (gr):	5431		
		Volumen del molde (cm3):	2101,91		
Proceso de Compactación					
Numero de ensayo	1	2	3	4	5
% Rango en aumento	0	2	4	6	8
Humedad inicial añadoda en (cc)	0	100	200	300	400
Suelo húmedo + molde (gr)	9487,6	9521,6	9658,2	9725,4	9700,3
Peso suelo húmedo (gr)	4056,60	4090,6	4227,2	4294,4	4269,3
Peso unitario húm. (gr)	1,93	1,95	2,01	2,04	2,03
Determinacion del Contenido de Humedad					
Numero de recipiente	B-7	J-2	F-3	E-1	C-9
Peso del recipiente (gr)	45,12	49,63	57,84	50,26	52,31
Peso suelo húm. + recip (gr)	259,12	232,15	245,12	287,96	285,14
Peso suelo seco + recip (gr)	241,36	216,54	227,54	264,13	261,35
Peso del agua (gr)	17,76	15,61	17,58	23,83	23,79
Peso suelo seco (gr)	196,24	166,91	169,7	213,87	209,04
Contenido de agua (%)	9,05	9,35	10,36	11,14	11,38
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,77	1,78	1,82	1,84	1,82
Resultados					
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1,831				
Humedad Óptima:	11,06				
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA					
					

Anexo B-26: Ensayo de CBR muestra N°1 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CALIFORNIA BEARING RATIO 						
ABS: 0+000 - 1+000				NÚMERO DE CALICATA: 1		
NORMA: ASTM D1883				REALIZADO POR: LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO		
LUGAR: VÍA QUERO-MOCHA						
CBR de Laboratorio						
Número de moldes	10		11		12	
Características	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,19
	Altura:	17,77	Altura:	17,77	Altura:	17,78
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10098,3		10326,4		10498,7	
Masa del molde (gr)	6447,4		6459,2		6485,6	
Masa muestra húmeda (gr)	3650,9		3867,2		4013,1	
Volumen muestra (cm ³)	2325,05		2318,93		2109,40	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,57		1,67		1,90	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,417		1,492		1,687	
Contenido de Humedad						
Número del recipiente	E-9		R-2		M-4	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	195,20		201,40		265,33	
Masa suelo seco + recip. (gr)	181,60		184,80		245,67	
Masa recipiente (gr)	55,70		43,90		92,10	
Masa del agua (gr)	13,60		16,60		19,66	
Masa suelo seco (gr)	125,90		140,90		153,57	
Contenido de humedad w%	10,80		11,78		12,80	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10296,3		10406,7		10587,6	
Masa del molde (gr)	6447,4		6459,2		6485,6	
Masa muestra húmeda (gr)	3848,9		3947,5		4102	
Volumen muestra (cm ³)	2325,05		2318,93		2109,40	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,655		1,70		1,94	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,325		1,451		1,611	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,37		1,47		1,65	
Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	T-5		C-1		L-6	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	181,32		217,45		216,58	
Masa suelo seco + recip. (gr)	154,23		191,25		187,52	
Masa recipiente (gr)	45,70		39,81		47,33	
Masa del agua (gr)	27,09		26,20		29,06	
Masa suelo seco (gr)	108,53		151,44		140,19	
Contenido de humedad w%	24,96		17,30		20,73	
w% promedio	14,16		5,52		7,93	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,21	108,86	0,46	238,45	1,16	601,32
50	0,33	171,07	0,63	326,58	1,86	964,19
75	0,45	233,27	1,26	653,16	2,92	1513,67
100	0,48	248,82	1,74	901,98	4,52	2343,07
150	0,55	285,11	2,22	1150,80	5,06	2623,00
200	0,86	445,81	2,45	1270,03	6,25	3239,87
250	0,90	466,54	3,02	1565,51	7,45	3861,92
300	0,96	497,64	3,36	1741,75	8,05	4172,95
400	1,03	533,93	4,15	2151,27	9,16	4748,35
500	1,36	705,00	4,38	2270,50	10,74	5567,39

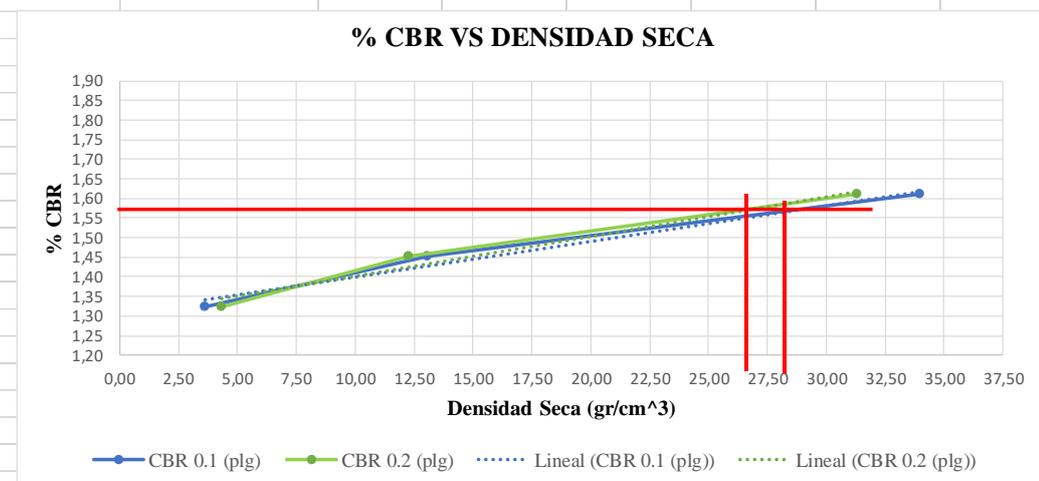
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	2343,07	33,98	1,61	3239,87	31,33	1,61
B	901,98	13,08	1,45	1270,03	12,28	1,45
A	248,82	3,61	1,32	445,81	4,31	1,32

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

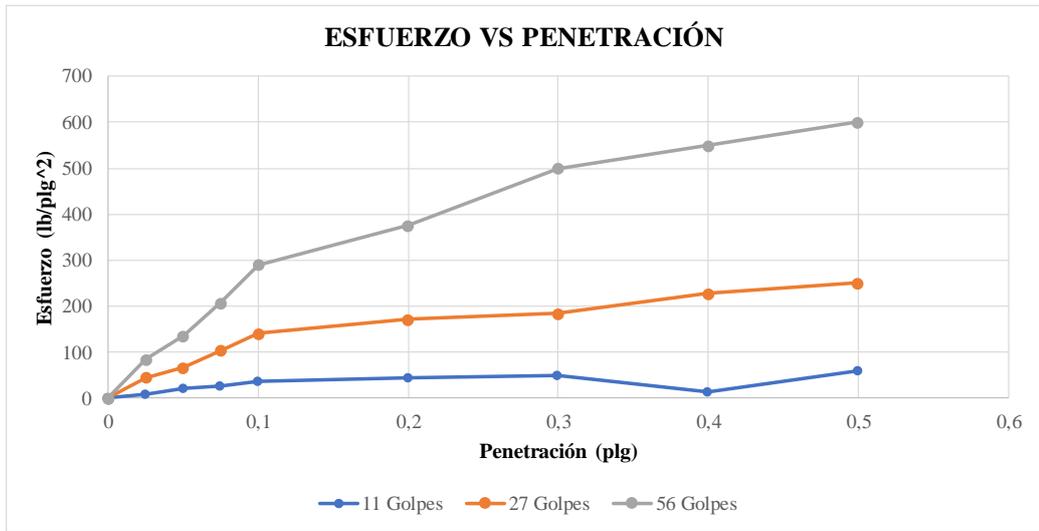


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,648		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1,566	28,30	27,02	28,30
CBR PUNTUAL (%)			28,30	

Anexo B-27: Ensayo de CBR muestra N°2 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CALIFORNIA BEARING RATIO 						
ABS:		1+000-2+000		NÚMERO DE CALICATA:		2
NORMA:		ASTM D1883 AASHTO T-180		REALIZADO POR:		LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO
LUGAR:		VÍA QUERO-MOCHA				
CBR de Laboratorio						
Número de moldes	44		18		15	
Características	Diámetro:	15,16	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,17
	Altura:	17,79	Altura:	17,75	Altura:	17,69
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	9661,2		10049,6		10131,7	
Masa del molde (gr)	5726		5925		5809	
Masa muestra húmeda (gr)	3935,2		4124,6		4322,7	
Volumen muestra (cm ³)	2319,48		2321,42		2087,58	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,70		1,78		2,07	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,541		1,611		1,879	
Contenido de Humedad						
Número del recipiente	Y-1		T-6		M-8	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	207,43		213,10		275,36	
Masa suelo seco + recip. (gr)	193,60		197,40		258,63	
Masa recipiente (gr)	56,49		45,09		94,78	
Masa del agua (gr)	13,83		15,70		16,73	
Masa suelo seco (gr)	137,11		152,31		163,85	
Contenido de humedad w%	10,09		10,31		10,21	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10147,8		10458,2		10504,1	
Masa del molde (gr)	5726		5925		5809	
Masa muestra húmeda (gr)	4421,8		4533,2		4695,1	
Volumen muestra (cm ³)	2319,48		2321,42		2087,58	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,906		1,95		2,25	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,559		1,622		1,890	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,55		1,62		1,88	
Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	A-4		B-8		P-4	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	191,28		211,83		227,11	
Masa suelo seco + recip. (gr)	164,88		182,95		198,57	
Masa recipiente (gr)	46,26		41,40		48,39	
Masa del agua (gr)	26,40		28,88		28,54	
Masa suelo seco (gr)	118,62		141,55		150,18	
Contenido de humedad w%	22,26		20,40		19,00	
w% promedio	12,17		10,09		8,79	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,12	62,21	0,60	311,03	1,12	580,58
50	0,28	145,15	0,89	461,36	1,80	933,08
75	0,34	176,25	1,39	720,55	2,75	1425,54
100	0,50	259,19	1,87	969,37	3,86	2000,94
150	0,58	300,66	2,28	1181,90	4,99	2586,71
200	0,65	336,95	2,45	1270,03	6,65	3447,22
250	0,20	103,68	3,03	1570,69	7,30	3784,17
300	0,80	414,70	3,33	1726,20	7,99	4141,85
400	0,86	445,81	4,13	2140,91	9,10	4717,25
500	1,31	679,08	4,42	2291,24	10,60	5494,82

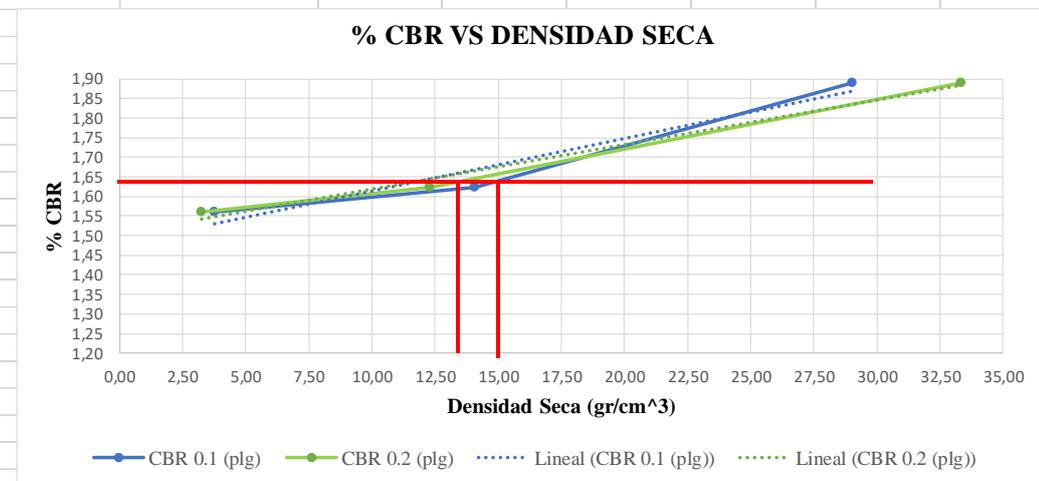
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	2000,94	29,02	1,89	3447,22	33,33	1,89
B	969,37	14,06	1,62	1270,03	12,28	1,62
A	259,19	3,76	1,56	336,95	3,26	1,56

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

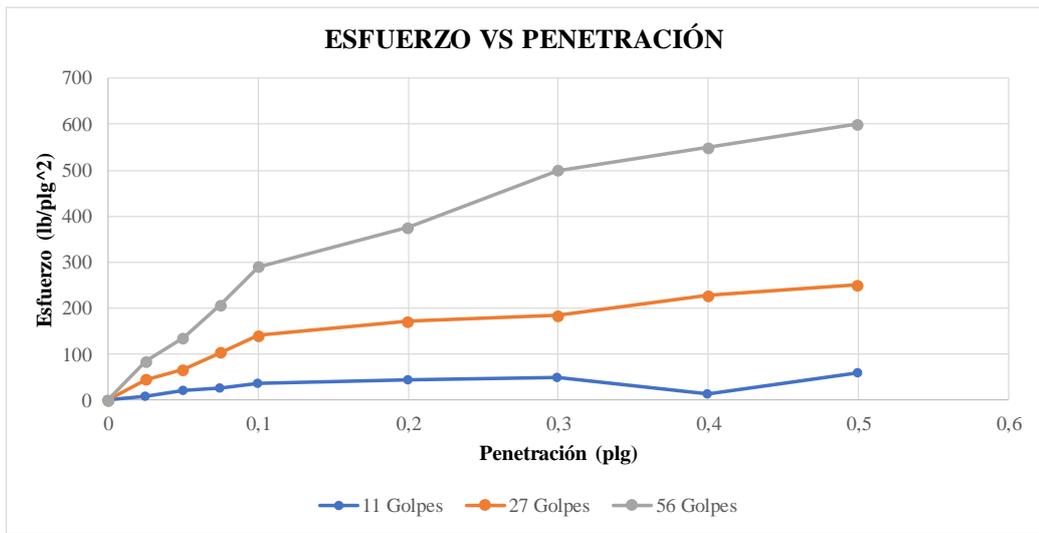


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,723876878		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1,638	15,10	13,20	15,10
CBR PUNTUAL (%)			15,10	

Anexo B-28: Ensayo de CBR muestra N°3 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CALIFORNIA BEARING RATIO 						
ABS:		2+000-3+000		NÚMERO DE CALICATA:		3
NORMA:		ASTM D1883 AASHTO T-180		REALIZADO POR:		LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO
LUGAR:		VÍA QUERO-MOCHA				
CBR de Laboratorio						
Número de moldes	10		11		12	
Características	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,19
	Altura:	17,77	Altura:	17,77	Altura:	17,78
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10012,3		10456,1		10521,9	
Masa del molde (gr)	6447,4		6459,2		6485,6	
Masa muestra húmeda (gr)	3564,9		3996,9		4036,3	
Volumen muestra (cm ³)	2325,05		2318,93		2109,40	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,53		1,72		1,91	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,305		1,512		1,721	
Contenido de Humedad						
Número del recipiente	C-8		Y-1		P-1	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	198,52		205,32		221,64	
Masa suelo seco + recip. (gr)	175,41		185,47		203,74	
Masa recipiente (gr)	43,12		43,50		44,12	
Masa del agua (gr)	23,11		19,85		17,90	
Masa suelo seco (gr)	132,29		141,97		159,62	
Contenido de humedad w%	17,47		13,98		11,21	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10526,1		10821,4		10985,3	
Masa del molde (gr)	6447,4		6459,2		6485,6	
Masa muestra húmeda (gr)	4078,7		4362,2		4499,7	
Volumen muestra (cm ³)	2325,05		2318,93		2109,40	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,754		1,88		2,13	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,442		1,564		1,782	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,37		1,54		1,75	
Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	F-2		CD-5		D-1	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	203,41		212,54		225,41	
Masa suelo seco + recip. (gr)	175,40		183,65		196,14	
Masa recipiente (gr)	46,07		41,38		47,85	
Masa del agua (gr)	28,01		28,89		29,27	
Masa suelo seco (gr)	129,33		142,27		148,29	
Contenido de humedad w%	21,66		20,31		19,74	
w% promedio	4,19		6,32		8,52	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,11	57,02	0,64	331,76	1,10	570,22
50	0,29	150,33	0,88	456,17	1,90	984,92
75	0,31	160,70	1,25	647,97	2,63	1363,34
100	0,42	217,72	1,77	917,53	4,03	2089,07
150	0,55	285,11	2,15	1114,52	4,86	2519,32
200	0,66	342,13	2,35	1218,19	5,86	3037,70
250	0,69	357,68	2,98	1544,77	7,25	3758,25
300	0,79	409,52	3,32	1721,02	7,88	4084,83
400	0,82	425,07	4,08	2114,99	9,06	4696,52
500	1,22	632,42	4,51	2337,89	10,59	5489,64

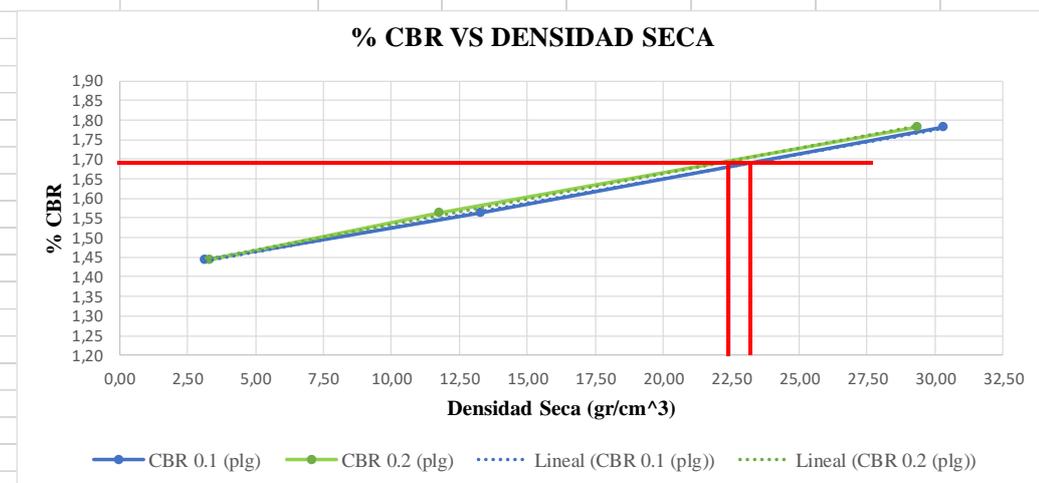
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	2089,07	30,30	1,78	3037,70	29,37	1,78
B	917,53	13,31	1,56	1218,19	11,78	1,56
A	217,72	3,16	1,44	342,13	3,31	1,44

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

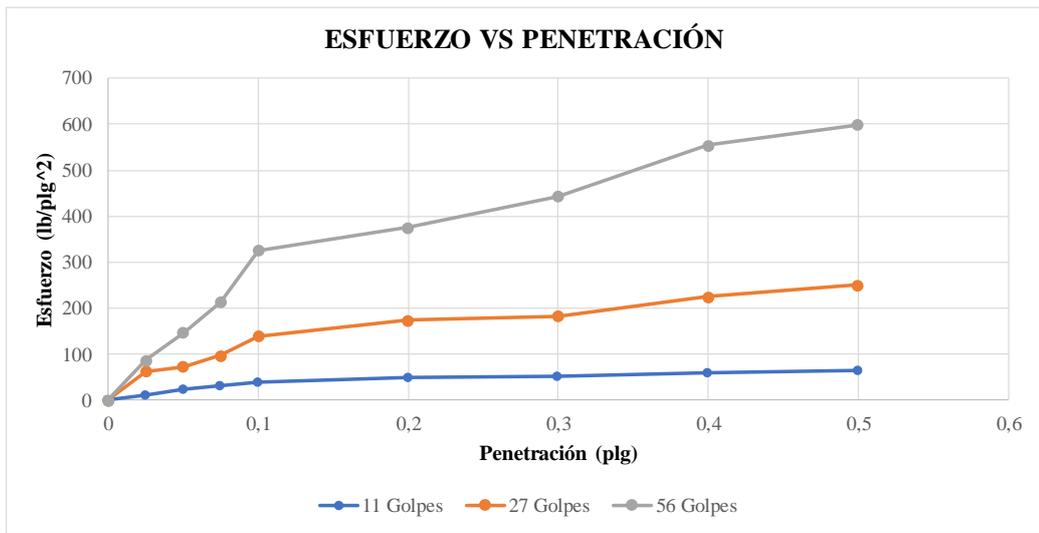


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,779647987		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1,691	23,42	22,50	23,42
CBR PUNTUAL (%)			23,42	

Anexo B-29: Ensayo de CBR muestra N°4 (subrasante)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO 						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CALIFORNIA BEARING RATIO						
ABS:		3+000-4+000		NÚMERO DE CALICATA:		4
NORMA:		ASTM D1883 AASHTO T-180		REALIZADO POR:		LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO
LUGAR:		VÍA QUERO-MOCHA				
CBR de Laboratorio						
Número de moldes	15		18		44	
Características	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,16
	Altura:	17,69	Altura:	17,75	Altura:	17,79
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10215,4		10562,1		10726,1	
Masa del molde (gr)	5809		5925		5726	
Masa muestra húmeda (gr)	4406,4		4637,1		5000,1	
Volumen muestra (cm ³)	2304,47		2321,42		2319,48	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,91		2,00		2,16	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,585		1,720		1,918	
Contenido de Humedad						
Número del recipiente	B-2		I-7		E-2	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	201,31		210,54		226,48	
Masa suelo seco + recip. (gr)	174,23		187,42		206,49	
Masa recipiente (gr)	43,02		44,13		45,03	
Masa del agua (gr)	27,08		23,12		19,99	
Masa suelo seco (gr)	131,21		143,29		161,46	
Contenido de humedad w%	20,64		16,14		12,38	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10743,1		10906,4		11003,4	
Masa del molde (gr)	5809		5925		5726	
Masa muestra húmeda (gr)	4934,1		4981,4		5277,4	
Volumen muestra (cm ³)	2304,47		2321,42		2319,48	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,141		2,15		2,28	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,735		1,799		1,962	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,66		1,76		1,94	
Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	H-8		L-9		T-2	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	210,62		216,32		232,14	
Masa suelo seco + recip. (gr)	179,60		188,21		206,89	
Masa recipiente (gr)	47,01		42,36		48,52	
Masa del agua (gr)	31,02		28,11		25,25	
Masa suelo seco (gr)	132,59		145,85		158,37	
Contenido de humedad w%	23,40		19,27		15,94	
w% promedio	2,76		3,14		3,56	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,15	77,76	0,84	435,44	1,16	601,32
50	0,33	171,07	0,97	502,83	1,96	1016,02
75	0,41	212,54	1,29	668,71	2,84	1472,20
100	0,52	269,56	1,85	959,00	4,33	2244,58
150	0,66	342,13	2,32	1202,64	4,99	2586,71
200	0,71	368,57	2,44	1264,85	5,89	3053,25
250	0,79	409,52	2,99	1549,95	7,38	3825,64
300	0,85	440,62	3,34	1731,39	7,96	4126,30
400	0,92	476,91	4,16	2156,46	9,27	4805,37
500	1,35	699,81	4,87	2524,51	10,66	5525,92

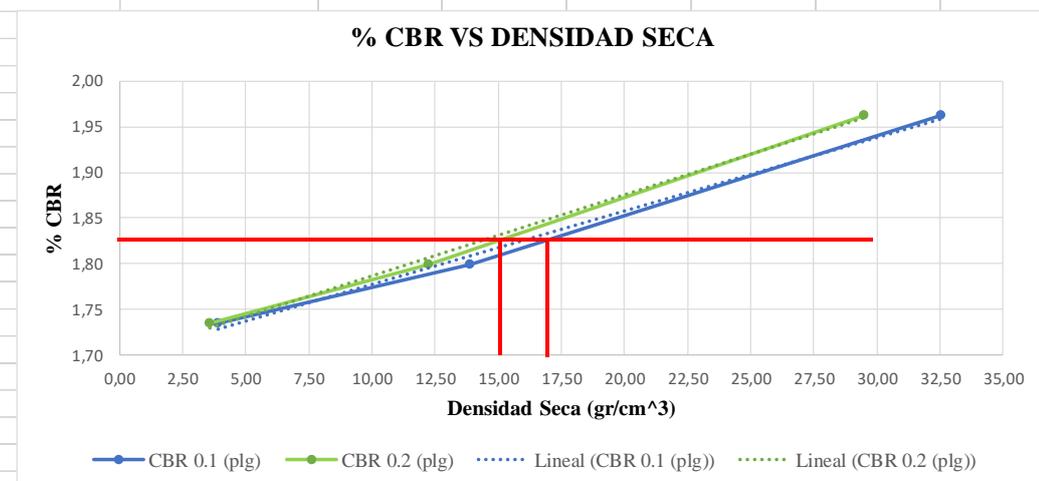
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	2244,58	32,55	1,96	3053,25	29,52	1,96
B	959,00	13,91	1,80	1264,85	12,23	1,80
A	269,56	3,91	1,74	368,57	3,56	1,74

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

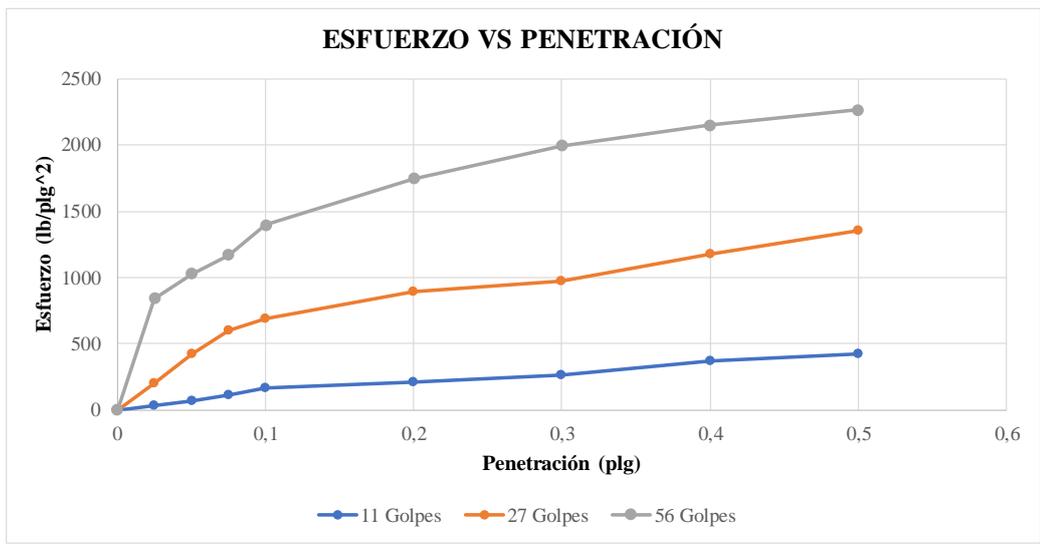


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,917997589		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1,822	17,10	15,00	17,10
CBR PUNTUAL (%)			17,10	

Anexo B-30: Ensayo de CBR muestra N°1 (base)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CALIFORNIA BEARING RATIO 						
ABSCISA:	0+00-1+000				MUESTRA N°:	1
NORMA:	ASTM D1883 AASHTO T-80					
AUTOR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO					
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA					
CBR de Laboratorio						
Número de molde	11		18		44	
Características	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,16
	Altura:	17,77	Altura:	17,75	Altura:	17,79
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10552,69		10689,2		10726,5	
Masa del molde (gr)	6459,2		5925		5726	
Masa muestra húmeda (gr)	4093,49		4764,2		5000,5	
Volumen muestra (cm ³)	2318,93		2321,42		2319,48	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,77		2,05		2,16	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,616		1,865		2,014	
Contenido de Humedad						
Número del recipiente	H-4		L-9		T-8	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	210,56		208,54		275,41	
Masa suelo seco + recip. (gr)	196,52		193,65		260,14	
Masa recipiente (gr)	44,21		45,12		43,21	
Masa del agua (gr)	14,04		14,89		15,27	
Masa suelo seco (gr)	152,31		148,53		216,93	
Contenido de humedad w%	9,22		10,02		7,04	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10589,3		10852,6		11002,3	
Masa del molde (gr)	6459,2		5925		5726	
Masa muestra húmeda (gr)	4130,1		4927,6		5276,3	
Volumen muestra (cm ³)	2318,93		2321,42		2319,48	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1,781		2,12		2,27	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,418		1,687		1,861	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,52		1,78		1,938	
Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	H-1		U-9		R-2	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	241,02		218,74		229,58	
Masa suelo seco + recip. (gr)	201,45		183,21		197,58	
Masa recipiente (gr)	46,85		45,63		53,62	
Masa del agua (gr)	39,57		35,53		32,00	
Masa suelo seco (gr)	154,60		137,58		143,96	
Contenido de humedad w%	25,60		25,82		22,23	
w% promedio	16,38		15,80		15,19	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,45	233,27	2,68	1389,26	4,89	2534,87
50	0,94	487,28	5,68	2944,39	7,78	4032,99
75	1,50	777,57	7,96	4126,30	10,98	5691,80
100	2,17	1124,88	9,14	4737,99	13,20	6842,60
150	2,86	1482,56	11,85	6142,79	16,95	8786,53
200	3,56	1845,43	12,98	6728,56	19,45	10082,47
250	4,89	2534,87	15,62	8097,08	21,87	11336,95
300	5,64	2923,66	18,02	9341,19	24,15	12518,86
400	7,05	3654,57	19,56	10139,50	26,11	13534,88
500	7,84	4064,09	21,84	11321,40	28,99	15027,81

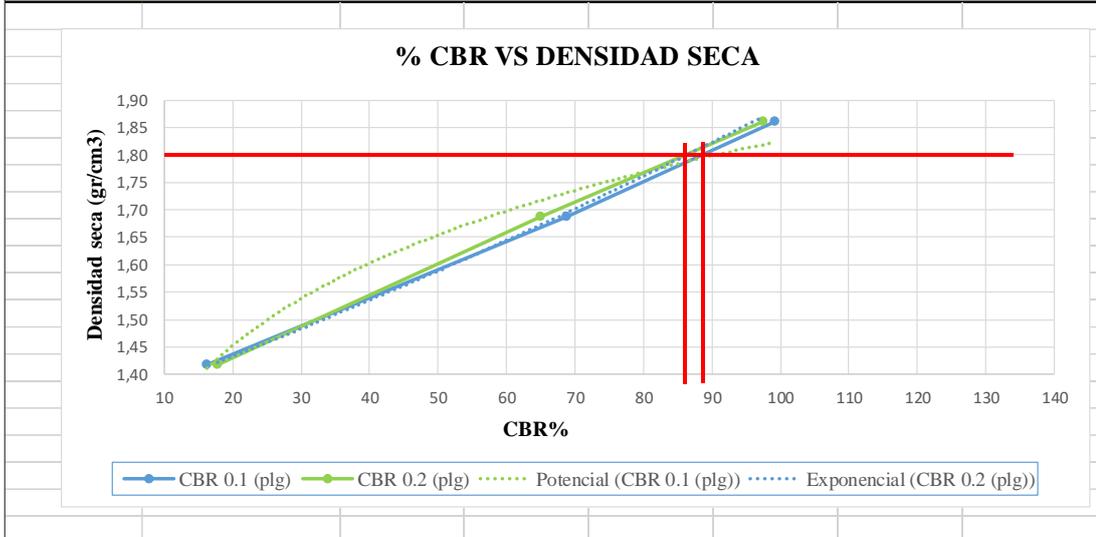
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	6842,60	99,24	1,86	10082,47	97,49	1,86
B	4737,99	68,72	1,69	6728,56	65,06	1,69
A	1124,88	16,32	1,42	1845,43	17,84	1,42

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

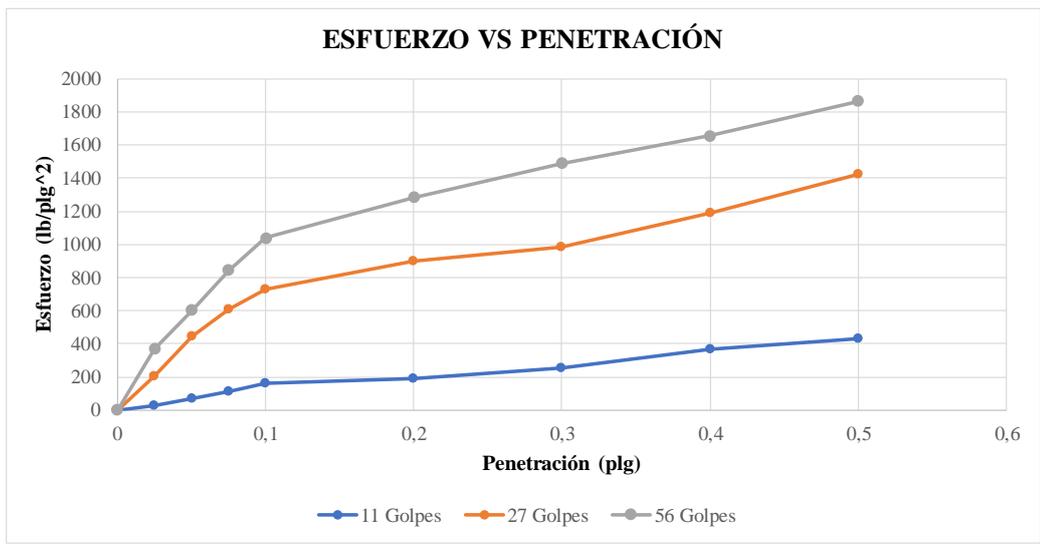


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,801148739		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
100%	1,801	88,80	86,10	88,80
CBR PUNTUAL (%)			88,80	

Anexo B-31: Ensayo de CBR muestra N°2 (base)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CALIFORNIA BEARING RATIO 						
ABSCISA:	1+000-2+000				MUESTRA N°:	2
NORMA:	ASTM D1883 AASHTO T-80					
AUTOR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO					
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA					
CBR de Laboratorio						
Número de molde	7		8		9	
Características	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,15	Diámetro:	15,18
	Altura:	17,77	Altura:	17,78	Altura:	17,77
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11098,5		11187,6		11451,8	
Masa del molde (gr)	6393,6		6370,8		6372,4	
Masa muestra húmeda (gr)	4704,9		4816,8		5079,4	
Volumen muestra (cm ³)	2318,93		2314,62		2321,99	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,03		2,08		2,19	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,850		1,879		1,971	
Contenido de Humedad						
Número del recipiente	N-1		T-2		W-9	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	216,23		231,56		266,84	
Masa suelo seco + recip. (gr)	201,45		213,87		245,12	
Masa recipiente (gr)	48,25		48,96		47,62	
Masa del agua (gr)	14,78		17,69		21,72	
Masa suelo seco (gr)	153,20		164,91		197,50	
Contenido de humedad w%	9,65		10,73		11,00	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	11221,6		11449,7		11597,4	
Masa del molde (gr)	6393,6		6370,8		6372,4	
Masa muestra húmeda (gr)	4828		5078,9		5225	
Volumen muestra (cm ³)	2318,93		2314,62		2321,99	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,082		2,19		2,25	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,659		1,738		1,776	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,75		1,81		1,874	
Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	B-9		D-2		E-7	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	236,52		226,35		265,41	
Masa suelo seco + recip. (gr)	197,45		188,56		221,36	
Masa recipiente (gr)	44,21		44,79		56,21	
Masa del agua (gr)	39,07		37,79		44,05	
Masa suelo seco (gr)	153,24		143,77		165,15	
Contenido de humedad w%	25,50		26,29		26,67	
w% promedio	15,85		15,56		15,68	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,36	186,62	2,74	1420,36	4,89	2534,87
50	0,89	461,36	5,88	3048,07	8,01	4152,22
75	1,46	756,83	8,09	4193,69	11,21	5811,03
100	2,14	1109,33	9,73	5043,83	13,84	7174,37
150	2,56	1327,05	11,94	6189,45	17,08	8853,92
200	3,33	1726,20	13,07	6775,22	19,81	10269,09
250	4,87	2524,51	15,78	8180,02	22,00	11404,34
300	5,69	2949,58	18,92	9807,73	24,78	12845,44
400	7,36	3815,27	19,99	10362,40	26,80	13892,56
500	7,98	4136,67	22,11	11461,36	19,26	9983,98

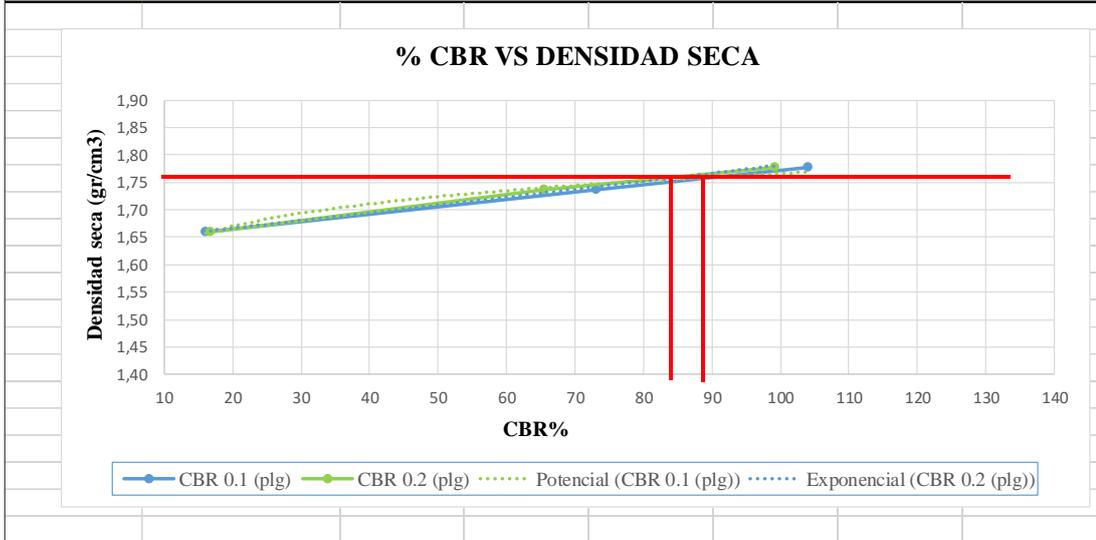
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	7174,37	104,06	1,78	10269,09	99,29	1,78
B	5043,83	73,15	1,74	6775,22	65,51	1,74
A	1109,33	16,09	1,66	1726,20	16,69	1,66

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

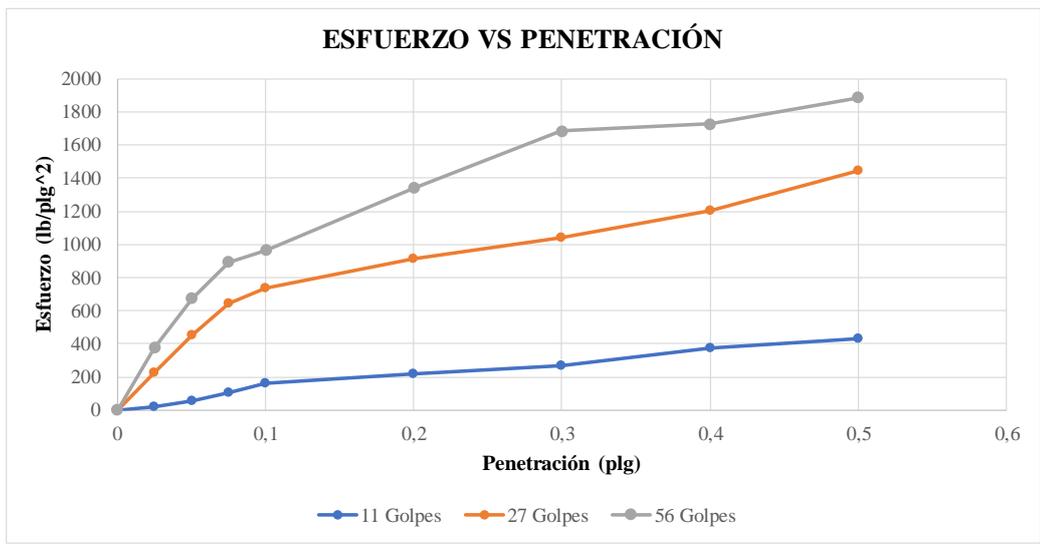


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,764414633		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
100%	1,764	88,70	84,10	88,70
CBR PUNTUAL (%)			88,70	

Anexo B-32: Ensayo de CBR muestra N°3 (base)

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CALIFORNIA BEARING RATIO </div> 						
ABSCISA:	2+000-3+000		MUESTRA N°:	3		
NORMA:	ASTM D1883 AASHTO T-80					
AUTOR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO					
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA					
CBR de Laboratorio						
Número de molde	10		11		12	
Características	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,19
	Altura:	17,77	Altura:	17,77	Altura:	17,78
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11325,3		11542,1		11621,8	
Masa del molde (gr)	6447,4		6459,2		6485,6	
Masa muestra húmeda (gr)	4877,9		5082,9		5136,2	
Volumen muestra (cm ³)	2325,05		2318,93		2326,86	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,10		2,19		2,21	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,881		1,962		1,964	
Contenido de Humedad						
Número del recipiente	N-9		G-8		R-2	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	269,80		251,36		279,65	
Masa suelo seco + recip. (gr)	246,82		230,15		254,26	
Masa recipiente (gr)	47,21		48,96		49,58	
Masa del agua (gr)	22,98		21,21		25,39	
Masa suelo seco (gr)	199,61		181,19		204,68	
Contenido de humedad w%	11,51		11,71		12,40	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	11425,3		11749,2		11854,3	
Masa del molde (gr)	6447,4		6459,2		6485,6	
Masa muestra húmeda (gr)	4977,9		5290		5368,7	
Volumen muestra (cm ³)	2325,05		2318,93		2326,86	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,141		2,28		2,31	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,695		1,772		1,785	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,79		1,87		1,874	
Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	H-2		C-7		S-7	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	241,58		238,54		288,69	
Masa suelo seco + recip. (gr)	199,87		195,62		235,41	
Masa recipiente (gr)	41,25		46,12		53,44	
Masa del agua (gr)	41,71		42,92		53,28	
Masa suelo seco (gr)	158,62		149,50		181,97	
Contenido de humedad w%	26,30		28,71		29,28	
w% promedio	14,78		17,00		16,87	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,22	114,04	2,97	1539,59	5,01	2597,08
50	0,76	393,97	6,00	3110,27	8,96	4644,68
75	1,39	720,55	8,59	4452,88	11,87	6153,16
100	2,19	1135,25	9,82	5090,48	12,85	6661,17
150	2,87	1487,75	12,11	6277,57	17,83	9242,70
200	3,55	1840,25	13,81	7158,82	22,41	11616,88
250	4,99	2586,71	15,97	8278,51	22,97	11907,17
300	5,75	2980,68	19,25	9978,80	25,10	13011,32
400	7,25	3758,25	20,12	10429,79	26,90	13944,40
500	8,01	4152,22	22,16	11487,28	20,33	10538,65

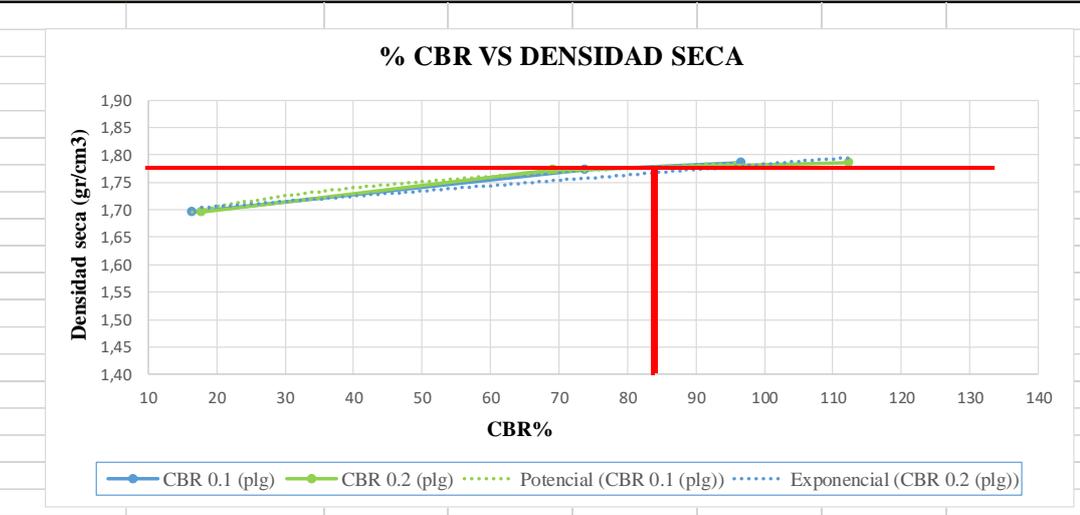
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	6661,17	96,61	1,78	11616,88	112,33	1,78
B	5090,48	73,83	1,77	7158,82	69,22	1,77
A	1135,25	16,47	1,70	1840,25	17,79	1,70

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

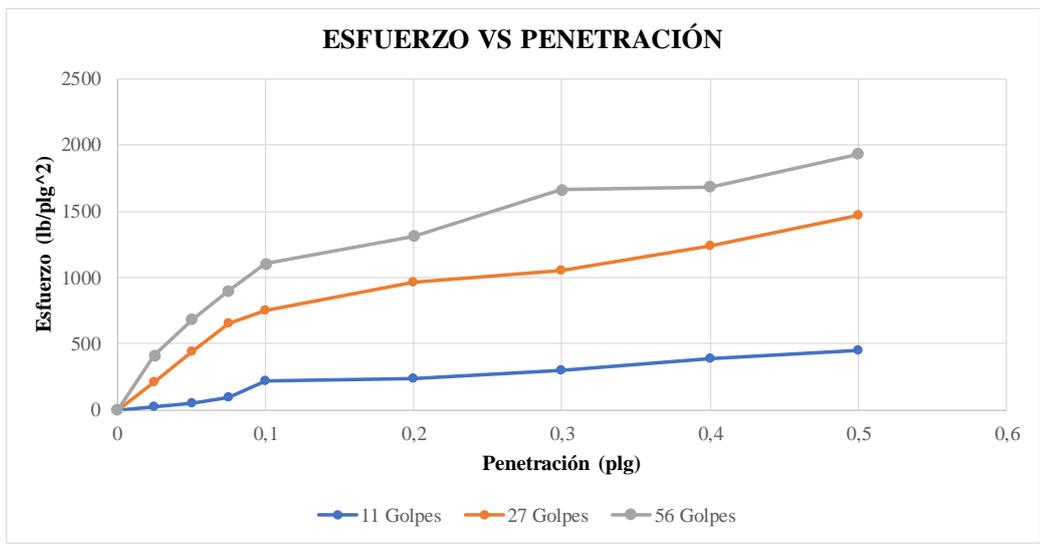


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,783178936		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
100%	1,783	84,70	84,40	84,70
CBR PUNTUAL (%)			84,70	

Anexo B-33: Ensayo de CBR muestra N°4 (base)

 <p align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CALIFORNIA BEARING RATIO</p> 						
ABSCISA:	3+000-4+000			MUESTRA N°:	4	
NORMA:	ASTM D1883 AASHTO T-80					
AUTOR:	LIZBETH ESTEFANÍA TIPANTASIG CACUANGO					
LUGAR:	VÍA QUERO-MOCHA					
CBR de Laboratorio						
Número de molde	15		18		44	
Características	Diámetro:	15,17	Diámetro:	15,19	Diámetro:	15,16
	Altura:	17,69	Altura:	17,75	Altura:	17,79
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10456,3		10613,4		10821,3	
Masa del molde (gr)	5809		5925		5726	
Masa muestra húmeda (gr)	4647,3		4688,4		5095,3	
Volumen muestra (cm ³)	2304,47		2321,42		2319,48	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,02		2,02		2,20	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,798		1,793		1,939	
Contenido de Humedad						
Número del recipiente	N-6		Y-2		E-7	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	265,32		266,54		275,21	
Masa suelo seco + recip. (gr)	241,36		241,98		248,57	
Masa recipiente (gr)	44,12		47,51		48,52	
Masa del agua (gr)	23,96		24,56		26,64	
Masa suelo seco (gr)	197,24		194,47		200,05	
Contenido de humedad w%	12,15		12,63		13,32	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10611,1		10813,4		11009,7	
Masa del molde (gr)	5809		5925		5726	
Masa muestra húmeda (gr)	4802,1		4888,4		5283,7	
Volumen muestra (cm ³)	2304,47		2321,42		2319,48	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,084		2,11		2,28	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,782		1,786		1,928	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1,79		1,79		1,933	
Contenido de Humedad						
Numero de recipiente	J-6		R-2		C-2	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	266,54		268,54		295,13	
Masa suelo seco + recip. (gr)	234,52		235,12		257,41	
Masa recipiente (gr)	45,17		48,15		49,63	
Masa del agua (gr)	32,02		33,42		37,72	
Masa suelo seco (gr)	189,35		186,97		207,78	
Contenido de humedad w%	16,91		17,87		18,15	
w% promedio	4,76		5,25		4,84	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg*10-3)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)	Dial (kn)	Presión (kPa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,29	150,33	2,84	1472,20	5,46	2830,35
50	0,71	368,05	5,89	3053,25	9,10	4717,25
75	1,25	647,97	8,67	4494,35	11,97	6205,00
100	2,87	1487,75	9,99	5178,61	14,68	7609,81
150	3,19	1653,63	12,78	6624,89	17,42	9030,16
200	3,98	2063,15	13,97	7241,76	22,10	11456,18
250	5,15	2669,65	16,45	8527,34	22,42	11622,06
300	6,01	3115,46	19,56	10139,50	25,69	13317,16
400	7,55	3913,76	20,52	10637,14	26,84	13913,30
500	8,16	4229,97	22,87	11855,33	21,32	11051,84

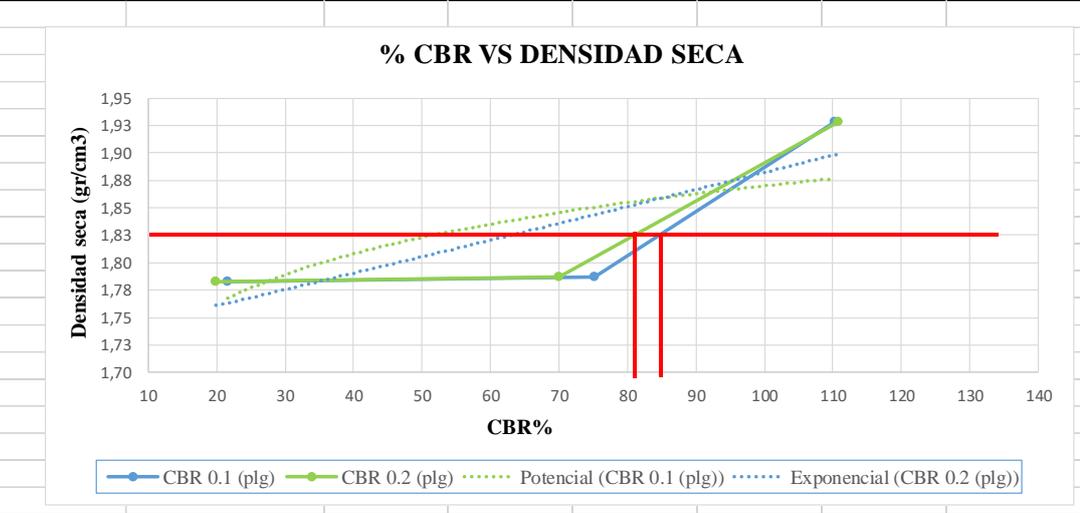
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	7609,81	110,37	1,93	11456,18	110,77	1,93
B	5178,61	75,11	1,79	7241,76	70,02	1,79
A	1487,75	21,58	1,78	2063,15	19,95	1,78

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,830926491		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
100%	1,831	85,10	81,20	85,10
CBR PUNTUAL (%)			85,10	

Anexo B-34: Métodos para ensayo de abrasión según ASTM C-131

MÉTODO		A	B	C	D
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (min)		15	15	15	15

Anexo B-35: Ensayo de abrasión muestra N°1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
Autor	Lizbeth Tipantasig	
Fecha:	5/12/2023	
Número de muestra:	1	
Norma:	ASTM C-131	
Peso de la muestra	5000 gr	
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Masa de la muestra a ensayar (A)	gr	5000
Masa de la muestra después del ensayo (B)	gr	3185
Masa perdida por desgaste C= A -B	gr	1815
Desgaste del agregado $D = (C/A) * 100\%$	%	36,3

Condición que establece la Norma	<40%	CUMPLE
----------------------------------	------	---------------

Anexo B-36: Ensayo de abrasión muestra N°2

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
Autor Lizbeth Tipantasig Fecha: 5/12/2023 Número de muestra: 2 Norma: ASTM C-131 Peso de la muestra 5000 gr			
<u>RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN</u>			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR
Masa de la muestra a ensayar (A)		gr	5000
Masa de la muestra después del ensayo (B)		gr	3085
Masa perdida por desgaste $C = A - B$		gr	1915
Desgaste del agregado $D = (C/A) * 100\%$		%	38,3

Condición que establece la Norma	<40%	CUMPLE
----------------------------------	------	---------------

Anexo B-37: Ensayo de abrasión muestra N°3

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
Autor Lizbeth Tipantasig Fecha: 5/12/2023 Número de muestra: 3 Norma: ASTM C-131 Peso de la muestra 5000 gr			
<u>RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN</u>			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	VALOR
Masa de la muestra a ensayar (A)		gr	5000
Masa de la muestra después del ensayo (B)		gr	3097
Masa perdida por desgaste $C = A - B$		gr	1903
Desgaste del agregado $D = (C/A) * 100\%$		%	38,06

Condición que establece la Norma	<40%	CUMPLE
----------------------------------	------	---------------

Anexo B-38: Ensayo de abrasión muestra N°4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
Autor	Lizbeth Tipantasig	
Fecha:	5/12/2023	
Número de muestra:	4	
Norma:	ASTM C-131	
Peso de la muestra	5000 gr	
<u>RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN</u>		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Masa de la muestra a ensayar (A)	gr	5000
Masa de la muestra después del ensayo (B)	gr	3198
Masa perdida por desgaste $C = A - B$	gr	1802
Desgaste del agregado $D = (C/A) * 100\%$	%	36,04
Condición que establece la Norma	<40%	CUMPLE

ANEXO C

TERCERA

FASE

Anexo C-1: Programa para etapa de reconstrucción

Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

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

Tipo de Pavimento:
 Pavimento flexible Pavimento rígido

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

Serviciabilidad inicial y final:
PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante:
Mr 18262.4 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)		Coefficiente de transmisión de carga - (J)	
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)		Coefficiente de drenaje - (Cd)	

Tipo de Análisis:
 Calcular SN **W18 =** 972991 Calcular W18

Número Estructural:
SN = 2.26

Observaciones:

Calcular Salir

Anexo C-2: Programa para etapa de rehabilitación

Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

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

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 80 % $Z_r = -0.841$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 17494.2 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN $W_{18} = 972991$ Calcular W_{18}

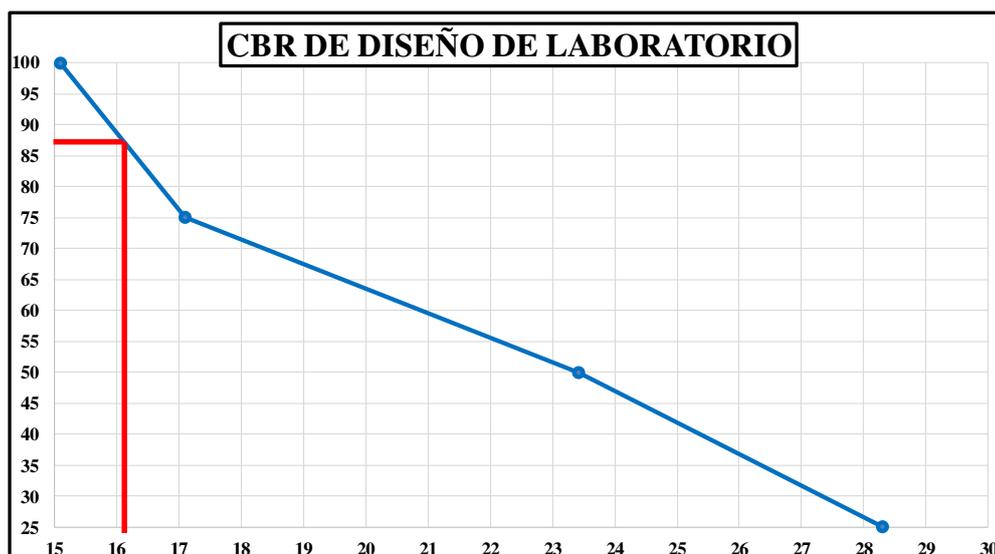
Número Estructural
 SN = 2.30

Observaciones

Calcular Salir

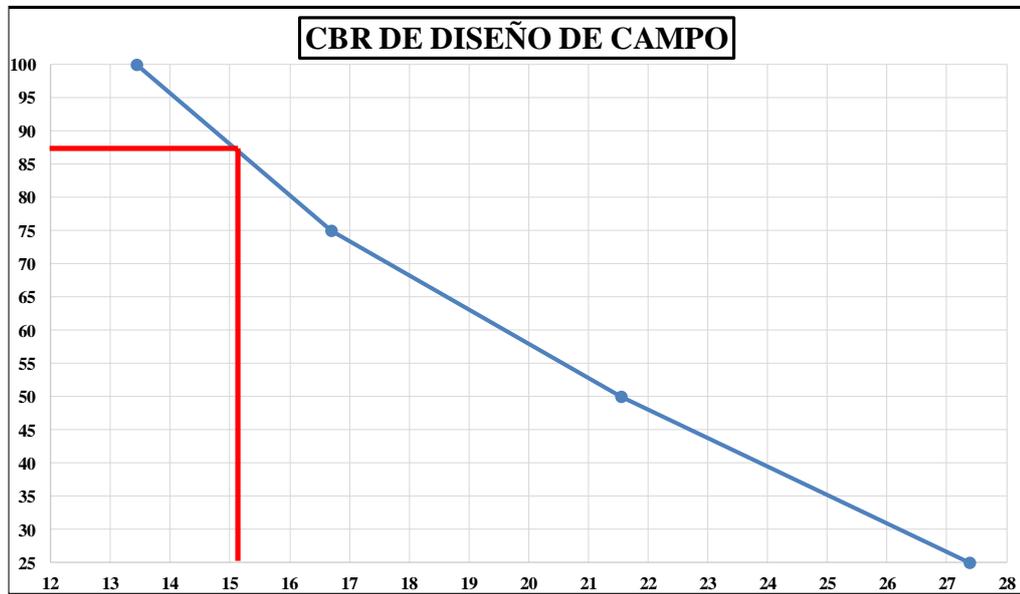
Anexo C-3: Cuartil para reconstrucción

CBR		Porcentaje (%)		Porcentaje a emplear	CBR a emplear
28,3	15,1	4	100	87,5	16,1
15,1	17,1	3	75		
23,42	23,42	2	50		
17,1	28,3	1	25		



Anexo C-4: Cuartil para rehabilitación

CBR			Porcentaje	Porcentaje a emplear	CBR a emplear
27,38	13,44	4	100	87,5	15,07
13,44	16,7	3	75		
21,55	21,55	2	50		
16,7	27,38	1	25		



Anexo C-5: Diseño de Pavimento Flexible para reconstrucción

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO : Vía Quero-Mocha	TRAMO : 0+000-4+300		
SECCION : 0+000 a km 4+300	FECHA : 19/12/2023		
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			400,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			27,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15,00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			972.991
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			80%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,841
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			18,26
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2,2
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0,420
Base granular (a ₂)			0,130
Subbase (a ₃)			0,110
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			1,100
Subbase (m ₃)			1,100
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		2,26	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1,93	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0,50	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		-0,18	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	11,7 cm	5,0 cm	0,83
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8,9 cm	15,0 cm	0,84
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-3,7 cm	20,0 cm	0,95
ESPESOR TOTAL (cm)		40,0 cm	2,62
DISEÑADO POR : Lizbeth Tipantasig			<i>fm</i>

Anexo C-6: Diseño de Pavimento Flexible para rehabilitación

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: Vía Quero-Mocha	TRAMO	: 0+000-4+300
SECCION	: 0+000 km a 4+300 km	FECHA	: 19/12/2023
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			400,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			27,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15,00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			972.991
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			80%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,841
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			17,49
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,2
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0,420
Base granular (a ₂)			0,130
Subbase (a ₃)			0,110
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			1,100
Subbase (m ₃)			1,100
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		2,30	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1,93	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0,51	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		-0,14	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	11,6 cm	5,0 cm	0,83
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9,0 cm	15,0 cm	0,84
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-2,8 cm	20,0 cm	0,95
ESPESOR TOTAL (cm)		40,0 cm	2,62
DISEÑADO POR : Lizbeth T ipantasig			<i>fm</i>

Anexo C-7: Volúmenes de obra

Característica	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Cantidad	Total
RECONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN					
Excavacion	1953	6,5	0,4	1	5077,8
Rotura cuneta	1953	1	0,1	2	390,6
Desalojo	1953	1	0,1	2	390,6
Hormigón cunetas	1953	1	0,1	2	390,6
Subrasante	675	6,5	-	1	4387,5
Subbase	1953	6,5	0,2	1	2538,9
Base	1953	6,5	0,15	1	1904,175
Carpeta Asfáltica	1953	6,5	-	1	12694,5
Pintura línea amarilla	4300	-	-	3	12900
Pintura paso cebra	3	0,45	-	15	20,25
MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PERIODICO					
Sello de fisuras con arena slurry	1424	6,5	-	1	9256
Micropavimento	320	6,5	-	1	2080
Limpieza cunetas	639	-	-	1	639

Anexo C-8: Especificaciones Técnicas

RUBRO 01.- EXCAVACION DE LA CALZADA SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO

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

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

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

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

Las cantidades establecidas se pagarán a los precios contractuales para cada uno del rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación, y transporte del material sin clasificar al lugar establecido por la fiscalización, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

Unidad. - m³

Equipo mínimo. - Motoniveladora, cargadora, volqueta 8m³

Mano de obra mínima calificada. - [27]

RUBRO 02.- DERROCAMIENTO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN INCLUYE DESALOJO.

Definición. -El constructor procederá a derrocar bordillos, aceras, muros y otros elementos de hormigón simple o ciclópeo que se encuentren indicados en los planos y los decididos en obra por la fiscalización, cuidando que estas remociones no afecten los elementos constructivos que se conservan, desalojando los materiales fuera de obra, a los lugares permitidos por la municipalidad.

Unidad. - metro cúbico (m³).

Materiales mínimos. - puntales.

Equipo mínimo. - Herramienta menor, amoladora, andamios, martillo neumático, andamios, volqueta. [28]

RUBRO 03.-HORMIGÓN SIMPLE EN CUNETAS F´C=210 KG/CM2., INCLUYE ENCOFRADO Y CONFORMACIÓN

Unidad. - m³

Conceptos de trabajo. -

Definición. -Este rubro consiste en la provisión de todos los materiales necesarios, encofrados, equipo y mano de obra para elaboración, vertido y curado del hormigón simple en cunetas, que se utilizan para soportar cargas y evacuación de las aguas

lluvias y otras, con los espesores, dimensiones y detalles indicados en los planos estructurales.

Especificaciones. -El hormigón tendrá una resistencia mínima de 210 Kg/cm²., a los 28 días. Los encofrados, armaduras e instalaciones, se someterán a una revisión previa a la fundición, debiendo cada uno de los elementos estar de acuerdo con lo previsto en los planos estructurales. Pueden usarse aditivos que mejoren la trabajabilidad y las características finales o confieran impermeabilidad al elemento.

El presente rubro comprende las actividades de conformación, encofrado hormigonado y enlucido o terminado de las cunetas, para dar una adecuada funcionalidad durante el periodo de diseño del elemento estructural.

Forma de pago. -La medición se lo hará en unidades de volumen y su pago se lo realizará por los metros cúbicos realmente ejecutados y aceptados por la fiscalización.
[29]

RUBRO 04.- TERMINACION DE LA SUBRASANTE.

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

Este trabajo será realizado posteriormente a la excavación de calzada.

Procedimiento. - Para la realización de este trabajo deberán tomarse en cuenta los trabajos de topografía, perfiles y referencias estipuladas en el rubro 1 (Replanteo y Nivelación).

Inmediatamente después que la excavación de la calzada haya sido terminada se procederá a la conformación y compactación de la subrasante y de ser necesario se realizarán previamente trabajos de escarificación, emparejamiento, humedecimiento u creación, para lograr una subrasante perfectamente compactada y conformada según las cotas y secciones transversales estipuladas.

La subrasante acabada deberá ser mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque sobre ella la capa de subbase correspondiente.

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

Unidad. - m²

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

Mano de obra mínima calificada. - Operador de motoniveladora, operador de rodillo, chofer de volqueta/tanquero, peón. [30]

RUBRO 05.- CONSTRUCCION DE SUB-BASE CLASE 3 – (INCLUYE TRANSPORTE).

Descripción. - Este trabajo consistirá en la construcción de capas de subbase compuestas de agregados gruesos triturados o sólo cribados, mezclados con agregado fino proveniente de trituración o un suelo fino seleccionado, o ambos.

Las capas de sub-base se colocarán sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de conformidad con los espesores, alineamientos, pendientes, y sección típica señalados en los planos. La subbase a utilizarse en la obra será de clase 3, la cual consta indicada en los planos.

Las sub-base clase 3 será aquella obtenida de la fuente de material de los sitios señalados en los documentos contractuales. El Contratista deberá desmenuzar, triturar, cribar, mezclar o quitar material conforme sea necesario para producir una sub-base que cumpla con los requisitos pertinentes que constan en la tabla 403-1.1 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

Procedimiento. –

- Preparación de la Subrasante.: La subrasante en todo su ancho deberá terminarse en la forma establecida en el Ítem (4) Terminación de la Subrasante, antes de comenzar la colocación la de sub-base. La superficie de la subrasante terminada deberá ser libre de cualquier material suelto o extraño.

Cualquier instalación de drenaje subterráneo que hubiere sido indicado en los planos deberá ser terminada completamente antes de iniciar la colocación de sub-base.

- Mezclado.: Los agregados gruesos y finos producidos de acuerdo a lo establecido deberán ser combinados y mezclados siguiendo el método descrito a continuación:
- Mezcla en planta: Las fracciones individuales de agregados gruesos y agregados finos serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada. Toda la operación será conducida de manera de obtener en forma consistente los resultados especificados. La cantidad de agua que se añada será la suficiente para dar a la mezcla esparcida en la obra la humedad adecuada para poder obtener la densidad especificada.
- Distribución y conformación: La sub-base que haya sido mezclada en planta central deberá ser cargada directamente en volquetes y transportada hasta la obra, la mezcla será esparcida por medio de motoniveladoras comenzando en el punto aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

El material deberá ser distribuido en franjas de espesor uniforme sin que se produzca segregación de tamaños, de manera que luego de la conformación y compactación se obtenga el espesor, pendiente y sección transversal indicados en los planos.

Todos los trabajos de esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento, emparejamiento y compactación, deberá ser ejecutados como una operación conjunta y el equipo necesario para la realización de estos trabajos deberá ser proporcionado y utilizado por el Contratista para asegurar que la compactación final no se retrase más de la distancia estipulada por el Ingeniero Fiscalizador, y según los tramos que se construyan.

No se permitirá la colocación en montones al menos que el Ingeniero Fiscalizador lo autorice, igualmente no se permitirá al tráfico atravesar la sub-base sin completar.

Donde se hace acarreo sobre material previamente colocado y compactado, el equipo de transporte deberá ser dirigido tan uniformemente como sea posible sobre toda la extensión de capas previamente construidas.

La sub-base será construida en capas compactadas de espesor igual al estipulado en la sección tipo correspondiente y que consta en los planos.

En el caso de que la sub-base deba ser colocada en capas, éstas serán construidas de un espesor aproximadamente igual y se usarán para cada capa los procedimientos de construcción aquí descritos.

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

- Compactación: Inmediatamente luego de terminada la distribución y conformación del material mezclado, cada capa deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos de cilindro liso y rodillos neumáticos u otro equipo aprobado por la Fiscalización.

La compactación deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro de la capa, en sentido paralelo al eje del camino siguiendo los lineamientos que constan en el numeral 403-1.05.4 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

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

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

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

- Densidad máxima y óptima humedad: Ensayo AASHTO T-180, método D.
- Densidad de campo: Ensayo AASHTO T-147, o usando equipo nuclear debidamente calibrado.

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

Medición y pago. - La cantidad a pagarse por la construcción de la sub-base, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Ingeniero Fiscalizador, medidos en su lugar después de la compactación.

Se usarán las dimensiones de ancho indicadas en los planos o las dimensiones medidas en obra.

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

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

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

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

Unidad. - m³

Materiales mínimos. - Sub base clase 3 (incluye transporte), agua.

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

Mano de obra mínima calificada. - Operador de motoniveladora, operador de rodillo, chofer de volqueta/tanquero, peón, inspector de obra. [32]

RUBRO 06.- BASE CLASE 4 INCLUYE COLOCACION Y COMPACTACION

Unidad. - M³

Descripción.- En lo que al material de base se refiere, su granulometría de clasificación será de clase 4 , esta base clase 4, al momento de su explotación tendrá que ser constituida por fragmentos de roca o grava, cuyo tamaño deberá pasar en un 100% del tamiz de 2 pulgadas y cumplir con los requerimientos de las normas indicadas en el manual de diseño MOP-001-F-2002, en las que se define que el

material de base clase 4, debe cumplir con los siguientes requisitos: El desgaste a la Abrasión en la máquina de los Ángeles tiene que ser menor al 40%, El límite líquido no debe ser mayor al 25%, su índice de plasticidad debe ser menor al 6%, tiene que tener una resistencia o un CBR no menor al 80%; para este proceso se podrá realizar la explotación y cribado la cantera sea esta la autorizada para obtener el material de base clase 4, según como lo crea conveniente el contratista y aceptado por el fiscalizador; esta mezcla cumple con los requerimientos para producir Base Clase 4, cabe destacar que se deberá triturar el material y colocar una criba con malla no superior a 2 pulgada para de esta forma pueda cumplir con el requerimiento granulométrico de Base clase 4. La franja de diseño y los resultados del laboratorio se define en los cuadros siguientes:

GRANULOMETRÍA DE BASE CLASE 4		
TAMIZ	% QUE PASA FAJA DE ESPECIFICACIONES	
2"	100	
1"	60 - 90	
Nº4	20 - 50	
Nº200	0 - 15	

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
DESGASTE A LA ABRASIÓN	< 40%	18,70%
DESGASTE A LOS SULFATOS	< 12%	6,86%
LÍMITE LÍQUIDO	< 25 %	0,00%
INDICE DE PLASTICIDAD	< 6%	N.P.
PASANTE DEL TAMIZ N° 200	< 15%	4,60%
COMPACTACIÓN PROCTOR	N.E.	2210 Kg/cm ³
CBR	> 80%	81,9%

Con estos resultados, y como factor de seguridad se diseñará con los CBR y módulos elásticos mínimos que deberán cumplir cada capa de la estructura del pavimento

Materiales mínimos. - Base Clase 4

Mano de obra mínima. - Peón, Op. de Motoniveladora, Op. Rodillo autopropulsado, CHOFER: Tanqueros <Estr. Oc. C1>, Engrasador o abastecedor responsable en construcción<Estr.Oc. D2>

Equipo mínimo. - Herramientas manuales (5% M.O.), Motoniveladora, Rodillo Vibratorio liso, Camión Cisterna. [32]

RUBRO 07.- SUM. Y RIEGO DE IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA RC 250

DESCRIPCIÓN. - Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos y aprobados por Fiscalización. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso. El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será RC-250 establecidos en las Normas AASHTO M82, para productos de curado rápido, cuyos principales requerimientos se presentan en la tabla a continuación. Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

Tabla 810-3.L
ESPECIFICACIONES DE ASFALTOS DILUIDOS - CURADO RÁPIDO

PROPIEDAD	TIPO DE CEMENTO							
	RC - 70		RC - 250		RC - 400		RC - 5000	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
VISCOSIDAD								
KINEMÁTICA, a 60 °C, centistokes	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
SAYBOLD - FUROL, s	60	120	125	250	100	200	300	600
temp. de ensayo	50	idem	60	idem	82.2	idem	82.2	idem
PUNTO DE INFLAMACION								
Vano abierto, °C	-	-	27	-	27	-	27	-
AGUA, %	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2
DESTILACION, % en volumen total								
destilado a 360 °C								
a 100 °C	10	-	-	-	-	-	-	-
a 225 °C	50	-	35	-	15	-	-	-
a 260 °C	70	-	60	-	45	-	25	-
a 315 °C	85	-	80	-	75	-	70	-
RESIDUO POR DESTILACION a 360 °C	55	-	65	-	75	-	80	-
ENSAYOS EN EL RESIDUO:								
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C, poises	600	2400	600	2400	600	2400	600	2400
PENETRACION, a 25 °C, 100 gr. 5 s	80	120	80	120	80	120	80	120
DUCTILIDAD, a 25 °C, 5 cm/mm, cm.	100	-	100	-	100	-	100	-
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	99	-	99	-	99	-	99	-
TEMPERATURA DE EMPLEO:								
ROCIADO, °C	27	66	60	107	70	124	102	143
DE CARGA, °C		91		118		135		154

Los asfaltos diluidos deben presentar un aspecto homogéneo y estar exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se los caliente a la temperatura de empleo. El asfalto diluido será calentado de tal manera que no haya contacto con el vapor o agente empleado para el proceso. El Contratista suministrará permanentemente termómetros de precisión adecuada, en grados centígrados, para el control de la temperatura de aplicación del asfalto diluido. El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la

superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto. El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente.

Para complemento de las especificaciones se tomará en cuenta “NORMAS DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES MOP001-F 2002 - ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES”.

Unidad. - metro cuadrado (m²)

Equipo. - El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo, el equipo mínimo necesario constará de: herramienta menor, distribuidor de asfalto 130 HP, escoba autopropulsada 76 HP.

Mano de Obra. - Cada equipo dispondrá de su respectiva mano de obra calificada; Estructura ocupacional E2, estructura ocupacional D2, operador equipo pesado C2.

Materiales. - Asfalto RC250 imprimación y diésel.

Medición y forma de pago. - La medida para el pago de este rubro será por metro cuadrado (m²) de imprimación asfáltica RC 250 con aproximación de dos decimales debidamente ejecutado y aceptado por la Fiscalización. [27]

RUBRO 08. –CARPETA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA DE 2" DE ESPESOR (INCLUYE TRANSPORTE)

Descripción. -Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Procedimiento. –Los agregados se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesarios para reducir la humedad a un máximo de 1%; al momento de efectuar la mezcla, deberá comprobarse que los núcleos de los agregados cumplan este requisito. El calentamiento será uniforme y graduado, para evitar cualquier deterioro de los agregados. Los agregados secos y caliente pasarán a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, desde donde serán dosificados en sus distintas fracciones, de acuerdo con la fórmula maestra de obra, para ser introducidos en la mezcladora

La mezcla de los agregados y el asfalto será efectuada en una planta central de mezcla continua o por paradas. Según el caso, los agregados y el asfalto podrán ser dosificados por volumen o al peso.

La cantidad de agregados y asfalto por mezclar estará dentro de los límites de capacidad establecida por el fabricante de la planta, para la carga de cada parada o la razón de alimentación en las mezcladoras continuas. De todos modos, de existir sitios en donde los materiales no se agiten suficientemente para lograr una mezcla uniforme, deberá reducirse la cantidad de los materiales para cada mezcla. La temperatura del cemento asfáltico, al momento de la mezcla, estará entre los 135 °C y 160 °C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120 °C y 160 °C.

En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto.

La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente

Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón asfáltico sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el contratista deberá disponer de un equipo de comunicación confiable, entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va sellando la superficie.

Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia.

Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso). El contratista realizará las pruebas correspondientes del asfalto y/o según lo solicitado por la Fiscalización bajo su costo.

Medición y pago. –Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado.

Unidad. - Metro cuadrado (m²)

Materiales mínimos. - Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Las mezclas asfálticas a emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso

del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2.

Equipo mínimo. - Planta Asfáltica, volquetas, terminadora de asfalto, rodillo liso, rodillo neumático.

Mano de obra mínima calificada. - 2C2, C1, D2, E2, ESTR. OC. C1. [32]

RUBRO 09 y 10. – MARCA DE PAVIMENTO (LÍNEA CONTINUA DE HASTA 15CM Y LÍNEA DISCONTINUA DE HASTA 15CM) - MARCAS DE PAVIMENTO, ACHURADOS, PASO CEBRA, FLECHAS, NÚMEROS Y LETRAS

Descripción. –Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Procedimiento. –Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos. Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas. Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm

Medición y pago. –Su pago será por metro lineal (m) y metro cuadrado (m²)

Unidad. - metro lineal (m) y metro cuadrado (m²)

Materiales mínimos. - Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío, serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado y además los requisitos contractuales:

- 1.5 mm. de polímero flexible retro reflectivo
- 1.5 mm. de premezcla de polímero flexible
- 2.3 mm. de plástico frío.

Equipo mínimo. - Franjadora, camioneta

Mano de obra mínima calificada. - ESTR. OC. C1., D2 [32]

RUBRO 11.-SELLO DE FISURAS CON ARENA SLURRY POLIMERICICO Y EMULSION ASFALTICA

Descripción. - Se define como slurry polimérico en frío, la mezcla homogénea de emulsión asfáltica, polímeros, rellenos minerales y aditivos, convenientemente extendida y nivelada, sobre las capas de un pavimento deteriorado, que presenta microfisuras, fisuras extendidas (piel de cocodrilo), con el fin de sellar la superficie, impermeabilizar la misma para evitar el ingreso de agua a las capas subyacentes.

Procedimiento. –

MATERIALES CONSTITUYENTES

Emulsión asfáltica que debe contener promotor de adherencia en base aminas, antioxidantes, cargas minerales y espesantes. Polímeros de alto peso molecular, que generen mayor adhesividad al pavimento.

Agregados minerales triturados y seleccionados por granulometría.

4. Agua
5. Cemento.
6. Emulsiones asfálticas

El tipo de emulsión asfáltica a emplear, salvo justificación en las especificaciones técnicas o contrato, deberá ser: CSS-1H, y cumplirán lo establecido en las especificaciones técnicas del MOP.

Polímeros

Combinación de polímeros de alto peso molecular, compatibles con las emulsiones asfálticas y que se incorporan en la obra.

Agua

El agua utilizada para la mezcla reciclada podrá ser agua potable, proveniente de pozos o de ríos.

Cemento

Se utilizará cemento gris.

CAMPOS DE APLICACIÓN

Principalmente los slurrys poliméricos se aplican en rehabilitación de pavimentos parcialmente agotados y que presentan fisuras en su superficie; como mejora de las vías, sellado de las fisuras, impermeabilización de la superficie, previa a la realización de un refuerzo, o colocación de superficie de rodadura.

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La ejecución de las obras de slurry polimérico incluye las operaciones siguientes:

- Estudio previo de las áreas deterioradas que son susceptibles de aceptar este resane superficial.
- Mezcla de los componentes del slurry polimérico, en concreteira.
- Incorporación de emulsión asfáltica (con promotor de adherencia en base aminas y antioxidantes), agua, agregados minerales y cemento.
- Mezcla y extensión del producto obtenido en la concreteira.
- La extensión se puede realizar con extendedores de caucho, llanas metálicas.
- Curado y apertura al tráfico.
- Ejecución de un sello asfáltico, colocación de carpetas en caliente.

ESTUDIO DE LOS MATERIALES

Estudio de la emulsión

Se comprobará la compatibilidad de la emulsión asfáltica con el material pétreo a utilizar, mediante ensayos de mezcla.

Se verificará la viscosidad de aplicación, para garantizar el total sello de las fisuras.

ESTUDIO DE LA MEZCLA - FÓRMULA DE TRABAJO

- La fórmula de trabajo fijará como mínimo las siguientes características:
- El espesor del sello de fisuras.
- La granulometría del material pétreo por los tamices establecidos.
- El tipo de emulsión asfáltica (con promotor de adherencia en base aminas y antioxidantes) y la proporción en masa de asfalto residual a incorporar, respecto a la masa total del material a instalar en seco.
- La proporción en masa, respecto a la masa total del material a colocar en seco, de agua que se vaya a aportar.

- Cemento y su proporción en masa, respecto a la masa total del producto en seco.
- Tiempo de secado y apertura al tráfico, hasta la colocación de la nueva superficie de rodadura.

EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Concretera

Para la ejecución del slurry polimérico se deberán emplear equipos mecánicos muy sencillos. Pueden utilizarse concretoras de rendimiento aproximado de 2.5 m³/hora, con llantas neumáticas tipo automotriz, fijación del tambor en cualquier posición por medio de trinquete, sistema de transmisión por una, o dos bandas o correas tipo V, cabina amplia y ventilada para el motor, barra de remolque extensible para facilitar el transporte.

El motor puede ser a gasolina, diésel o eléctrico.

Equipo menor y de extensión.

Se deberá disponer de la cantidad de equipos que permitan el traslado del slurry polimérico hasta las áreas de trabajo, y su posterior extensión en forma homogénea, bien mezclados, y con el perfil deseado, que garantice el sello de las fisuras y la libre circulación del tráfico, hasta la colocación de la superficie de rodadura final.

Equipo de compactación.

No es necesario

ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

- Terminación, rasante, espesor y anchura.
- La superficie de la capa de slurry polimérico terminada deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones y acabado geométrico adecuado.
- La rasante de la superficie terminada no deberá superar en 5mm la superficie de la calzada intervenida.
- El espesor de la capa no deberá ser inferior al previsto para sellar las fisuras, y definido en los Planos y las especificaciones del Proyecto.

Medición y pago. - La unidad de medida del sello de fisuras será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de fisura sellada para cualquier ancho y profundidad de ella, en acuerdo con los documentos del proyecto y a plena satisfacción del Fiscalizador.

Unidad. – metro cuadrado (m²)

Materiales mínimos. – polímetro, agua potable, emulsión asfáltica, cemento portland, arena cuarzo.

Equipo mínimo. – herramienta menor, concreteira 1 saco

Mano de obra mínima calificada. – peón, albañil, op. Equipo liviano [34]

RUBRO 12.-MICROPAVIMENTOS (SLURRY SEAL MODIFI, CON POLIMEROS 3% Y EMULSION COS)

Descripción. - El mortero asfáltico conocido mundialmente como Slurry Seal por su nombre original en inglés, fue definido alrededor de los años 1960 por el Sr. Raymond Young inventor de la máquina de aplicación continua de esta tecnología como “an asphaltic mortar like mix”, cuya traducción se refiere a una mezcla asfáltica tipo mortero, resultado de la combinación de emulsión asfáltica y agregados con granulometría específica más la adición de componentes que se detallan a continuación.

El mortero asfáltico aprobado con normas; ASTM D3910, ISSA A105 (International Slurry Surfacing Association o Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros) y bajo especificaciones nacionales MOP-001-F 2000, sección 405-7, se define como la mezcla compuesta por emulsión asfáltica, agregados pétreos triturados con granulometría definida, relleno mineral, agua y en ciertos casos aditivos, todo esto proporcionalmente mezclado de acuerdo al Diseño de Mezcla, el cual define la Fórmula Maestra de Obra. Esta mezcla aplicada como superficie de desgaste sobre pavimentos, es producida, esparcida y uniformemente distribuida por una máquina especialmente diseñada para este propósito, la misma que deberá adherirse firmemente sobre una capa de rodadura previamente preparada, logrando propiedades de impermeabilidad y anti-deslizantes durante todo el tiempo de vida.

El mortero asfáltico se aplica en capas delgadas (1½ veces el tamaño máximo del agregado) de acuerdo a requerimientos de los documentos contractuales.

Morteros asfálticos de mayor rendimiento pueden ser diseñados para aumentar ciertas características del mortero para una particular finalidad ya sea con la adición de polímeros o algún otro material para la recuperación de ahuellamientos, resistencia al agrietamiento, incremento de rugosidad, etc.

El término genérico Mortero Asfáltico define a varios tratamientos utilizados en la conservación de pavimentos como: Mortero Asfáltico, Mortero Asfáltico Modificado con Polímeros y Micro- Pavimentos.

Mortero Asfáltico: Es la mezcla de agregados, emulsión asfáltica, agua, relleno mineral y aditivos debidamente proporcionados, mezclados y esparcidos sobre una superficie apropiadamente preparada.

Mortero Asfáltico Modificado con Polímeros: Es un mortero asfáltico diseñado con una emulsión que ha sido modificada con polímeros cuyo objetivo es mejorar una o más propiedades del mortero, bajo requerimientos de un proyecto particular.

Modificando las emulsiones se mejora la liga entre el asfalto y los agregados, consiguientemente se obtiene más durabilidad y mejor textura en el mortero asfáltico.

Micro-Pavimento: Es la mezcla de una emulsión catiónica modificada con polímeros, agregados triturados, agua, relleno mineral y otros aditivos, apropiadamente proporcionados y esparcidos sobre una superficie preparada. El objetivo de la utilización de polímeros en mezclas de Micro- Pavimentos es reducir la susceptibilidad del ligante a los cambios térmicos en la vía, permitiendo rendimientos más elevados que en Morteros Asfálticos. Los micro-pavimentos se pueden aplicar en espesores de una sola capa o multi-capas, en proyectos de recuperación de ahuellamientos y repavimentación.

Tráfico

Los criterios normativos para la aplicación de los diferentes tratamientos con mortero asfáltico se basarán de acuerdo al volumen y tipo de tráfico según se indica en el siguiente cuadro:

TRATAMIENTO	GRANULOMETRÍA	VOLUMEN DEL TRÁFICO			VELOCIDAD DEL TRÁFICO	
		LIVIANO - MEDIO	MEDIO - PESADO	PESADO - MUY PESADO	BAJA	ALTA
Mortero Asfáltico	Tipo II*	X			X	
	Tipo III	X				X
Mortero Asfáltico modificado Con polímeros	Tipo II*		X		X	
	Tipo III		X			X
Micro-pavimento	Tipo II*			X	X	
	Tipo III			X		X

* Recomendado también para su aplicación en aeropuertos.

Materiales

Agregados – Los agregados deben cumplir un óptimo control de calidad. Para obtener una aplicación de alto rendimiento con morteros asfálticos, el proceso de trituración y manejo de agregados incluirá un control en la granulometría, fracturación de caras, limpieza del material y el equivalente de arena. Los agregados deben ser 100 % triturados, sin fluctuaciones drásticas en su granulometría que afecten el diseño de mezcla previamente aprobado. Básicamente la Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros (ISSA) describe tres granulometrías estándar, sin embargo, por su uso convencional en todo el mundo únicamente se utilizan dos: Tipo II y Tipo III; cada una diseñada y seleccionada de acuerdo a la estructura existente, tráfico y condiciones climatológicas en el área de aplicación.

Granulometría ISSA de los Agregados

Tipo	II	III
Tamaño del Tamiz	Porcentaje que Pasa	
9.5 mm (3/8")	100	100
4.75 mm (No. 4)	90-100	70-90
2.36 mm (No. 8)	65-90	45-70
1.18 mm (No. 16)	45-70	28-50
600 micrones (No. 30)	30-50	19-34
300 micrones (No. 50)	18-30	12-25
150 micrones (No. 100)	10-21	7-18
75 micrones (No. 200)	5-15	5-15
Contenido de asfalto en el mortero asfáltico %	7.5-13.5	6.5-12
Típica tasa de aplicación kg/m ²	5.4-9.1	8.2-13.6

El peso suelto promedio del agregado es de 1730 kg/m³ y puede variar de 1250 kg/m³ a 1850 kg/m³.

Todos los diseños de mezcla de Mortero Asfáltico se basan en el peso seco del agregado. Por lo tanto, se deberá tomar en cuenta la variación del peso volumétrico

suelto del agregado, recomendándose que el equipo de aplicación sea calibrado para cada fuente de agregado.

Granulometría típica de Agregados para Morteros Asfálticos

<p>Tipo II</p> <p>¼”</p> <p>5-6 mm</p> <p>Para aplicaciones en: Aeropuertos, carreteras y vías urbanas</p>	<p>Tipo III</p> <p>¾”</p> <p>9-10 mm</p> <p>Para aplicaciones en: Carreteras, autopistas y vías urbanas</p>
--	---

Requerimientos para los agregados

MORTERO ASFÁLTICO	NORMA
Equivalente de Arena > 45	ASTM D 2419
Pérdida por Abrasión (Los Ángeles) 35% máx	ASTM C 131 – AASHTO T 96 - INEN 860
Granulometría	ASTM C 136 - AASHTO T 27

Relleno Mineral – De acuerdo a la norma ASTM D 546 – AASHTO T37, se pueden utilizar indistintamente como relleno mineral: cemento Pórtland Tipo I, cal hidratada, polvo de piedra caliza o ceniza volcánica, con un porcentaje máximo del 2 %. La adición de este relleno mineral tiene como finalidad incrementar las propiedades de manejabilidad en la mezcla, así como, mejorar la parte fina de la curva granulométrica de los agregados, influyendo en el comportamiento a la ruptura y curado del mortero asfáltico.

Las máquinas pavimentadoras permiten realizar ajuste de aditivos de relleno mineral en campo para optimizar características adecuadas de flujo, rompimiento y curado.

Emulsión Asfáltica – La emulsión asfáltica se define como la dispersión de micropartículas de asfalto dentro de una matriz acuosa estabilizada químicamente, la cual es utilizada básicamente para la producción de mezclas asfálticas en frío (mezclas abiertas, micro aglomerados [mezclas densas], reciclados, estabilizaciones, etc.) y como ligante emulsionado en riegos.

La emulsión asfáltica a utilizar debe obedecer a un diseño previo, de acuerdo a las características de los agregados, mezcla, tipo de aplicación, condiciones ambientales y climatológicas.

Las emulsiones asfálticas recomendadas para morteros asfálticos son normalmente del tipo CSS- 1, CSS-1h (emulsión catiónica de ruptura lenta) y CQS-1h (emulsión catiónica de ruptura rápida para mezclas); las cuales deberán ser especialmente ensayadas para verificar la compatibilidad y reactividad con los agregados y deberán ser suministradas con el correspondiente certificado de análisis y producción de acuerdo al diseño solicitado.

Requerimiento Obligatorio:

“Es importante remarcar y hacer del conocimiento de Organismos Gubernamentales, Contratistas Públicos y Privados y Usuarios en General, que nunca se deberá aceptar una emulsión asfáltica solo por el hecho de ser del tipo de emulsión especificada para una determinada aplicación y se encuentre almacenada o no, obligatoriamente se deberá someter a un diseño de acuerdo a las características del material pétreo, de la mezcla, tipo de aplicación, condiciones ambientales y climatológicas”.

Ensayos para Emulsiones. - Los principales ensayos para emulsiones son descritos por la Normas ASTM D 977 y MOP-001-F 2000 subsección 810-4. Tabla 810-4.2. Pruebas de control de calidad en la producción:

Contenido de asfalto residual en la emulsión asfáltica: determina el contenido de asfalto de acuerdo a norma ASTM D 244 – AASHTO T 59.

Penetración del residuo de la emulsión: define la dureza del asfalto como se especifica en normas ASTM D 2397 – AASHTO T 49.

Pruebas generales de emulsiones asfálticas:

- Viscosidad ASTM D 244.- Determina la manejabilidad de la emulsión en el campo.
- Asentamiento ASTM D 244.- Determina la estabilidad al almacenamiento.
- Tamizado ASTM D 244.- Determina la estabilidad al manejo y al almacenamiento prolongado.
- Polímeros (para morteros asfálticos modificados)

La adición de polímeros mejora las propiedades de cohesión y adhesión, incrementa la rigidez y reduce la susceptibilidad al cambio de temperatura. El incremento de la rigidez evita la formación de ahuellamientos en climas cálidos y permite el uso de cementos asfálticos más blandos, mismos que se comportan de mejor manera en climas fríos.

Los polímeros pueden ser agregados durante la preparación de la solución jabonosa o pueden ser mezclados con el cemento asfáltico en la planta de emulsión, antes del proceso de emulsificación. La cantidad mínima y el tipo del polímero modificador deberá ser determinada por el laboratorio responsable del diseño de mezcla. La cantidad de polímeros sólidos deberá basarse en el contenido del residuo asfáltico en peso; para mezclas de micro-pavimentos se especifica esta cantidad en un porcentaje del 3 al 4%. Los polímeros utilizados en morteros asfálticos son los mismos que se aplican en otras mezclas asfálticas. El látex natural generalmente es el más común, pudiéndose utilizar también otros como: SBR (styrene- butadienerubber), SBS (styrene-butadiene-styrene) y EVA (ethylene-vinil-acetate).

Agua – El agua es el principal factor en la determinación de la consistencia del mortero asfáltico durante su producción y aplicación, formando parte importante en la estabilidad de la mezcla.

Dependiendo del porcentaje de humedad que contienen los agregados se determinará la adición de agua como recubrimiento en la mezcla. Generalmente la cantidad de agua a añadirse es de aproximadamente 10% respecto al peso del agregado seco.

Ensayos para el agua. - El agua debe cumplir con la norma del MOP-001-F 2000.

Aditivos de Control de Ruptura en Campo – La alta temperatura y reactividad de los agregados condicionan al rompimiento y curado del mortero asfáltico. Para ajustar este proceso en el campo es necesario adicionar aditivos químicamente similares a los emulsificantes, se añaden en porcentajes del 0,1 - 0,5 % de la mezcla.

Equipo

El equipo mínimo indicado y señalado por las especificaciones MOP-001-F 2000 sección 405- 7.03. y la ISSA A105, que deberá disponer el Contratista para la preparación, distribución y aplicación de la capa de mortero asfáltico es:

- Una pavimentadora de mortero asfáltico.
- Una barredora mecánica para la limpieza de la vía.
- Un sistema de mallas para el tamizado de los agregados en el banco de materiales.
- Una máquina cargadora frontal para alimentar el agregado tamizado.
- Máquina pavimentadora de Mortero Asfáltico

La máquina pavimentadora de mortero asfáltico debe estar montada sobre un camión o sobre una unidad auto-propulsada y estará equipada con:

Sistema de Agregados – Compuesto por tolva almacenadora de agregados, banda transportadora de neopreno tipo continuo sobre rodillos para alimentación al mezclador, vibrador de frecuencia variable, compuerta de apertura variable con contador digital para su calibración.

Sistema de Emulsión – Compuesto por tanque de almacenamiento con indicador de nivel, bomba de desplazamiento positivo encamisada térmicamente para alimentación y recirculación.

Sistema de Agua – Compuesto por tanque para almacenamiento con indicador de nivel, bomba centrífuga, barra rociadora de agua, tuberías de conexión, medidor de flujo y válvula solenoide electro-neumática de apertura y cierre.

Sistema Alimentador del Relleno Mineral – Compuesto por tolva almacenadora, alimentador tipo gusano sin fin de acción reversible y velocidad variable.

Sistema de Aditivo – Compuesto por tanque de almacenamiento anti-corrosivo, bomba alimentadora de desplazamiento positivo con velocidad variable y medidor de flujo.

Sistema de Mezclado – Equipado con mezclador de ejes gemelos con paletas de giro reversible (tipo “pugmill”). El espacio comprendido entre las paletas y la cámara de mezclado está de acuerdo a la granulometría máxima del mortero asfáltico (Tipo III).

Caja Terminadora/Esparcidora – De expansión hidráulica inclusive en movimiento, equipada con gusanos sin fin de control hidráulico reversible y velocidad variable para esparcir la mezcla, controles de espesor de mezcla, barra secundaria con dispositivos de neopreno o uretano para el terminado final de la aplicación. El objetivo de esta barra

es ajustar el terminado de la superficie de rodadura con las características de rugosidad requeridas.

Dispositivos de Dosificación – La máquina estará equipada con controles individuales de alimentación en volumen o peso, para la dosificación exacta de todos los materiales que se suministren al mezclador. Las cantidades de emulsión, agregados y relleno mineral son fijadas antes de la aplicación, solamente el agua y el aditivo especificados en el diseño, deberán de ser controlados durante el tendido en obra en función de las condiciones climáticas.

Calibración de la máquina aplicadora de morteros asfálticos. - La calibración de una máquina aplicadora y sus dispositivos de dosificación es obligatoria, para obtener las proporciones adecuadas de todos los componentes de la mezcla diseñada. Cada máquina a ser usada en la ejecución de un contrato deberá ser calibrada previamente en presencia de Fiscalización.

Previo a la calibración, los documentos que amparan el suministro exacto de materiales a ser usados deben ser aceptados y aprobados igualmente por

Fiscalización.

La documentación de calibración deberá incluir calibraciones individuales para cada material, a varios porcentajes de acuerdo a los dispositivos de dosificación de la máquina.

Fiscalización no aceptará la utilización de una máquina sin que ésta no haya sido calibrada previamente. El proceso de calibración se realiza mediante la obtención de datos en peso de los materiales, los mismos que se grafican considerando la variación de los dispositivos de control de suministro de materiales en la máquina. En el eje de las abscisas se anota el peso y en las ordenadas la apertura de compuertas o válvulas de control de los sistemas a calibrar.

Procedimiento. - La superficie a pavimentarse con Mortero Asfáltico deberá ser preparada cuidadosamente, recuperando el perfil longitudinal y transversal con sistemas de bacheo y sellado de grietas utilizando el equipo, métodos y procedimientos adecuados.

Se deberá utilizar el barrido como método de limpieza, para eliminar la mayor cantidad de polvos y materiales nocivos al mortero. El riego de agua previo a la aplicación del mortero se recomienda como control de ruptura prematura de la mezcla y mejorador de adherencia a la superficie existente. Dependiendo de las condiciones climáticas, se aplicará el riego de pulverización con agua incluido en la máquina aplicadora.

Una vez que los componentes del Mortero Asfáltico son mezclados se inicia el proceso de ruptura de la mezcla. El tiempo de este proceso depende de la química de los agregados y finos, formulación de la emulsión, tipo y concentración de aditivos, así como la temperatura ambiental. Para permitir el tendido del mortero asfáltico sobre la vía, se requiere un tiempo mínimo de mezclado de 120 a 300 segundos, durante el cual el mortero asfáltico permanece fluido y puede ser distribuido sobre la superficie. Una vez colocado sobre la vía el mortero asfáltico continúa con el proceso de ruptura y agua clara es liberada. La terminación del proceso químico de ruptura del mortero asfáltico se logra cuando la coloración de la mezcla cambia de café a negro en pocos minutos.

El tiempo de apertura al tráfico se establece cuando la mayor parte de agua es expulsada de la mezcla, lo que ocurre en función del sistema de mortero asfáltico utilizado. Para morteros asfálticos tipo CSS, la apertura se establece en un tiempo aproximado de 2 a 4 horas. Para morteros asfálticos tipo CQS la apertura se establece en 60 minutos o menos.

El proceso de curado de una mezcla de morteros asfálticos se logra cuando la totalidad del agua en la mezcla es liberada, este proceso ocurre dentro de las primeras 48 horas después de su aplicación.

Diseño de Mezcla en Laboratorio

Además de las guías y métodos de ensayos para el diseño de morteros asfálticos establecidos por la ISSA y ASTM, y mencionados en el numeral 405-7.2, se han desarrollado otras metodologías de control específicas para determinar el diseño de mezcla del mortero asfáltico:

- Prueba de cohesión en húmedo (ASTM D3910): determina los tiempos de ruptura de la mezcla y su apertura al tráfico.

- Prueba de mezclado manual (ISSA TB 113): determina la compatibilidad de los materiales y el tiempo mínimo de mezclado.
- Prueba de abrasión bajo agua (ISSA TB 100): determina el contenido mínimo de emulsión asfáltica en la mezcla de Mortero Asfáltico.
- Prueba de rueda cargada (ISSA TB 109): determina el contenido máximo de emulsión asfáltica en la mezcla de Mortero Asfáltico.

Determinación del contenido óptimo de emulsión asfáltica en el diseño de la mezcla.

- Las pruebas de los numerales 4) y 5) deben ser realizadas para varios contenidos de emulsión asfáltica, los resultados se grafican en ejes cartesianos y se anotan como se indica a continuación:

- Gráfico No. 1: Resultado de la prueba de abrasión bajo agua
 - Abscisas (x): Contenido de emulsión asfáltica
 - Ordenadas (y): Pérdida de peso
- Gráfico No. 2: Resultado de la prueba de rueda cargada
 - Abscisas (x): Contenido de emulsión asfáltica
 - Ordenadas (y): Incremento de peso

Para determinar el contenido óptimo de emulsión asfáltica se utiliza la superposición de las dos gráficas anteriores. El mismo se obtiene en el punto medio de un rango de tolerancia del 3% medido en forma decreciente a partir del punto máximo de contenido asfáltico en la curva del Gráfico No. 2.

Tolerancia: El contenido óptimo de emulsión asfáltica en el diseño de mezcla está determinado por la función del efecto “bulk” (saturación en campo) de los agregados.

El rango de tolerancia del contenido óptimo de emulsión asfáltica es de $\pm 1,5\%$.

Requerimientos Técnicos de Laboratorio para el Diseño de Mezcla

El organismo gubernamental a cargo de la ejecución de obras con la utilización de la tecnología de emulsiones asfálticas, deberá solicitar anticipadamente al Contratista los siguientes documentos que amparen el proyecto en particular a ejecutarse:

Reporte Técnico de Laboratorio para Diseño de Mezcla

- Tabla No. 1: Análisis y Evaluación de los Agregados Triturados Propuestos

- Tabla No. 2: Análisis y Evaluación de la Emulsión Propuesta
- Tabla No. 3: Resultado del Diseño de Mezcla

Medición y pago. - Las cantidades a pagarse por la construcción de la capa de sello de mortero asfáltico, serán los metros cuadrados de superficie terminada, y aceptada

Unidad. – metro cuadrado (m²)

Materiales mínimos. – agregado triturado tipo II, agua potable, emulsión asfáltica con polímeros.

Equipo mínimo. – herramienta menor, zaranda mecánica, cargadora frontal, máquina para sellos asfálticos, barredora autopropulsada

Mano de obra mínima calificada. – peón, ayudante maquinaria, choferes tanqueros, operador cargador frontal, operador barredora autopropulsada, operador de maquinaria sellos asfálticos. [33]

RUBRO 13.- LIMPIEZA DE CUNETAS A MÁQUINA (M)

Descripción. - Consiste en el corte, figurado de obras de evacuación de aguas cunetas, así como la limpieza y rehabilitación de las mismas que incluya matorrales, árboles, troncos, hojarasca, basura y otros, así como el desalojo de materiales a sitios autorizados por el Fiscalizador.

Las cunetas seguirán las pendientes longitudinales de las vías y que se asegure que la cuneta sea limpiada y permita que el agua fluya normalmente hasta los puntos de descarga alcantarillas, sean ríos o quebradas, no se aceptará cunetas que presente depresiones donde se empoce el agua, siendo responsabilidad del contratista velar por su correcto funcionamiento hasta la recepción definitiva del contrato, sin coste adicional.

Procedimiento de trabajo. -

- Asegurar un control adecuado del tráfico, colocando banderilleros al inicio y al final del tramo de la vía
- Raspar y arrastrar el sedimento desde el fondo de la cuneta hacia el espaldón o colgada según sea el caso

- En el caso de que el talud requiera de material adicional, se puede arrastrar el sedimento hacia el mismo
- Asegurar que la cuneta limpiada permita que el agua fluya normalmente y no exista depresiones donde se empozará el agua
- Acumular el sedimento en una hilera o en montones para su posterior acarreo, cargado o desalojo
- Cargado y desalojo de material hasta 500 m
- Que se asegure que los desfogues de cuneta hacia sitios de escorrentías naturales no sean mayores a los 400 ml, o a sitios indicados por el fiscalizador.

Equipo. -

- Motoniveladora
- Retroexcavadora
- Volquete

Medición y forma de pago. -Los trabajos de limpieza se pagarán con autorización del Fiscalizador, los mismo que incluyen además la remoción, almacenamiento y desalojo de materiales, se medirán por metro lineal, ml, que corresponde a las cunetas y encauzamientos de agua atendidos. El pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas, los materiales y operaciones conexas necesarias para la correcta ejecución del trabajo conforme a lo especificado.

Este rubro se medirá por metro lineal [34]

ANEXO D

FOTOGRAFÍAS

PCI



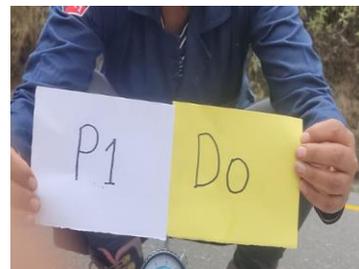
TPDA

TABLA DE CONTROL DE TIEMPO											
HORA	LITAJOS	BLANCO	D0	D1A	D2B	D3	D4	D5	D6	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
07:00											
08:00											
09:00											
10:00											
11:00											
12:00											
13:00											
14:00											
15:00											
16:00											
17:00											
18:00											
19:00											
20:00											
21:00											
22:00											
23:00											
24:00											

TABLA DE CONTROL DE TIEMPO											
HORA	LITAJOS	BLANCO	D0	D1A	D2B	D3	D4	D5	D6	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
07:00											
08:00											
09:00											
10:00											
11:00											
12:00											
13:00											
14:00											
15:00											
16:00											
17:00											
18:00											
19:00											
20:00											
21:00											
22:00											
23:00											
24:00											

TABLA DE CONTROL DE TIEMPO											
HORA	LITAJOS	BLANCO	D0	D1A	D2B	D3	D4	D5	D6	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
07:00											
08:00											
09:00											
10:00											
11:00											
12:00											
13:00											
14:00											
15:00											
16:00											
17:00											
18:00											
19:00											
20:00											
21:00											
22:00											
23:00											
24:00											

DEFLEXIONES (VIGA BENKELMAN)



CALICATAS



DCP (CBR EN CAMPO)



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



ENSAYO DE CBR

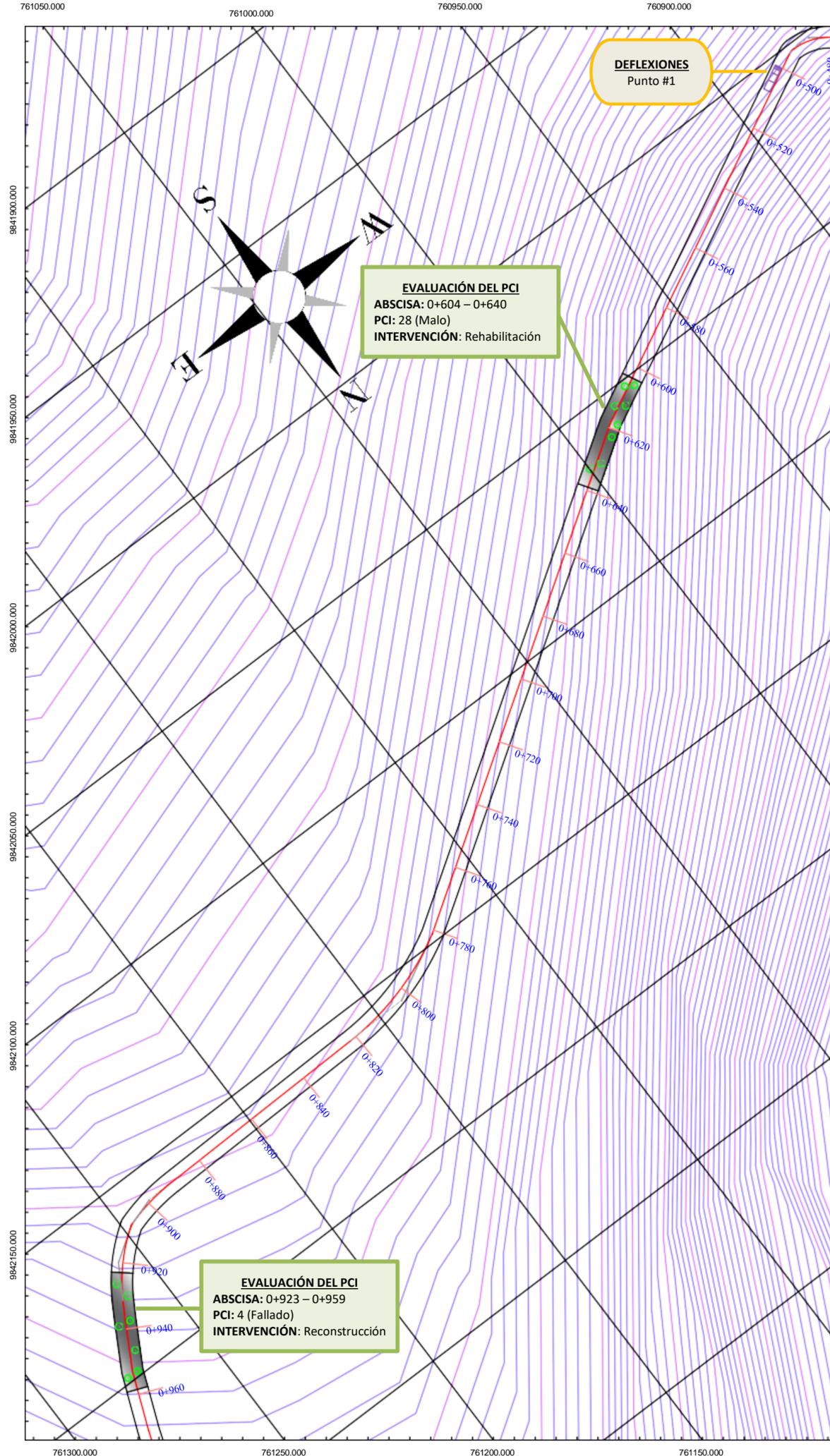
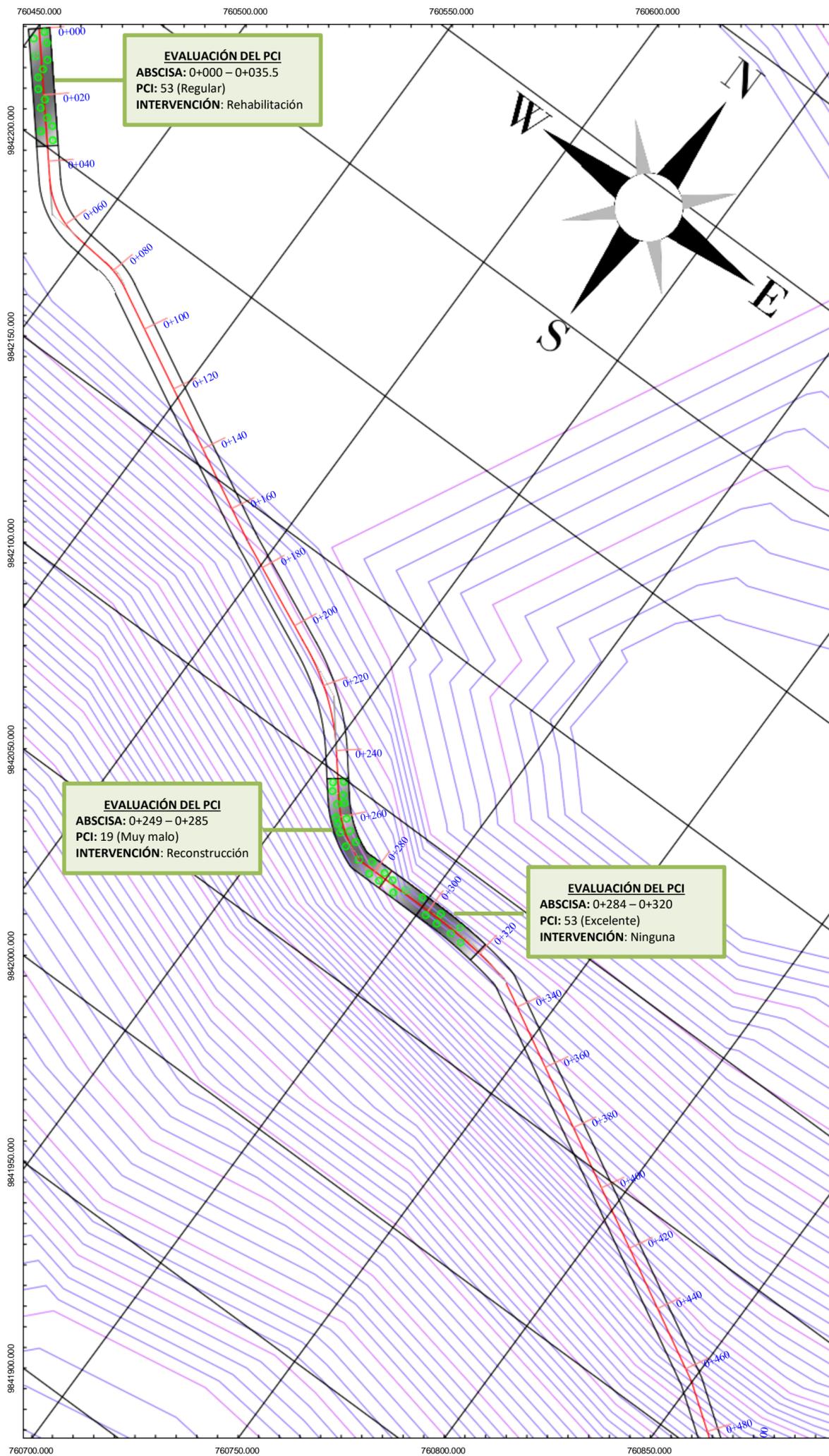


ENSAYO DE ABRASIÓN



ANEXO E

PLANOS



PROYECTO EXPERIMENTAL

TEMA: EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA



ABCISA 0+000	(UTMWGS84-17)	ABCISA 4+300
- 9842236 NORTE		- 9843850 NORTE
- 760453 SUR		- 763389 SUR

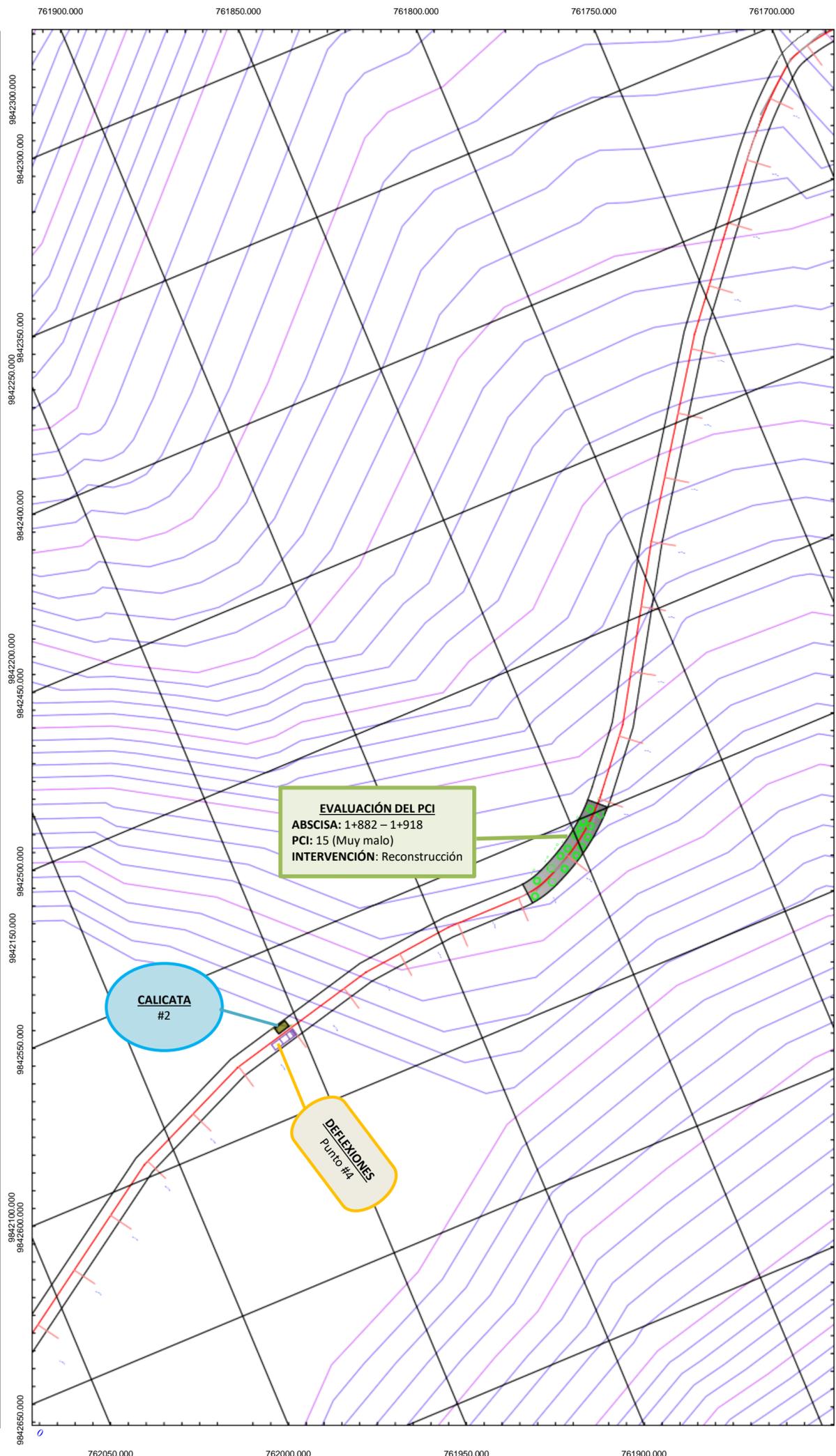
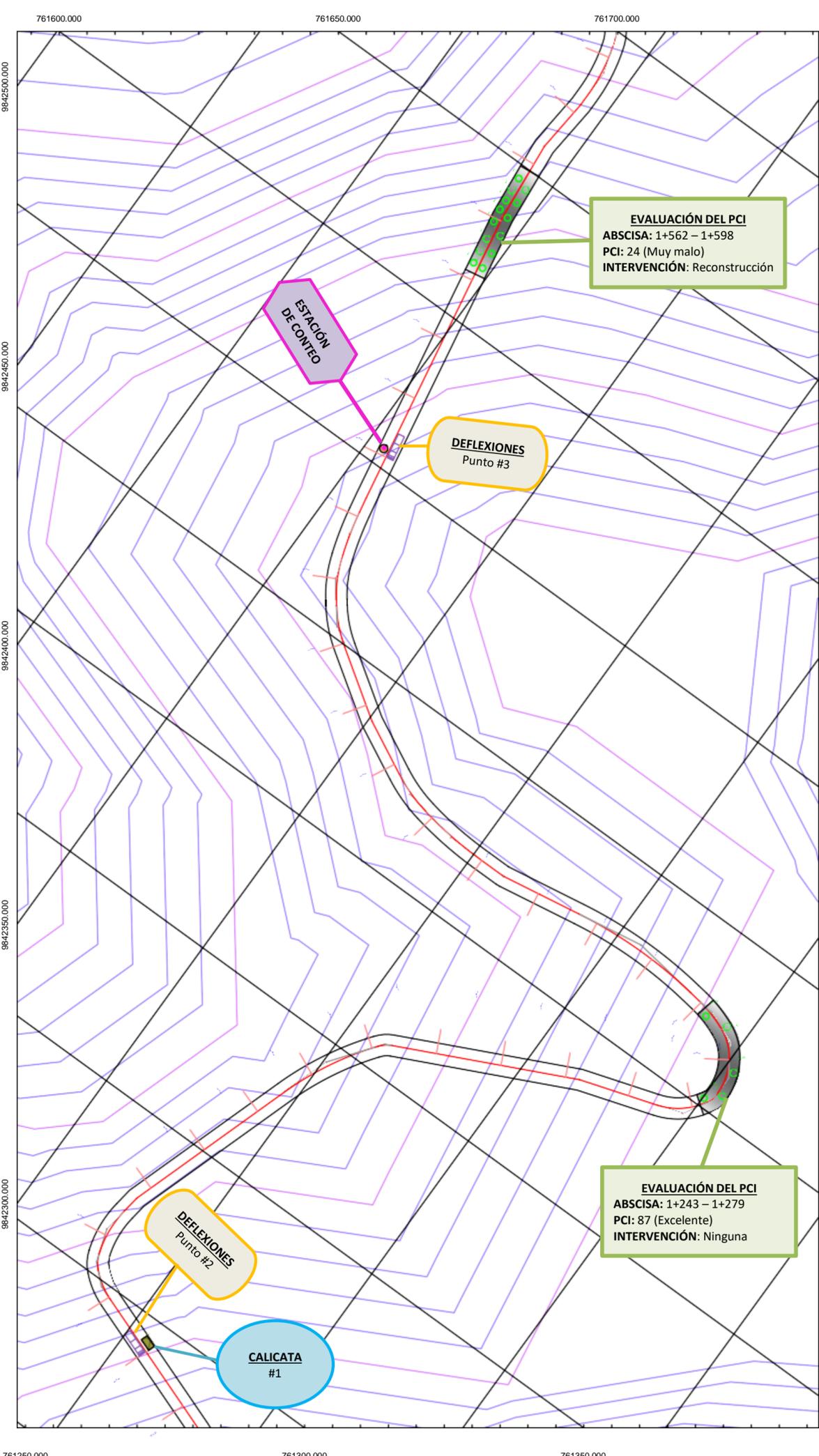
CONTENIDO

- Tramos de PCI
- Estación de conteo
- Deflexiones (Viga Benkelman)
- Calicatas

- FALLAS DEL PCI**
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 de carril/berma
 10. Grietas long. y trans.
 11. Parqueo
 12. Pulimiento de agregados
 13. Baches/huecos
 14. Cruce de vía férrea
 15. Ahuellamiento
 16. Desplazamiento
 17. Grieta parabólica
 18. Hinchamiento
 19. Intemperismo

ELABORADO POR:	REVISADO POR:
Lizbeth Tipantasig	Ing. Fricson Moreira

LÁMINA: 1/5	ESCALA: 1:750	FECHA: 11/01/2024
--------------------	----------------------	--------------------------



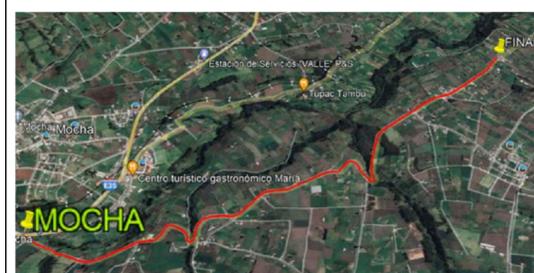
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO EXPERIMENTAL

TEMA: EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

UBICACIÓN



ABCISA 0+000 (UTM WGS84-17) **ABCISA 4+300**
 - 9842236 NORTE - 9843850 NORTE
 - 760453 SUR - 763389 SUR

CONTENIDO

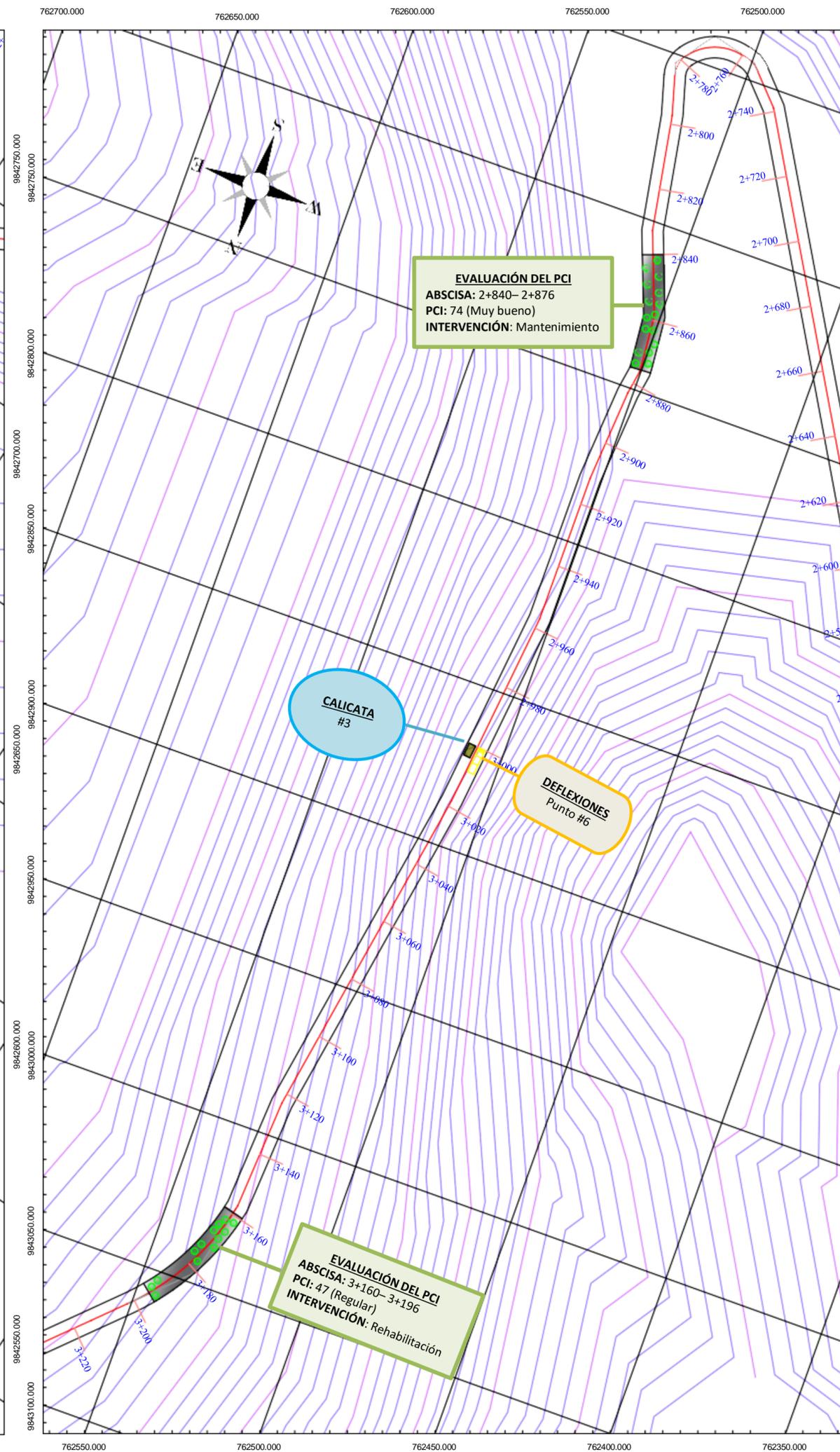
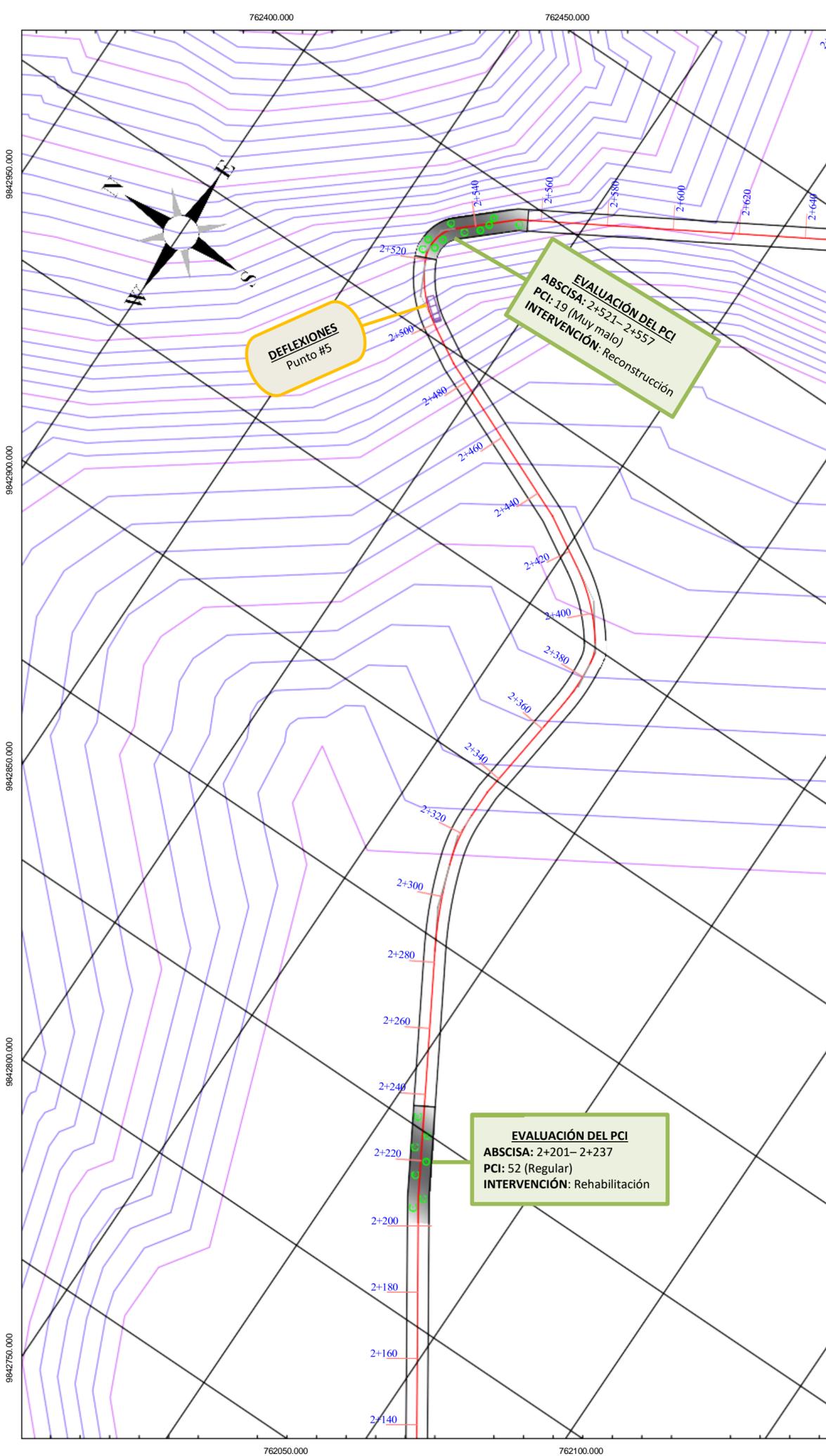
- Tramos de PCI
- Estación de conteo
- Deflexiones (Viga Benkelman)
- Calicatas

FALLAS DEL PCI

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 de carril/berma
10. **Grietas long. y trans.**
11. **Parqueo**
12. **Pulimiento de agregados**
13. **Baches/huecos**
14. Cruce de vía férrea
15. Ahuellamiento
16. Desplazamiento
17. Grieta parabólica
18. Hinchamiento
19. Intemperismo

<p>ELABORADO POR:</p> <p>_____</p> <p>Lizbeth Tipantasiq</p>	<p>REVISADO POR:</p> <p>_____</p> <p>Ing. Fricson Moreira</p>
---	--

<p>LÁMINA: 2/5</p>	<p>ESCALA: 1:750</p>	<p>FECHA: 11/01/2024</p>
---------------------------	-----------------------------	---------------------------------



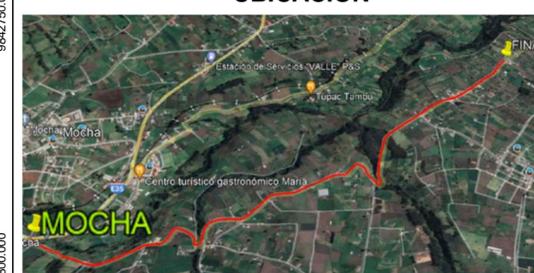
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO EXPERIMENTAL

TEMA: EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

UBICACIÓN



ABSCISA 0+000 (UTMWGS84-17) **ABSCISA 4+300**
 - 9842236 NORTE - 9843850 NORTE
 - 760453 SUR - 763389 SUR

CONTENIDO

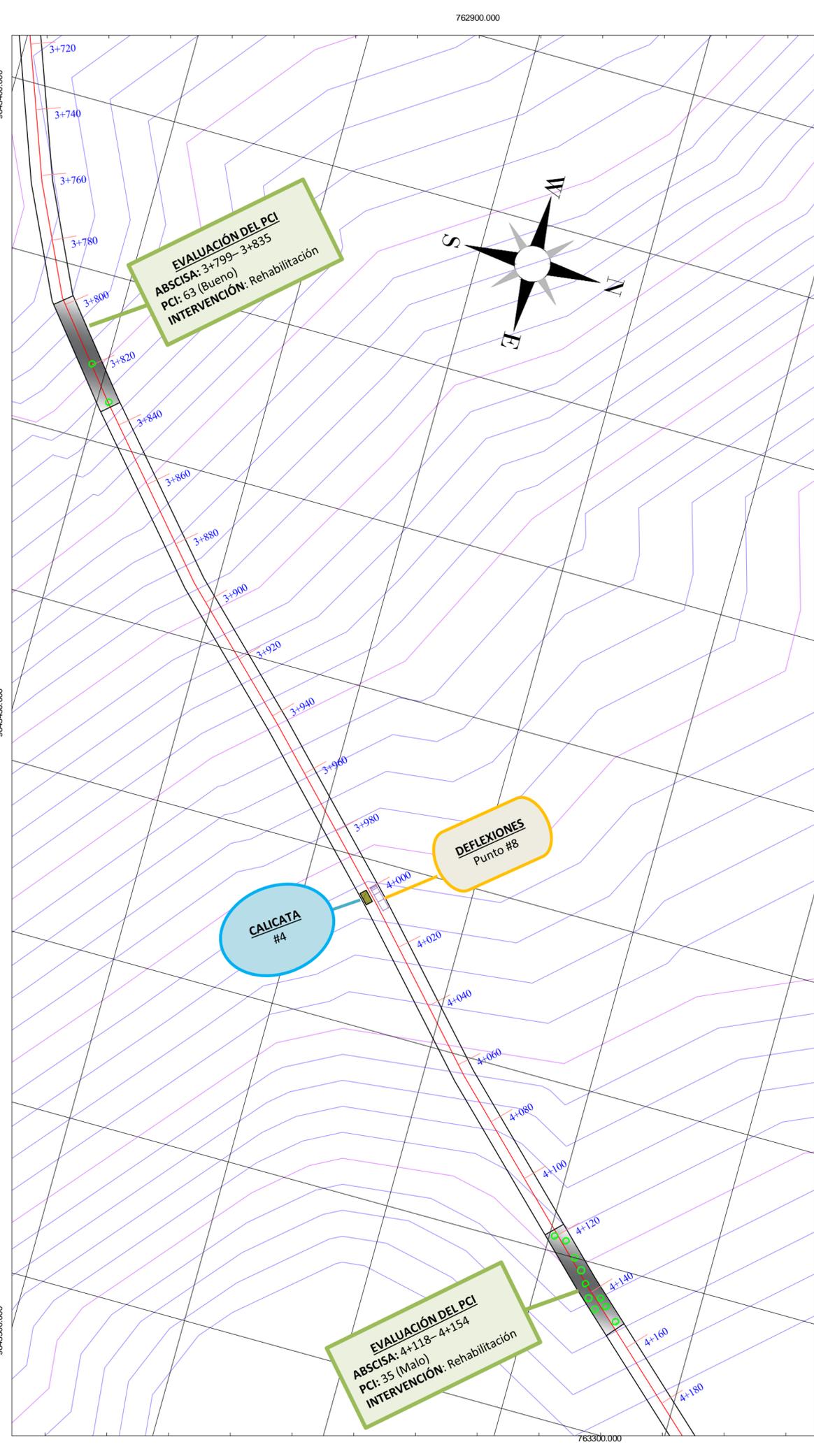
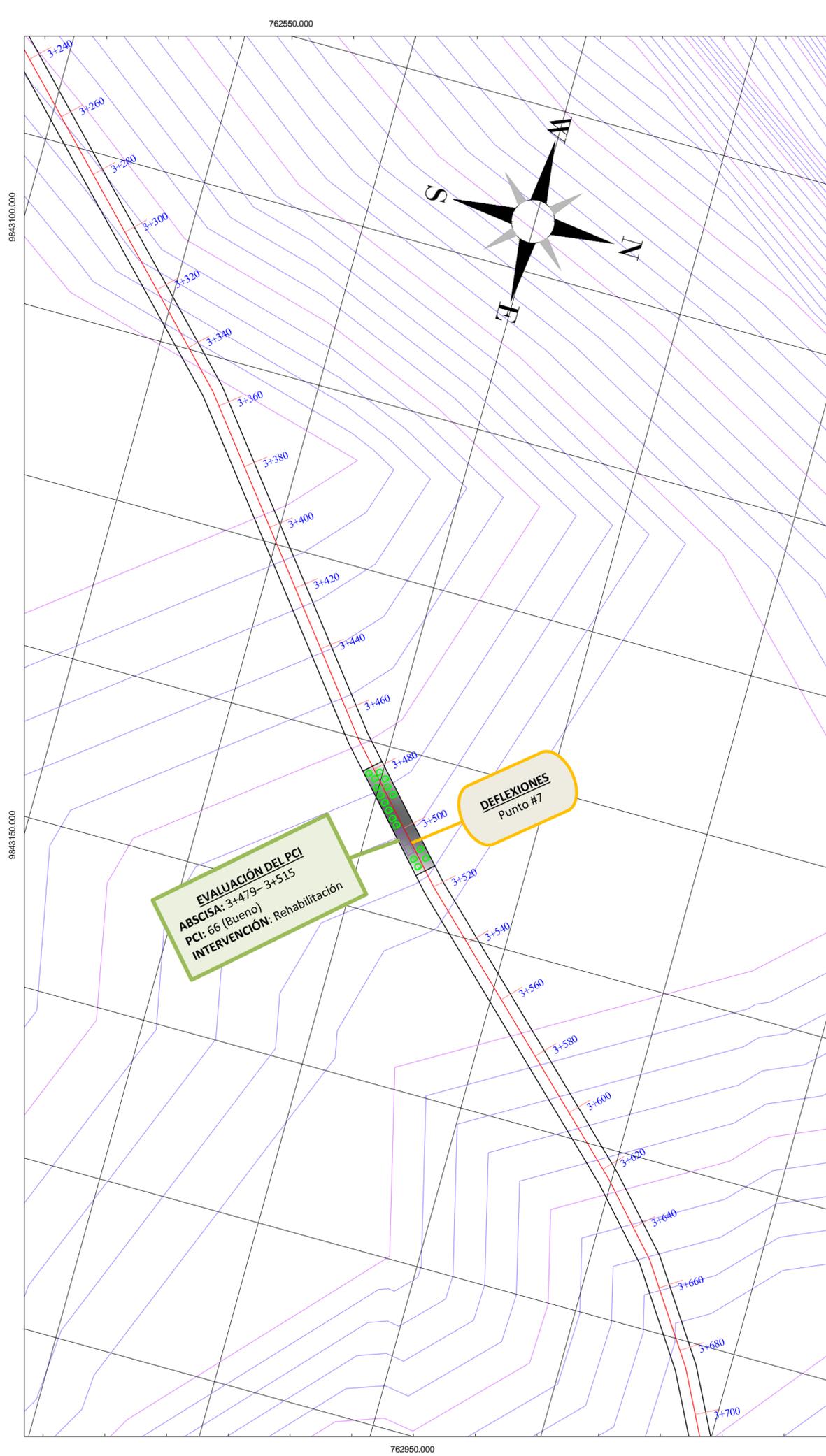
- Tramos de PCI
- Estación de conteo
- Deflexiones (Viga Benkelman)
- Calicatas

FALLAS DEL PCI

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 de carril/berma
10. **Grietas long. y trans.**
11. **Parcheo**
12. **Pulimiento de agregados**
13. **Baches/huecos**
14. Cruce de vía férrea
15. Ahuellamiento
16. Desplazamiento
17. Grieta parabólica
18. Hinchamiento
19. Intemperismo

<p>ELABORADO POR:</p> <p>_____</p> <p>Lizbeth Tipantasiq</p>	<p>REVISADO POR:</p> <p>_____</p> <p>Ing. Fricson Moreira</p>
---	--

LÁMINA: 3/5	ESCALA: 1:750	FECHA: 11/01/2024
--------------------	----------------------	--------------------------



PROYECTO EXPERIMENTAL

TEMA: EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

UBICACIÓN



ABSCISA 0+000	(UTMWS84-17)	ABSCISA 4+300
- 9842236 NORTE		- 9843850 NORTE
- 760453 SUR		- 763389 SUR

CONTENIDO

- Tramos de PCI
- Estación de conteo
- Deflexiones (Viga Benkelman)
- Calicatas

FALLAS DEL PCI

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 de carril/berma
10. **Grietas long. y trans.**
11. **Parqueo**
12. **Pulimiento de agregados**
13. **Baches/huecos**
14. Cruce de vía férrea
15. Ahuellamiento
16. Desplazamiento
17. Grieta parabólica
18. Hinchamiento
19. Intemperismo

ELABORADO POR:

Lizbeth Tipantasi

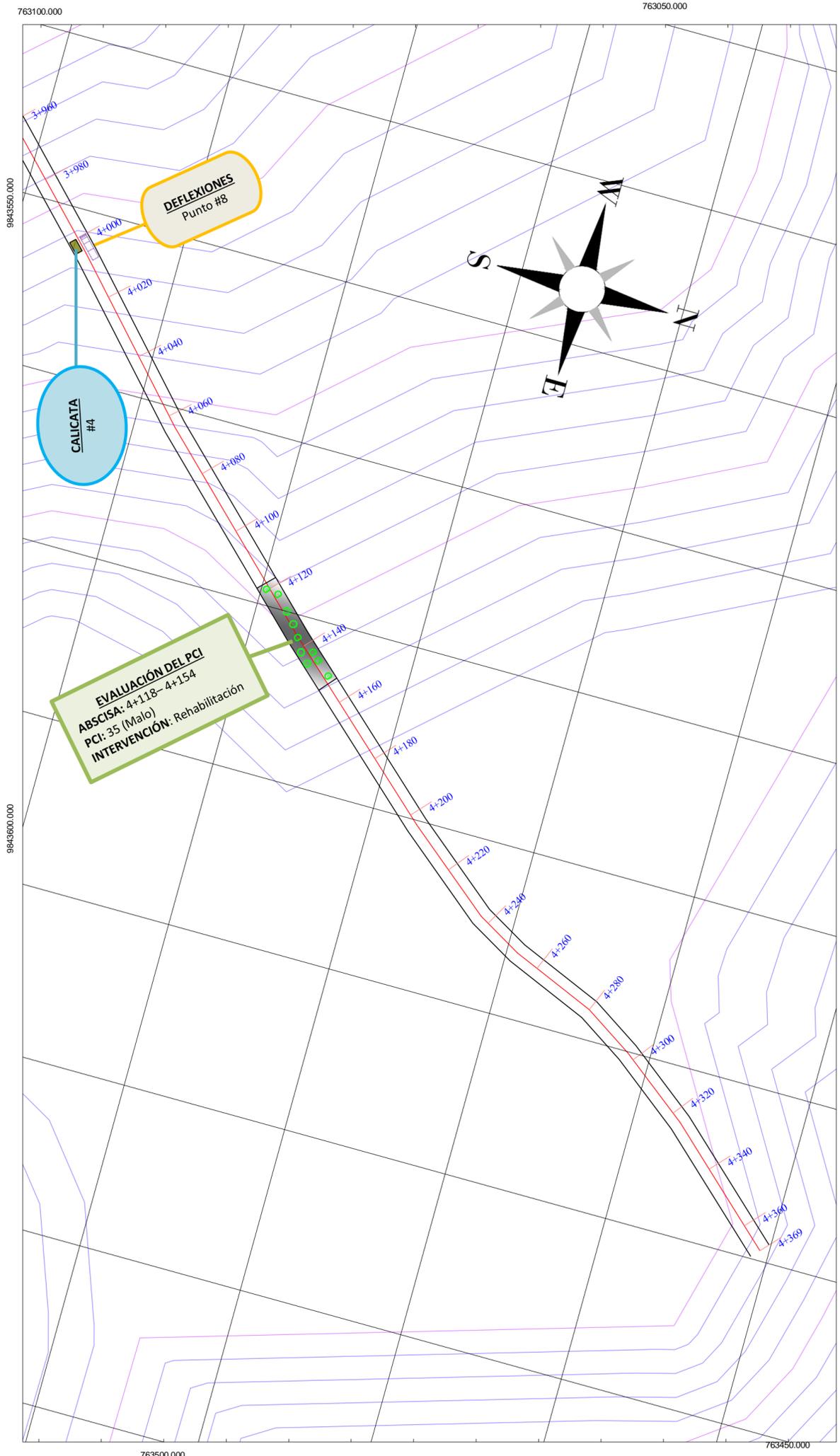
REVISADO POR:

Ing. Fricson Moreira

LÁMINA: 4/5

ESCALA: 1:750

FECHA:
11/01/2024



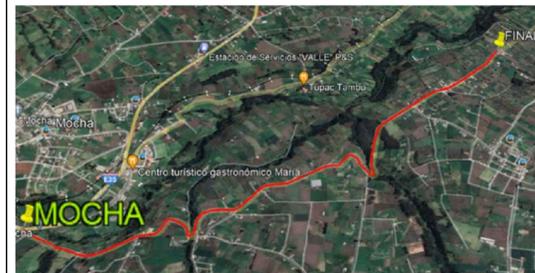
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO EXPERIMENTAL

TEMA: EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUERO - MOCHA ABSCISA 0+000 - 4+300, UBICADA ENTRE LOS CANTONES QUERO Y MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

UBICACIÓN



ABSCISA 0+000 (UTMWGS84-17)	ABSCISA 4+300
- 9842236 NORTE	- 9843850 NORTE
- 760453 SUR	- 763389 SUR

CONTENIDO

- Tramos de PCI
- Estación de conteo
- Deflexiones (Viga Benkelman)
- Calicatas

FALLAS DEL PCI

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 de carril/berma
10. Grietas long. y trans.
11. Parcheo
12. Pulimiento de agregados
13. Baches/huecos
14. Cruce de vía férrea
15. Ahuellamiento
16. Desplazamiento
17. Grieta parabólica
18. Hinchamiento
19. Intemperismo

ELABORADO POR:

Lizbeth Tipantasiq

REVISADO POR:

Ing. Fricson Moreira

LÁMINA: 5/5

ESCALA: 1:750

FECHA: 11/01/2024