

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:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE
LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA
PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+400
HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Gina Pamela Ortiz Armendariz
AUTOR:

Ing. Mg. Alex López
TUTOR

AMBATO – ECUADOR

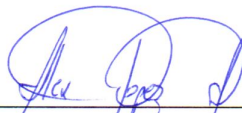
2020

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Alex López, certifico que el presente Trabajo Experimental bajo el tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” es de Autoría de la Srta. Gina Pamela Ortiz Armendariz, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

En todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, enero 2020

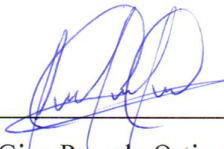


Ing. Mg. Alex López

AUTORÍA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Yo, Gina Pamela Ortiz Armendariz con CI: 1804731907, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” es de mi completa autoría.

Ambato, enero 2020



Srta. Gina Pamela Ortiz Armendariz

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, enero 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom.

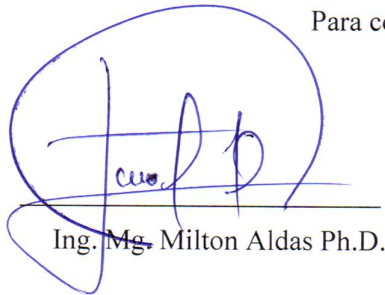
Srta. Gina Pamela Ortiz Armendariz

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

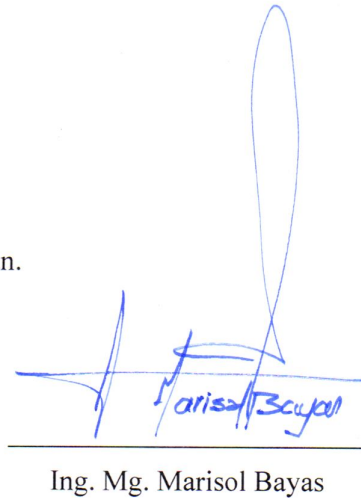
Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe del trabajo experimental, sobre el tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” de la egresada Gina Pamela Ortiz Armendariz, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, enero 2020

Para constancia firman.



Ing. Mg. Milton Aldas Ph.D.



Ing. Mg. Marisol Bayas

DEDICATORIA

El presente trabajo experimental y mi carrera universitaria está dedicada a mi guía, compañera de vida, mi razón de ser, mi todo, mi madre Miriam Armendariz, quien ha sido la persona que me ha motivado a lograr todos mis objetivos y ha estado cuando más la he necesitado, quien lo ha dado todo sin esperar nada a cambio.

Es la mejor madre que Dios me pudo haber dado, estuvo en cada caída y tropiezo levantándose siempre con su frase “mi amor tú puedes, eres mi guerrera”, palabras que me las llevo grabadas en mi mente y corazón, y me han inspirado para lograr cada uno de mis logros.

Es mi fortaleza, mi ejemplo de superación, mis ganas de vivir cada día y dar todo de mi para lograr mis metas.

Pamela

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios que, con su infinito amor y bondad, me ha ayudado a ser mejor persona y superar todas las pruebas que me ha puesto la vida.

Gracias a mi padre Medardo Ortiz, por sus consejos y enseñanzas de día a día. Por su tiempo y momentos compartidos.

Gracias a mi madre Miriam Armendariz, por sus palabras de aliento y motivación, gracias por no haberme dejado sola cuando más he necesitado de un abrazo y compañía.

Gracias a mi hermano Jorge Ortiz, por haberme enseñado que nunca hay que rendirnos para cumplir nuestras metas y que no importa la distancia siempre contaré con su apoyo.

Gracias a mi hermano Orlen Ortiz, por ser como mi segundo padre y apoyarme en todo lo que he necesitado sin importar la hora o lugar.

Gracias a mis sobrinos Jorgito y Scarleth, que con sus locuras me alegran cada día de mi vida.

A mi docente tutor Alex López, por sus conocimientos impartidos y su ayuda brindada durante el desarrollo de mi trabajo experimental.

Gracias a mis amigos y compañeros de carrera quienes me han acompañado y apoyado durante mi etapa universitaria.

Pamela

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv

B. CONTENIDO

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes del trabajo experimental	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	3
1.1.3 Fundamentación Teórica	4
1.1.3.1 Georreferenciación	4
1.1.3.2 Análisis de Tráfico	5
1.1.3.3 Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	6
1.1.3.4 Deflexión de un pavimento flexible empleando la Viga Benkelman.....	14
1.1.3.5 Estudio de suelos	16
1.1.3.6 Plan de conservación vial	20
1.1.4 Hipótesis.....	22
1.2 Objetivos	22
1.2.1 Objetivo General	22

1.2.2	Objetivos Específicos	22
-------	-----------------------------	----

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1	Materiales y Equipos	23
2.2	Métodos	24
2.2.1	Plan de recolección de datos	24
2.2.2	Plan de procesamiento y análisis de información	25
2.2.2.1	Plan de procesamiento de información	25
2.2.2.2	Análisis de la información.....	27

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Análisis y discusión de los resultados	28
3.1.1	Zona de Estudio.....	28
3.1.2	Levantamiento georeferenciado	29
3.1.3	Análisis de tráfico.....	29
3.1.3.1	Cálculo del TPDA por el método de la trigésima hora	32
3.1.3.2	Clasificación de la vía en función del tráfico futuro	38
3.1.4	Evaluación superficial del pavimento asfáltico mediante el PCI	42
3.1.5	Evaluación de la capa de rodadura con la viga Benkelman	47
3.1.5.1	Cálculo de deflexiones	49
3.1.6	Estudio de suelos	58
3.1.6.1	Análisis granulométrico	59
3.1.6.2	Límites de Atterberg.....	61
3.1.6.3	Ensayo de compactación proctor modificado tipo B	62
3.1.6.4	Ensayo de relación de Soporte de California (CBR).....	63
3.1.7	Plan de conservación vial	64
3.1.7.1	Plan de conservación vial de acuerdo con el valor del PCI	64
3.1.7.2	Plan de conservación vial de acuerdo de acuerdo con la deflectometría	67

3.2	Verificación de Hipótesis	71
-----	---------------------------------	----

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	72
4.2	Recomendaciones	72
	Referencias Bibliográficas	73
	Anexos	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitudes para las unidades de muestreo de pavimento asfáltico.....	7
Tabla 2. Fallas de superficie en los pavimentos flexibles	8
Tabla 3. Fallas estructurales en los pavimentos flexibles	11
Tabla 4. Clasificación del PCI	13
Tabla 5. Distancia del punto de ensayo.....	15
Tabla 6. Tamices	17
Tabla 7. Clasificación del suelo de acuerdo con el CBR	19
Tabla 8. Materiales y Equipos.....	23
Tabla 9. Plan de recolección de datos	25
Tabla 10. Coordenadas del proyecto	28
Tabla 11. Coordenadas de la estación de conteo.....	30
Tabla 12. Número de vehículos diarios que circulan en la vía	33
Tabla 13. Determinación de la hora pico	33
Tabla 14. TPDA actual vía en estudio.....	34
Tabla 15. Tráfico atraído de la vía en estudio	35
Tabla 16. TPDA total actual de la vía en estudio.....	36
Tabla 17. Índice de crecimiento vehicular	37
Tabla 18. Tráfico futuro de la vía en estudio	38
Tabla 19. Clasificación de carreteras	39
Tabla 20. Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo.....	40
Tabla 21. Factores de distribución direccional.....	40
Tabla 22. Porcentajes de W18 en el carril D1	40
Tabla 23. Ejes equivalentes.....	41
Tabla 24. Secciones de análisis para el determinar el PCI.....	44
Tabla 25. Formato de registro del método PCI	46
Tabla 26. Resumen del PCI de la vía en estudio.....	47
Tabla 27. Deflexiones en campo de la vía en estudio	48
Tabla 28. Deflexiones corregidas por la relación de brazos de la viga Benkelman.	49
Tabla 29. Deflexiones corregidas por el efecto de la temperatura	51
Tabla 30. Factores de corrección por efecto estacional	52
Tabla 31. Deflexiones corregidas por el efecto estacional.....	52
Tabla 32. Radios de curvatura.....	53

Tabla 33. Valor de "t" y probabilidad de ocurrencia de $D > D_c$	54
Tabla 34. Tipos de deflexiones	56
Tabla 35. Cálculo de deflexiones de la vía en estudio	56
Tabla 36. Coordenadas de la ubicación de las calitas de la vía Patate – Píllaro	59
Tabla 37. Clasificación de suelos de acuerdo con el Método AASHTO M145	60
Tabla 38. Clasificación del suelo según la AASHTO M 145	61
Tabla 39. Límites de Atterberg	62
Tabla 40. Ensayo de compactación proctor modificado tipo B	63
Tabla 41. Porcentajes de CBR	63
Tabla 42. Fallas encontradas en el pavimento de la vía en estudio.....	64
Tabla 43. Criterios de evaluación estructural del pavimento.....	68
Tabla 44. Evaluación estructural del pavimento de la vía en estudio	69
Tabla 45. Actividades de mantenimiento rutinario	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la Viga Benkelman.....	15
Figura 2. Vía Patate – Píllaro tramo km 11+400 hasta km 15+320.....	28
Figura 3. Estación de conteo vehicular	30
Figura 4. Formato de conteo vehicular	32
Figura 5. Interpretación gráfica del TPDA total según el tipo de vehículo	37
Figura 6. Análisis deflectométrico	58
Figura 7. Valores deducidos para desnivel localizado.....	87
Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo.....	89
Figura 9. Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales.....	89
Figura 10. Valores deducidos para huecos.....	91
Figura 11. Valores deducidos para desprendimiento de agregados.....	101

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11 + 400 HASTA 15 + 320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Gina Pamela Ortiz Armendariz

TUTOR: Ing. Mg. Alex López

En el presente trabajo experimental se propone un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate – Píllaro en sus 3 920 m de estudio.

Se realizó un levantamiento georeferenciado del tramo de vía en estudio, en el cual se consideró un abscisado cada 20 m, se registraron datos con el receptor satelital GPS, obteniendo una cantidad de 590 puntos con sus coordenadas respectivas, datos que permitieron realizar el modelo digital de la vía.

Se analizó el tráfico vehicular que circula en la vía en estudio, análisis que permitió clasificar a la vía en clase II y colectora debido a que recibe el tráfico de los caminos vecinales.

Mediante la aplicación de la metodología del PCI, se evaluó una sección con 17 unidades de muestreo, cuyo valor promedio de PCI fue de 77.82, que corresponde a una clasificación vial de muy bueno, el cual que implica realizar un mantenimiento en la superficie de la vía.

La medición de las deflexiones se realizó con la viga Benkelman, para lo cual se determinó 20 estaciones cada 200 m a lo largo de la vía, dando como resultado una deflexión tipo I, lo que significa un buen comportamiento estructural del pavimento y de la subrasante.

Se realizaron 4 calicatas a cielo abierto, para realizar los ensayos y determinar el tipo de suelo. El suelo de tipo cantos, grava y arena tiene un CBR mayor al 30 por ciento el cual es utilizado como subbase, mientras que los materiales de arena fina y suelo limoso son utilizados como subrasante.

ABSTRACT

TOPIC: “IMPLEMENTATION OF THE PROCESS OF CONSERVATION OF THE STRUCTURE OF THE COAT OF BEARING OF THE PATATE ROUTE - PILLING IN THE SECTION OF THE ABSCISE 11 + 400 UP TO 15 + 320 OF THE PROVINCE OF TUNGURAHUA”

AUTHOR: Gina Pamela Ortiz Armendariz

TUTOR: Ing. Mg. Alex Lopez

In the present experimental work, a plan for the conservation of the structure of the tread layer of the Patate - Píllaro road is proposed in its 3,920 m of study.

A georeferenced survey of the road section under study was carried out, in which an abscissa was considered every 20 m, data were recorded with the GPS satellite receiver, obtaining an amount of 590 points with their respective coordinates, data that allowed the digital model to be made of the track.

The vehicular traffic that circulates on the road under study was analyzed, analysis that allowed classifying the road in class II and collector because it receives the traffic of the neighborhood roads.

Through the application of the PCI methodology, a section with 17 sampling units was evaluated, whose average value of PCI was 77.82, which corresponds to a very good road classification, which implies maintenance on the road surface.

The measurement of the deflections was carried out with the Benkelman beam, for which 20 stations were determined every 200 m along the track, resulting in a type I deflection, which means a good structural behavior of the pavement and the subgrade.

4 openwork calicates were made to perform the tests and determine the type of soil. Edge, gravel and sand type soil has a CBR greater than 30 percent which is used as a subbase, while fine sand and silty soil materials are used as a subgrade.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes del trabajo experimental

1.1.1 Antecedentes

La globalización es un proceso económico que ha permitido un gran desarrollo en la movilidad humana, lo que demanda que cada organismo operador de infraestructura vial brinde un servicio de calidad, que adapte los cambios y necesidades que van surgiendo con el paso de los años. En respuesta a la demanda, las administraciones públicas y privadas realizan inversiones económicas, con el objetivo de mejorar el servicio a los usuarios de las vías terrestres [1].

Las vías terrestres son obras de infraestructura de transporte de importancia para el desarrollo de un país, y permiten la comunicación entre los pueblos, el acceso a los servicios y la integración territorial del país [2]. El transporte terrestre es de diversos tipos, vehículos livianos, medianos y pesados, los cuales transitan las 24 horas del día por las vías. En estas condiciones las redes viales están expuestas a un desgaste progresivo. El mantenimiento es de relevancia ya que de esto depende la condición del pavimento para otorgar al usuario confort y seguridad [3].

Por lo expuesto, surge la conservación del estado de la capa de rodadura de las vías. En el caso de América Latina, generalmente la administración de las redes viales está a cargo de organismos públicos o gubernamentales, que tienen en sus competencias destinar recursos para la construcción y mantenimiento de las vías. Los principales problemas con los que se enfrenta dichas instituciones es el deterioro de las redes viales, que son motivos del inadecuado mantenimiento.

El mal estado de las vías conlleva graves repercusiones sociales, económicas y políticas en los países [4]. Así, surge el interés por la realización de estudios técnicos que permitan proyectar la vida útil de las vías y poder implementar de procesos de conservación de la capa de rodadura, optimizando los recursos públicos invertidos [3].

En el Ecuador, la construcción y operación de las redes viales tienen como base las especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. En este sentido, para la capa de rodadura se utiliza el pavimento asfáltico elaborado con la materia prima obtenida de la refinación del petróleo. Como parte de la responsabilidad de las instituciones públicas se desarrollan procesos de fiscalización durante y posterior a la etapa de construcción de las vías. No obstante, las redes viales presentan un desgaste progresivo debido a las condiciones climáticas, las condiciones propias de la estructura del pavimento y el volumen de tráfico. Esta situación motiva la participación de la empresa privada en la ejecución de estudios enfocados en la evaluación del estado de la capa de rodadura, la dinámica del tráfico vehicular y las deflexiones del pavimento. La información obtenida a partir de los estudios es útil para evitar el deterioro prematuro de las vías.

Las administraciones seccionales en el Ecuador cuentan con escasa información de la extensión, jerarquía, serviciabilidad, condición del pavimento y requerimientos de intervención para la conservación de las vías que administran [5]. Por esta razón, el insuficiente mantenimiento vial, tienen como resultado que la inversión realizada sufra una devaluación acelerada, acortando la vida útil de la vía [6].

En el presente estudio se enfoca en el caso particular de la vía que une al cantón Píllaro con el cantón Patate en la abscisa 11+400 hasta la 15+320, la cual tiene una longitud de 3.92 kilómetro, la cual permite la movilización y el transporte de los productos agrícolas y ganaderos a diferentes centros de comercio de la provincia y del país. A continuación, se describen algunos aspectos sociodemográficos que contextualizan la importancia de la conservación de la vía referida.

El cantón Píllaro está ubicado al norte de la provincia de Tungurahua, tiene una altitud de 2803 msnm su población es de 38 400 habitantes. Cuenta con una amplia actividad comercial, siendo las principales la ganadería y la agricultura. En el caso de la primera, el volumen de producción alcanza aproximadamente los cien mil litros diarios y la agricultura se sustenta en la fertilidad de las tierras, destacándose la producción de hortalizas, verduras, legumbres y variedad de frutas [7].

El cantón Patate está ubicado en el centro oriente de la provincia de Tungurahua, tiene una altitud de 2000 msnm, su población es de 13 500 habitantes. La principal actividad económica es la agricultura, sus productos característicos son mandarina, aguacate, babaco, durazno y guayaba. Este poblado atrae a decenas de turistas por su gastronomía, destacándose las famosas arepas y chicha de uva, así como las múltiples representaciones culturales de los Panzaleos – Puruhuás [8].

La principal arteria vial que une los cantones Patate y Píllaro ha tenido un desgaste constante de la superficie de la vía, por causa de los efectos climáticos y el tráfico vehicular que transitan por la misma. En los últimos años el tráfico vehicular se ha incrementado debido a la comercialización agrícola y ganadera de ambos cantones. A esto se ha sumado la despreocupación de las instituciones competentes en cuanto a un plan de mantenimiento que permita tomar decisiones para la conservación vial. Es por ello que se observa daños en la vía.

1.1.2 Justificación

La ingeniería y construcción de las vías en la actualidad requiere trabajos experimentales tanto de carácter teórico como práctico, que proporcionen los criterios técnicos, sólidos y coherentes para la aplicación de resultados en el diseño, construcción y en la gestión de la infraestructura vial [9].

Los pavimentos flexibles son diseñados para tener una vida útil entre 10 y 15 años y proporcionar un determinado nivel de servicio durante un tiempo proyectado [10]. El mantener en buen estado las vías evita los sobrecostos de operación en el transporte de personas y de bienes [11]. La funcionalidad que debe ofrecer las vías de un país permite otorgar al usuario confort y seguridad [12]. Todo esto se traduce en la necesidad de mantener un exhaustivo seguimiento de la condición del pavimento, desde el punto de vista de la inversión como del impacto que genera al usuario [13].

De acuerdo con estudios realizados por el Banco Interamericano de Desarrollo y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, el Ecuador tiene limitaciones considerables en su infraestructura vial. Aunque parte de su red vial se encuentra pavimentada, los

aspectos de gestión y mantenimiento vial presentan serias deficiencias. El transporte interno depende fundamentalmente del buen estado de las vías, tanto para el transporte de carga como el de pasajeros. La escasa inversión en la conservación vial tiene como consecuencias que las vías presenten fallas, lo que implica alto costo de mantenimiento, incremento de accidentes y sobrecostos de operación vehicular [14].

Los cantones de la provincia de Tungurahua tienen una red vial de mayor cobertura en todo el país, lo que ha permitido fortalecer la comunicación entre pueblos, reducir tiempo de viaje y costos en el mantenimiento de vehículos. El contar con vías en buen estado tiene un beneficio para la población, ya que brinda la facilidad de comercializar la producción desde el campo a cada uno de los centros de acopio. Además, las vías permiten que las comunidades rurales puedan llegar con su producción a los diferentes mercados mayoristas de la provincia [15].

Desde el punto de vista económico, el costo de colocación de una nueva carpeta asfáltica es superior en comparación a la inversión del mantenimiento de vías asfaltadas. La propuesta de este proyecto es obtener información del estado actual de la capa de rodadura de la vía Patate – Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 de la provincia de Tungurahua, y para aportar nuevos criterios a la gestión de la conservación vial.

Las instituciones encargadas podrán usar la información del estudio que se propone, para implementar planes de conservación vial. De esta manera se contribuiría al aseguramiento de la vida útil de la vía Patate – Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320, que permitirá reducir los costos de operación vehicular y de mantenimiento, optimizando los recursos invertidos y de esta manera mejorar los niveles de servicio, que beneficiaran al desarrollo social y económico de la zona.

1.1.3 Fundamentación Teórica

1.1.3.1 Georrefenciación

Es la técnica que permite determinar la ubicación de puntos, líneas y polígonos en el espacio, de acuerdo a sus coordenadas geográficas [16].

El método de georreferenciación es el sistema de coordenadas geográficas con proyección UTM (Universal Transversal de Mercator), y datum WGS84 (World Geodetic System 84), en la actualidad es el único sistema de referencia de coordenadas geográficas mundial utilizado para localizar cualquier punto de la Tierra [17].

El levantamiento georeferenciado es el punto de partida dentro de las actividades a realizar en un proyecto, ya que permite contar con la ubicación exacta del mismo. Para el efecto se emplea equipos de precisión como estación total, receptor satelital, entre otros.

1.1.3.2 Análisis de Tráfico

En el análisis de tráfico se describe la composición del tránsito, mediciones de flujo vehicular, y el tráfico promedio diario anual.

Composición del Tráfico

En el diseño vial se debe tomar en cuenta las características de operación que tiene cada vehículo, ya que estas varían por su tamaño y peso, formando diferentes clases [18]. Las clases generales de vehículos son dos:

- **Vehículos livianos:** son las motocicletas, automóviles, vehículos ligeros como camionetas, que permiten transportar hasta ocho pasajeros y tienen ruedas sencillas en su eje posterior [18].
- **Vehículos pesados:** pertenecen los camiones, buses, semirremolques y remolques que tienen más de cuatro toneladas de peso y poseen doble llanta en sus ruedas traseras [18].

Mediciones de flujo vehicular

Las mediciones del flujo vehicular proporcionan información relevante para estudios de gestión e inversión en la infraestructura de transporte [18]. Los tipos de conteo usualmente utilizados son los siguientes:

- **Conteo automático:** este método es utilizado en los países desarrollados, requiere de equipos electrónicos como mangueras con sistemas de detección o cámaras de video detección, que facilitan el conteo y la clasificación automática de los volúmenes de vehículos que circulan por la vía establecida [19].

- **Conteo manual:** este método es económico, no requiere de equipos electrónicos. Se necesita personal de campo que realice los conteos de forma manual con formularios diseñados para la obtención de la información requerida [19].

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Equivale al valor promedio de los flujos vehiculares diarios que equivalen a un año calendario. Para obtener este indicador se debe realizar mediciones continuas, por el periodo de al menos un año calendario en todos los tramos relevantes de la vía en estudio. Si no es posible realizar estas mediciones, se ejecutarán mediciones de referencia que permitan calcular un TPDA estimado [18].

- **Tráfico actual:** es el número de vehículos que utilizan una vía antes de su mejoramiento, se obtiene mediante estudios de tráfico [20].
- **Tráfico generado:** consiste en el número de viajes que se realizarían únicamente si ocurre el mejoramiento vial propuesto [20].
- **Tráfico atraído:** es el tránsito procedente de otras vías, que al construirse o mejorar una carretera, cambia su ruta hacia la carretera nueva o mejorada, su origen y destino sigue siendo el mismo [18].
- **Tráfico desarrollado:** es el número de vehículos que surgen como consecuencia de la explotación o el incremento de la producción de tierras de la zona de influencia [20].

1.1.3.3 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Es un índice numérico que permite clasificar el estado actual de la superficie del pavimento, de acuerdo con el deterioro observado [21].

Objetivos de la aplicación del método de PCI

Los principales objetivos de la aplicación del método de PCI se detallan a continuación:

- Determinar la integridad estructural y el nivel de servicio del pavimento.
- Calcular un índice para comparar la condición y el comportamiento del pavimento.
- Obtener una base de datos que sirva como referente para establecer los planes de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Realizar un seguimiento de la condición de pavimentos en forma continua [22].

División del pavimento en unidades de muestra

Una unidad de muestra está definida por una porción de un pavimento seleccionado para la inspección. De acuerdo al tipo de capa de rodadura de la vía a evaluar se tienen los siguientes tipos de carreteras [23]:

- Carreteras con capa de rodadura asfáltica y un ancho menor a 7.30 m: La extensión de la unidad de muestreo está en el rango de 230 ± 93 m². En la tabla 1 se indica la relación ancho - longitud de la calzada pavimentada [23].

Tabla 1. Longitudes para las unidades de muestreo de pavimento asfáltico

Ancho de la calzada	Longitud de cada unidad de muestreo
Unidad de medida: metros	
5	46.0
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: L. Vásquez, Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002.

Autor: Gina Ortiz

- Unidad de muestreo en el rango de 20 ± 8 losas, para carreteras que tienen capa de rodadura sobre losas de concreto de cemento Pórtland y losas con una longitud inferior a 7.60 m [23].

Procedimiento de evaluación del PCI

Las etapas para evaluar el PCI están conformadas por el trabajo en campo y la etapa de cálculo.

a) Trabajo en campo

El trabajo en campo consiste en identificar los daños según la clase, severidad y extensión de cada uno de ellos [24].

- La clase está vinculada con el tipo de degradación que tiene la superficie de un pavimento, por ejemplo: piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros [24].

- La severidad representa el nivel de deterioro de acuerdo con el avance de los daños; entre más severo sea el daño, las medidas para su corrección deberán ser más estrictas.
- La extensión, es el área o longitud que está afectada por cada tipo de deterioro, depende del tipo de pavimento en el cual se realiza la evaluación, se registran los datos de campo en el formato establecido [24].

b) Etapa de cálculo

En la etapa de cálculo se consigna toda la información pertinente sobre los daños para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se lo realiza de acuerdo con curvas que indican los valores deducidos de los daños, según su cantidad y severidad determinadas [25].

Tipos de fallas en el pavimento flexible


Las fallas que afectan a los pavimentos flexibles se clasifican en dos grupos: fallas de superficie y fallas estructurales.




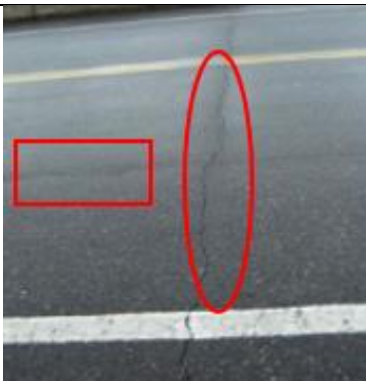
a) Fallas de superficie


Son los daños de la capa asfáltica, los cuales no tienen relación con la estructura del pavimento. Estas fallas se corrigen colocando capas asfálticas delgadas que impermeabilizan y dan rugosidad a la superficie [26].

A continuación, se detallan las fallas de superficie más frecuentes que perjudican a los pavimentos flexibles y que constan dentro del análisis del método PCI:

Tabla 2. Fallas de superficie en los pavimentos flexibles

Falla	Descripción	Imagen
Exudación	Capa de material bituminoso sobre la superficie del pavimento, crea una superficie brillante, cristalina y reflectora [27]. Se mide en m ² .	

Falla	Descripción	Imagen
Corrugación	Conjunto de cimas y depresiones continuas, se encuentran a menos de 3 metros. Son causadas por una carpeta o una base inestables combinada con la acción del tránsito [27]. Se mide en m ² de la superficie afectada.	
Grieta de borde	Grietas paralelas entre sí, generalmente se encuentran a una distancia de 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento [27]. Se mide en m lineales.	
Desnivel carril/espaldón	Es la erosión o asentamiento de la berma, debido al recapeo en la calzada elevando el nivel de la berma [27]. Se mide en m lineales.	
Grieta longitudinal y transversal	Las grietas longitudinales están ubicadas paralelamente al eje del pavimento mientras que las grietas transversales se propagan a lo largo del pavimento en forma de ángulos rectos [27]. Se miden en m lineales.	
Parche	Es una superficie de pavimento con material nuevo, que ha sido colocada para reparar el pavimento existente [27]. Se miden m ² de la superficie afectada.	

Falla	Descripción	Imagen
Cruce de ferrocarril	Son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles [28]. La superficie del cruce se mide en m ² .	
Agregado pulido	Esta falla se origina por la repetición de cargas de tránsito, la adherencia de las llantas con el pavimento se ven afectados por la suavidad del agregado en la superficie [27]. Se mide en m ² .	
Desprendimiento de agregados	La degradación del ligante asfáltico y de las partículas sueltas del agregado provocan la pérdida de la superficie del pavimento [27]. Se determinan en m ² de área afectada.	
Grieta de reflexión de junta	Este daño ocurre en pavimentos asfálticos construidos sobre losas de concreto de cemento pórtland [27]. Se mide en m lineales.	
Grieta parabólica	Son fisuras que tienen forma de media luna con dos extremos apuntando en sentido contrario al tráfico. Ocurren por la mala adherencia entre la capa de superficie y las sub capas respectivas [27]. Se mide en m ² de área afectada.	





Autor: Gina Ortiz

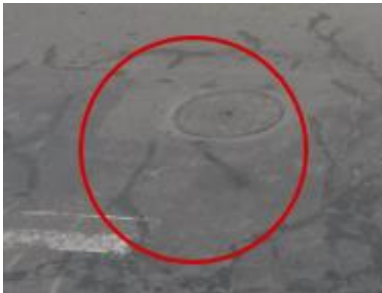



b) Fallas estructurales

Son los defectos de la superficie de rodadura provocadas por una falla en una o más capas constitutivas de la estructura del pavimento. Estas fallas se corrigen mediante un refuerzo en el pavimento existente [26].

A continuación, se detallan las fallas estructurales más frecuentes que perjudican a los pavimentos flexibles y que constan dentro del análisis del método PCI:

Tabla 3. Fallas estructurales en los pavimentos flexibles

Falla	Descripción	Imagen
Piel de cocodrilo	Conjunto de hendiduras interconectadas que forman polígonos irregulares. No superan los 0.60 m de longitud en el lado más grande de las piezas [27]. Se mide en m ² de área afectada.	
Agrietamiento en bloque	Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en forma de rectángulos. Sus medidas varían de 30 x 30 cm hasta de 3 x 3 m [27]. Se mide en m ² de área afectada.	
Depresión	Se caracteriza por tener niveles levemente inferiores a la superficie del pavimento de su alrededor [27]. Se mide en m ² de área afectada.	
Ahuellamiento	Es una depresión en la zona de las huellas de las llantas de los vehículos. Presenta un levantamiento del pavimento en las zonas cercanas al ahuellamiento [27]. Se mide en m ² de área afectada.	

Falla	Descripción	Imagen
Desplazamiento	Es un resbalamiento longitudinal constante de un área del pavimento [27]. Se mide en m ² de área afectada.	
Hinchamiento	Es una onda larga y gradual con una longitud mayor a 3 m, se caracteriza por tener una curvatura hacia arriba de la superficie del pavimento [27]. Se mide en m ² de área afectada.	
Desnivel localizado	Los abultamientos son pequeñas elevaciones localizadas en la superficie del pavimento. Por otra parte, los hundimientos son pequeños desplazamientos hacia abajo de la superficie del pavimento. En cambio, las distorsiones y desplazamientos sobre grandes áreas del pavimento, se denominan ondulaciones [27]. Se mide en m lineales.	
Huecos	Son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento con forma de tazón, generalmente con diámetros menores a 0.90 m [27]. Se contabilizan según su severidad baja, media y alta, registrándose separadamente.	

Autor: Gina Ortiz

Niveles de severidad

Cada una de las fallas de superficie y estructurales antes descritas tienen sus niveles de severidad, los cuales serán detallados a continuación:

L (Bajo): se aprecian vibraciones en el vehículo debido a las corrugaciones, no es necesaria la reducción de velocidad. Los abultamientos y hundimientos individuales provocan un leve rebote del vehículo, no afecta a la seguridad y comodidad [23].

M (Medio): es necesario la reducción de velocidad debido a que las vibraciones del vehículo son significativas; los abultamientos o hundimientos individuales generan un rebote significativo que afecta a la comodidad [23].

H (Alto): es necesario reducir la velocidad de manera considerable debido a que las vibraciones en el vehículo son severas; los abultamientos o hundimientos individuales generan un excesivo rebote del vehículo afectando la comodidad y seguridad [24].

Clasificación del PCI

El PCI se tipifica mediante siete rangos que varían de 0 a 100, para cada uno de los cuales corresponde una calificación cualitativa específica de la condición superficial del pavimento siendo las mejores calificaciones “excelente” y “muy bueno” para pavimentos en perfecto estado; las calificaciones de “bueno”, “regular” y “malo” para pavimentos en condiciones intermedias y las peores “muy malo” y “fallado” para pavimentos en mal estado. De igual manera para cada rango corresponde un criterio de intervención para mejorar el estado del pavimento, en caso de ser necesario [29], conforme se detalla en la Tabla 4 mostrada a continuación:

Tabla 4. Clasificación del PCI

Rango de PCI	Calificación	Intervención
85-100	Excelente	Mantenimiento
70-85	Muy bueno	Mantenimiento
55-70	Bueno	Rehabilitación
40-55	Regular	Rehabilitación
25-40	Malo	Rehabilitación
10-25	Muy malo	Reconstrucción
0-10	Fallado	Reconstrucción

Fuente: H. Rondón, Pavimentos Materiales, construcción y diseño, 2015.

Autor: Gina Ortiz

1.1.3.4 Deflexión de un pavimento flexible empleando la Viga Benkelman

La medición de las deflexiones con la viga Benkelman es un ensayo no destructivo que permite determinar la vida útil de un pavimento; evaluarlo estructuralmente con el objetivo de proponer un plan de mantenimiento, mejoramiento o rehabilitación. Además a través de la medición se evalúan los métodos de diseño de pavimentos y el control de ejecución de obras, se valora también el debilitamiento progresivo de la estructura debido a las cargas vehiculares; y se establece si el pavimento tiene capacidad sin presentar fatiga estructural creciente [30].

Definición de deflexión

Es la deformación elástica que sufre el pavimento por la acción de una carga aplicada, permite evaluar el debilitamiento progresivo de la estructura del pavimento debido a las cargas vehiculares [30].

Definición de la Viga Benkelman

Es un dispositivo mecánico que mide los desplazamientos verticales que ocurren en un punto de contacto situado entre las dos ruedas del eje de carga, para una presión de inflado en los neumáticos de 80 psi y una carga de 8.2 t en el eje posterior de un camión [30].

Partes de la Viga Benkelman

La viga Benkelman consta principalmente de las siguientes dos partes:

1. Un cuerpo de sostén conformado por dos apoyos delanteros fijos A y un apoyo trasero regulable B, que se sitúan directamente sobre el terreno [30].
2. Un brazo móvil adaptado al cuerpo fijo por medio de una articulación de giro o pivote C, uno de sus extremos se apoya sobre el terreno y se denomina punto D; y el otro está en contacto con el vástago del dial que tiene movimiento vertical, al que se denota como punto E [30].

El equipo es complementado con un vibrador incorporado, que evita que el indicador del dial se inmovilice o exista alguna interferencia del exterior que afecte las lecturas durante la ejecución del ensayo [30].

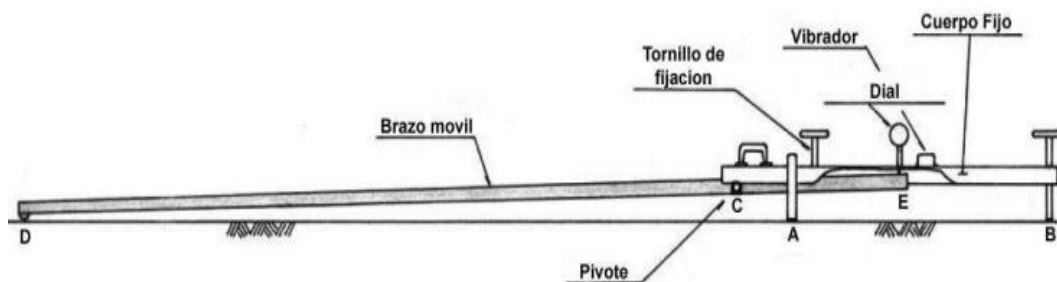


Figura 1. Partes de la Viga Benkelman

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú, Manual de Ensayo de Materiales, 2016

Procedimiento del ensayo de la viga Benkelman

A continuación, se enuncian los pasos que son parte del procedimiento del ensayo de la viga Benkelman:

1. Marcar con una línea transversal al camino la superficie del pavimento a ser ensayada. Sobre la línea localizar el punto de ensayo a una distancia desde del borde del pavimento. Se recomienda utilizar lo establecido en la Tabla 5.

Tabla 5. Distancia del punto de ensayo

Ancho del carril	Distancia del punto de ensayo medida desde el borde del pavimento
Unidad: metros	
2.70	0.45
3.00	0.60
3.30	0.75
3.60 o más	0.90

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú, Manual de Ensayo de Materiales, 2016

Autor: Gina Ortiz

2. Colocar sobre el punto seleccionado la rueda dual externa del camión, y movilizarlo lentamente, para que de esta manera el punto se ubique entre ambas llantas.
3. Una vez ubicado en la superficie donde se ejecutará el ensayo, ubicar el neumático del vehículo a utilizar sobre el punto, de manera que coincida cerca del eje vertical del centro de gravedad del mismo (punto D).

4. El extremo del brazo móvil de la viga, insertarlo entre los neumáticos del vehículo y colocarlo sobre el punto seleccionado a ensayar.
5. Las mediciones en el punto seleccionado, se realizará a diferentes distancias, por ejemplo, a los 0.25, 0.50, 1, 5 y 8 metros [31].
6. En esta metodología de análisis es necesario tomar por lo menos 3 lecturas; se pueden obtener mayor cantidad de lecturas con fines de verificación o para obtener una gráfica del tipo de curva de deflexión que se produce en el pavimento. Como norma la primera marca adicional se realizará a una distancia tal que la medida de su deflexión sea la mitad o este en un rango del 35 al 65 % del límite máximo; en el doble de distancia de la primera marca adicional se determinará la segunda marca adicional [32].
7. Una vez ubicada la viga en el punto a realizar la medición, se procede a comprobar su alineación longitudinal con la dirección del movimiento del camión. Inmediatamente encerrar el dial, y tomar las lecturas mientras el camión se desplaza lentamente hasta el último punto a ensayar en cada estación [30].

Ventajas y desventajas del uso de la Viga Benkelman

La utilización de la viga Benkelman tiene ventajas derivadas de su bajo costo, de la facilidad de uso debido a su versatilidad, y actualmente se tiene una gran experiencia generada por el uso durante varios años. Sin embargo, su uso genera algunos problemas técnicos importantes, entre ellos la demora para determinar las deflexiones, la cual no representa adecuadamente la acción de las cargas móviles del tránsito; la necesidad de un control permanente del tránsito en la vía durante las mediciones; la condición de que la mano de obra sea intensiva, la dificultad para asegurar que los soportes de la viga al momento de realizar las mediciones no se encuentren dentro de la cuenca de deflexiones y, por último, la escasa repetibilidad de las medidas obtenidas [33], [34].

1.1.3.5 Estudio de suelos

La exploración del suelo es fundamental tanto para determinar las características de suelo como para el correcto diseño de la estructura del pavimento [35]. Los ensayos de suelos que sirven para establecer las propiedades físicas y mecánicas son:

- c) Análisis Granulométrico.

- d) Límites de Atterberg.
- e) Proctor Modificado Tipo B.
- f) Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR).

Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico indica la distribución de los tamaños que posee un agregado mediante el tamizado según las especificaciones técnicas de la norma ASTM C 136 - 05 “método de ensayo normalizado para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos” [35]. Para realizar el análisis granulométrico, el agregado pasa por varios tamices, se pesan las partículas retenidas en cada tamiz y se determina el porcentaje respectivo en relación con el peso seco total, posteriormente se calcula el porcentaje que pasa por las mallas [36].

La máquina tamizadora produce vibración en los tamices provocando que las partículas del suelo reboten y caigan en diferentes orientaciones hacia la superficie de tamizado. La tamizadora dispone de un temporizador en el rango de 0 a 99 minutos. La acción de tamizado se realizó en un lapso de 10 minutos, tiempo razonable en el cual se logra una distribución adecuada de las partículas [37].

Los tamices son equipos diseñados para distribuir las partículas de acuerdo con su tamaño, consisten en una malla para tamiz normalizado, que es colocada en un bastidor para que el material tamizado no quede atrapado entre la malla para tamiz y el bastidor. La malla para tamiz puede ser de alambre de acero inoxidable, latón o bronce [38]. Cuando un porcentaje de suelo mayor al 50% queda retenido en la malla #200 (0.08) son suelos de grano grueso, mientras que cuando un porcentaje de suelo mayor al 50% pasa por la malla #200 (0.08) son suelos de grano fino. A continuación, en la Tabla 6 se detalla el número de tamiz con su respectiva abertura:

Tabla 6. Tamices

Tamiz #	Abertura (mm)
2”	50.80
1 ½”	38.10
1”	25.40
¾”	19.05
⅜”	9.53

Tamiz #	Abertura (mm)
#4	4.76
#8	2.38
#10	2
#16	1.19
#30	0.60
#40	0.43
#50	0.30
#60	0.25
#100	0.15
#200	0.08

Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, 1981

Autor: Gina Ortiz

Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg determinan cuán sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad, de acuerdo con los tres estados de consistencia, según su humedad puede presentarse un suelo líquido, plástico o sólido. Los límites de Atterberg se determinarán según las normas: AASHTO T- 89- 13 y AASHTO T- 90- 16.

Los límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son:

- **Límite Líquido (LL):** el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico, puede moldearse [35].
- **Límite Plástico (LP):** el suelo que tiene un estado plástico cambia a un estado semisólido [35].

El Índice de plasticidad (IP) se calcula mediante la diferencia de los límites líquido y plástico. Un índice de plasticidad alto corresponde a un suelo muy arcilloso, un índice de plasticidad bajo es característico de un suelo poco arcilloso [35].

Proctor modificado tipo B

La compactación es un proceso mecánico de densificación del suelo que mejora la resistencia al corte mediante la reducción de vacíos. El volumen de aire dentro del suelo se reduce al igual que el espacio de las partículas, mientras que el volumen de agua se mantiene. El suelo se compacta mediante distintos métodos y condiciones de

porcentajes de humedad es decir su cantidad de golpes y cantidad de capas varían, o para un mismo número de golpes distintas capas [39].

Según la norma AASHTO T- 180 -18 el ensayo de proctor modificado tipo B consiste en colocar suelo humedecido en 5 capas uniformes dentro de un molde cilíndrico metálico de diámetro 152.4 mm (6"), y dejar caer un martillo de metal de 4.54 kg (10 lb) que cae desde una altura de 457 mm (18"). Cada capa de suelo será compactada por 56 golpes del martillo, uniformemente distribuidos [40].

Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)

Su objetivo es determinar la capacidad de soporte del suelo, midiendo su resistencia al esfuerzo cortante de las capas que forman parte de la estructura del pavimento, de acuerdo con la humedad y densidad [41]. Los análisis son realizados en laboratorio y se rigen a la norma AASHTO T- 193- 13.

La prueba CBR de suelos consiste en compactar cada capa del suelo con 11, 26, y 57 golpes en moldes regulados, sumergirlos en agua para luego aplicar sobre la superficie del suelo punzonamiento con un pistón normalizado [41].

La ecuación para el cálculo de CBR es:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria del patrón}} \times 100\%$$

El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos flexibles [42].

El valor en porcentaje del CBR nos permite clasificar al suelo y determinar su uso como se indica en la Tabla 7.

La capacidad de soporte de CBR menor al 30 % permite utilizar el suelo como subrasante; igual o mayor al 30% como subbase e igual o mayor al 80% como base.

Tabla 7. Clasificación del suelo de acuerdo con el 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

CBR %	Clasificación general	Usos
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: AASHTO-93, Diseño de pavimentos.

Autor: Gina Ortiz

1.1.3.6 Plan de conservación vial

El plan de conservación vial comprende las actividades necesarias para evitar el deterioro prematuro y la disminución de la vida útil de la vía.

Conservación Vial

Se refiere al conjunto de actividades preventivas que se realizan para obtener durabilidad, seguridad, eficiencia y mantener las características estéticas durante la vida útil del proyecto [22].

La conservación vial tiene como propósito planificar actividades preventivas como:

- Evitar el ingreso del agua a la estructura del pavimento mediante capas de sello asfáltico, sellado de fisuras y grietas, o través de capas asfálticas delgadas.
- Eliminar el agua de la estructura del pavimento colocando subdrenes, o mediante la restauración del sistema de drenaje.
- Evitar el deterioro de los puentes mediante la limpieza y pintura [43].

Niveles de intervención en la conservación vial

Son las diferentes actividades realizadas en la vía, organizadas de acuerdo a la severidad de los daños y magnitud de los trabajos que van desde intervenciones sencillas pero permanentes hasta intervenciones costosas y complicadas [44].

Mantenimiento Rutinario

Consiste en el conjunto de actividades que permiten la reparación de pequeños defectos localizados en la superficie de la rodadura [44].

Las actividades consideradas en el mantenimiento rutinario son:

- Limpieza de la carretera y de los pequeños derrumbes.
- Reparación de los daños localizados en la superficie de rodadura.
- Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- Control de la vegetación.

- Mantenimiento en la señalización tanto vertical como horizontal.

Mantenimiento Periódico

Son las actividades habituales que se realizan cada cierto número de años, asegurando la integridad estructural de la vía por un tiempo más prolongado y evitando su destrucción. Generalmente implica el tratamiento y renovación de la superficie de la vía [44].

Las actividades consideradas en el mantenimiento periódico son las siguientes:

- Restablecimiento de las características de la superficie de rodadura.
- Reparación del sistema de drenaje [44].

Rehabilitación

Conjunto de actividades que se realizan cuando la vía tiene un alto nivel de desgaste como para resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro [44].

Las actividades consideradas en la rehabilitación son:

- Restablecimiento de la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.
- Mejoramiento del sistema de drenaje [44].

Mejoramiento

Son el conjunto de actividades que implica mejoras en la vía, tienen relación con su ancho, alineamiento, curvatura o pendiente longitudinal, este proceso está relacionado con la renovación de la superficie y la rehabilitación. Los objetivos del mejoramiento es incrementar la capacidad de la vía, la velocidad de circulación, así como también la seguridad del usuario de la vía [44].

Reparaciones de emergencia

Son aquellas actividades ejecutadas cuando la vía está en mal estado, cuando es imposible el tránsito por la misma. Como consecuencia del descuido prolongado o de los desastres naturales, al no disponer con los recursos necesarios para su reconstrucción o rehabilitación es imperioso llevar a cabo reparaciones de emergencia [44].

1.1.4 Hipótesis

La implementación del proceso de conservación permitirá mejorar la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate – Píllaro de la abscisa 11 + 400 hasta 15 + 320 de la provincia de Tungurahua.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Patate -Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 de la provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Patate -Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate -Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Patate -Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y Equipos

Los materiales y equipos empleados para la obtención de la información de campo y de laboratorio en el presente trabajo experimental se detallan a continuación:

Tabla 8. Materiales y Equipos

Ensayos	Materiales	Equipos	Norma
Toma de muestras alteradas	<ul style="list-style-type: none"> • Muestras de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Pala • Pico • Barra • Fundas de polietileno • Sacos de polipropileno • Flexómetro 	NTE INEN 686 1982-05
Georreferenciación	<ul style="list-style-type: none"> • Cinta Métrica 50m • Flexómetro 5 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Receptor satelital GPS 	-
Medición de deflexiones	<ul style="list-style-type: none"> • Cinta Métrica 50 m • Flexómetro 5 m • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Viga Benkelman • Combo • Cíncel • Termómetro de mercurio 	AASHTO T 256 -01
Análisis granulométrico	<ul style="list-style-type: none"> • Muestras de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamizadora • Juego de tamices • Brocha • Balanza electrónica digital 	ASTM C136- 05
Límite líquido	<ul style="list-style-type: none"> • 80g de suelo que pasa por tamiz #40 • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Copa de Casagrande • Acanalador • Espátula • Recipientes de aluminio • Horno de secado 	AASHTO T- 89- 13
Límite plástico	<ul style="list-style-type: none"> • 25 g de suelo que pasa por tamiz #40 • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Placa de vidrio • Mortero de porcelana • Espátula • Recipientes de aluminio • Horno de secado 	AASHTO T- 90-16

Ensayos	Materiales	Equipos	Norma
Próctor modificado tipo B	<ul style="list-style-type: none"> • 24 kg de suelo • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Bandeja metálica • Moldes metálicos cilíndricos • Disco espaciador • Martillo compactador • Enrasador • Brocha • Probeta • Palustre • Balanza electrónica digital • Recipientes de aluminio • Horno de secado 	AASHTO T-180-18
CBR	<ul style="list-style-type: none"> • 18 kg de suelo • Agua 	<p>Para realizar este ensayo se requiere los equipos detallados en el ensayo de próctor modificado tipo B y adicionalmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesa anular • Pesa ranurada • Máquina automática MULTISPEED 	AASHTO T-193-13

Autor: Gina Ortiz

Los equipos utilizados en este trabajo experimental se encuentran disponibles en el Laboratorio de Topografía y Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato.

2.2 Métodos

2.2.1 Plan de recolección de datos

El plan de recolección de datos del presente trabajo experimental da a conocer las técnicas e instrumentos que permitan recabar información para lograr los objetivos establecidos.

Tabla 9. Plan de recolección de datos

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	Para determinar el estado actual de la capa de rodadura de la vía, a la vez determinar las características físicas y mecánicas de las diferentes capas que forman parte de la estructura del pavimento y proponer un plan de conservación vial.
2. ¿De qué personas u objetos?	De la capa de rodadura de la vía Patate – Píllaro tramo km 11+400 hasta 15+320 de la Provincia de Tungurahua.
3. ¿Sobre qué aspectos?	De la implementación de un plan de conservación para la estructura de la capa de rodadura de la vía en estudio
4. ¿Quién evalúa?	Srta. Gina Pamela Ortiz Armendariz, Autor: a; Ing. Mg. Alex López, tutor del trabajo experimental
5. ¿Dónde evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vía Patate – Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 de la Provincia de Tungurahua. ✓ Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato.
6. ¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investigación bibliográfica ✓ Investigación de campo <ul style="list-style-type: none"> Georreferenciación. Conteo vehicular. PCI. Medición de deflexiones en la capa de rodadura. ✓ Investigación de laboratorio <ul style="list-style-type: none"> Ensayo de suelos: análisis granulométrico, límites de Atterberg, próctor modificado tipo B y CBR.

Autor: Gina Ortiz

2.2.2 Plan de procesamiento y análisis de información

El plan de procesamiento y análisis de información se realizó siguiendo los pasos detallados a continuación:

2.2.2.1 Plan de procesamiento de información

1. Revisión de información bibliográfica

El punto de partida para el desarrollo del estudio es la revisión bibliográfica. En este sentido se revisaron textos, artículos científicos, proyectos de titulación y especificaciones técnicas normalizadas. En el último caso se revisaran las normas: Diseño geométrico de carreteras 2003; NTE INEN 686 1982-05 Toma de muestras

alteradas; AASHTO T 256 -01 Mediciones de la deflexión del pavimento; ASTM C136-05 Método de ensayo normalizado para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos; AASHTO T- 89- 13 Método estándar de prueba para determinar el límite líquido de los suelos; AASHTO T- 90-16 Método estándar de prueba para determinar el límite líquido y plástico de los suelos; AASHTO T- 180-18 Compactación con proctor modificado y AASHTO T- 193- 13 Método estándar de la prueba de relación de soporte California.

2. Levantamiento georreferenciado

El levantamiento georreferenciado de la vía Patate – Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320, se realizará mediante el registro de datos en campo con el receptor satelital GPS marca Garmin y con una cinta métrica que permitirán registrar cada uno de los componentes que forman parte de la vía. Se tomarán puntos en los bordes derecho e izquierdo y en el eje de la vía en coordenadas geográficas con proyección UTM y datum WGS84, a una distancia aproximada de 20 m.

3. Creación de un modelo digital del tramo de vía

Los datos obtenidos del levantamiento georreferenciado se ordenarán en una hoja de cálculo, para posteriormente exportarlos a un software de Ingeniería Civil en el cual se trazará el alineamiento horizontal y la sección transversal de la vía Patate- Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320.

4. Conteo Vehicular

El análisis del TPDA de la vía Patate – Píllaro tramo 11+400 hasta 15+320 se realizará a partir de un conteo manual durante 7 días, 12 horas/días, sin afectación de eventos especiales, para priorizar y clasificar la vía en función del tráfico promedio diario anual (TPDA).

El conteo vehicular se lo efectuará en el mes de septiembre del 2019, desde el lunes 02 de septiembre hasta el domingo 08 de septiembre, en un periodo de 12 horas seguidas desde las 07H00 hasta las 19H00 con intervalos de 15 minutos. La vía tiene dos sentidos de circulación por lo tanto se registrará el tráfico en las dos direcciones.

5. Evaluación superficial del pavimento asfáltico mediante el PCI

Para realizar el análisis mediante el método del PCI, se calculará el número de unidades de muestreo para el total de la vía Patate – Píllaro tramo 11+400 hasta 15+320,

posteriormente se realizará la identificación visual de los daños existentes en las unidades de muestro y se registrará en un formato adecuado en el cual se deberá tomar en cuenta el daño, la extensión y el nivel de severidad que presenta cada una de las fallas.

6. Evaluación de la capa de rodadura

La evaluación estructural del pavimento se efectuará con la viga Benkelman y consistirá en realizar mediciones de las deflexiones que presenta la superficie de la vía Patate – Píllaro tramo 11+400 hasta 15+320, cada 200 m. Se tomarán puntos específicos es decir cada 0.25, 0.50, 1, 5 y 8 m, medidos a 0.90 m hacia adentro del borde de la vía. Para ejecutar el ensayo se deberá contar con una volqueta cargada, con un peso de 8.2 t en su eje posterior.

7. Extracción y estudio de las muestras de suelo

Para el estudio de suelos es necesario la obtención de las muestras mediante perforaciones de 1m x 1m x 1.50 m aproximadamente a cada kilómetro del tramo vial. Las perforaciones se efectuarán en las abscisas: km 11+600, km 12+600, km 13+900 y km 14+900. La cantidad de suelo requerida de cada capa que forma parte de la estructura del pavimento es de 50 kg. Se ejecutarán ensayos de laboratorio que permitirán determinar la calidad de los materiales. Los ensayos por realizar son: análisis granulométrico, límites de Atterberg, proctor modificado tipo B y CBR.

2.2.2.2 Análisis de la información

1. Clasificar la información obtenida en campo y laboratorio de acuerdo con los criterios establecidos en la normativa correspondiente.
2. Interpretar cada uno de los resultados obtenidos comparando con las especificaciones técnicas vigentes, e identificar el estado actual de la vía Patate – Píllaro en la abscisa 11 + 400 hasta 15 + 320 de la Provincia de Tungurahua.
3. Proponer un plan de conservación vial en la abscisa 11 + 400 hasta la 15 + 320 de la vía Patate - Píllaro, de esta forma cumplir su periodo de vida útil.
4. Establecer conclusiones y recomendaciones en concordancia con los objetivos planteados en el trabajo experimental.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Zona de Estudio

El tramo de la vía en estudio se encuentra localizado en la Provincia de Tungurahua, entre los cantones Patate y Píllaro. El estudio de este proyecto inicia en la abscisa 11+400 y finaliza en la abscisa 15+320, el tramo tiene una longitud de 3.92 km con las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 10. Coordenadas del proyecto

Abscisa	Coordenada Norte	Coordenada Este
Km 11+400	9863658.65	777667.48
Km 15+320	9864717.00	776756.00

Autor: Gina Ortiz



Figura 2. Vía Patate – Píllaro tramo km 11+400 hasta km 15+320

Fuente: Gina Ortiz

3.1.2 Levantamiento georeferenciado

El levantamiento georeferenciado es el conjunto de actividades que permiten determinar la posición de la vía sobre la superficie de la tierra. En la vía que conecta los cantones Patate y Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320, se consideró un abscisado cada 20 m y se tomaron datos en los bordes derecho e izquierdo y en el eje de vía, con el receptor satelital GPS.

Una vez finalizado el trabajo en campo se procedió a exportar los datos del GPS a una hoja de cálculo, en la cual se ordenaron las celdas que contenían los datos de los 590 puntos con sus respectivos códigos y coordenadas. El archivo fue guardado en formato CSV (delimitado por comas) e importado a un software de Ingeniería Civil de topografía, que permitió realizar el modelo digital de la vía en estudio. Ver Anexo F Plano vial.

3.1.3 Análisis de tráfico

El análisis de tráfico permite generar información de la cantidad de vehículos que circulan en la vía de estudio, tomando en cuenta las características de operación de cada vehículo, ya que estas varían por su tamaño y peso formando diferentes clases [18].

El análisis del TPDA de la vía Patate – Píllaro tramo 11+400 hasta 15+320 es indispensable para determinar el tipo de carretera, características de diseño de la vía y programación de mejoramiento vial. Para determinar la cantidad de vehículos que circulan por la vía en estudio se realizó un conteo manual, el cual permitió obtener la información completa durante un determinado tiempo [18].

La vía cuenta con dos sentidos de circulación por lo que fue necesario la presencia de dos observadores en la estación de conteo establecida, para que registren el paso de los vehículos en un formulario con figura 5. Formato de conteo vehicular, en el que los vehículos fueron clasificados según su tipo. La estación de conteo vehicular se situó en la abscisa 13+505, debido a que es un sitio amplio y no se encuentran curvas ni salidas importantes de tráfico [18].

El conteo vehicular manual se realizó en el mes de septiembre del 2019, desde el lunes 02 hasta el domingo 08 de septiembre, días que no fueron afectados por eventos especiales. El tiempo de conteo fue de 12 horas seguidas con intervalos de 15 minutos

desde las 07H00 hasta las 19H00, presentándose en este periodo una mayor movilización de vehículos en el día. En el Anexo A Conteo vehicular se detalla la cantidad de vehículos que circulan en los días establecidos.

Tabla 11. Coordenadas de la estación de conteo

Coordenadas de la estación de conteo	
Norte	9864165.89
Este	777516.49

Autor: Gina Ortiz

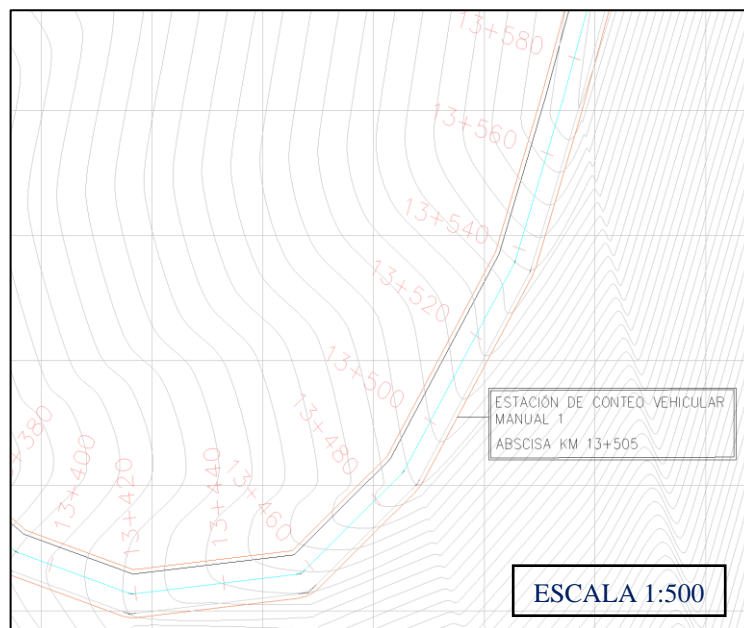


Figura 3. Estación de conteo vehicular

Autor: a:Gina Ortiz

El formato de conteo vehicular utilizado para el análisis de tráfico permite la tabulación de la información recolectada y la clasificación de los vehículos.

El formato de conteo vehicular está distribuido en 5 secciones las cuales se detallan a continuación:

- La sección 1 consiste en el encabezado el cual consta de nombre de la universidad, carrera a la cual pertenece el proyecto, actividad realizada en el proyecto, nombre del proyecto, ubicación, sentido del conteo vehicular, fecha, responsable del proyecto y hoja del proyecto.
- La sección 2 permite la distribución del tiempo en horas, e intervalos de 15 minutos cada hora.

- c) La sección 3 organiza los tipos de vehículos: livianos total de automóviles, camionetas y motos, total de buses, camiones clasificados en: dos ejes livianos (C-2L), dos ejes medianos (C-2) y tres ejes (C-3).
- d) La sección 4 refleja el valor total de los vehículos registrados en intervalos de 15 minutos, y el total acumulado cada hora.
- e) La sección 5 indica el valor total de vehículos que transitan en el tramo de la vía en estudio durante 12 horas.

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				C-2L	C-2	C-3			
07H00-08H00	07H00-07H15	40	2	1	0	0	1	43	
	07H15-07H30	35	1	0	0	0	0	36	
	07H30-07H45	44	3	0	3	1	0	48	4
	07H45-08H00	39	4	1	0	0	1	44	171
08H00-09H00	08H00-08H15	34	2	1	0	0	1	37	165
	08H15-08H30	34	2	1	2	0	3	39	168
	08H30-08H45	37	2	0	0	0	0	39	159
	08H45-09H00	38	3	0	1	0	1	42	157
09H00-10H00	09H00-09H15	37	3	1	0	0	1	41	161
	09H15-09H30	29	2	1	0	0	1	32	154
	09H30-09H45	37	2	0	0	0	0	39	154
	09H45-10H00	46	2	0	0	0	0	48	160
10H00-11H00	10H00-10H15	45	2	0	1	0	1	48	167
	10H15-10H30	30	2	0	0	0	0	32	167
	10H30-10H45	46	2	1	0	0	1	49	177
	10H45-11H00	46	2	1	0	0	1	49	178
11H00-12H00	11H00-11H15	43	1	2	1	0	3	47	177
	11H15-11H30	41	1	1	0	0	1	43	188
	11H30-11H45	58	2	0	1	0	1	61	200
	11H45-12H00	38	3	0	0	0	0	41	192
12H00-13H00	12H00-12H15	43	2	1	1	0	2	47	192
	12H15-12H30	42	1	2	0	0	2	45	194
	12H30-12H45	45	5	1	0	0	1	51	184
	12H45-13H00	57	1	0	1	0	1	59	202
13H00-14H00	13H00-13H15	34	1	0	0	0	0	35	190
	13H15-13H30	40	2	0	0	0	0	42	187
	13H30-13H45	41	2	0	0	0	0	43	179
	13H45-14H00	47	2	0	0	0	0	49	169
14H00-15H00	14H00-14H15	40	2	0	1	0	1	43	177
	14H15-14H30	41	2	1	2	0	3	46	181
	14H30-14H45	40	2	0	0	0	0	42	180
	14H45-15H00	47	2	1	0	0	1	50	181
15H00-16H00	15H00-15H15	44	2	1	0	0	1	47	185
	15H15-15H30	50	0	0	2	0	2	52	191
	15H30-15H45	50	2	0	0	0	0	52	201
	15H45-16H00	39	1	1	0	0	1	41	192
16H00-17H00	16H00-16H15	45	4	0	1	0	1	50	195
	16H15-16H30	48	1	0	0	0	0	49	192
	16H30-16H45	46	1	1	0	0	1	48	188
	16H45-17H00	43	1	0	0	0	0	44	191
17H00-18H00	17H00-17H15	36	1	1	0	0	1	38	179
	17H15-17H30	32	2	1	0	0	1	35	165
	17H30-17H45	47	2	0	0	0	0	49	166
	17H45-18H00	47	3	0	0	0	0	50	172
18H00-19H00	18H00-18H15	41	2	0	0	0	0	43	177
	18H15-18H30	43	0	1	0	0	1	44	186
	18H30-18H45	36	0	1	0	0	1	37	174
	18H45-19H00	34	2	0	0	0	0	36	160
TOTAL		1995	91	24	15	0	39	2125	8025

Figura 4. Formato de conteo vehicular

Autor: Gina Ortiz

3.1.3.1 Cálculo del TPDA por el método de la trigésima hora

Para determinar el TPDA se registraron datos diarios de la cantidad de vehículos que circulan en la vía Patate – Píllaro tramo km 11+400 hasta km 15+320, como se detalla

en el Anexo A Conteo vehicular diario; el día con mayor cantidad de vehículos es el domingo 08 de septiembre de 2019 con 2125 vehículos, debido a que turistas de diferentes partes del Ecuador visitan Patate y Píllaro por sus atractivos turísticos y gastronomía. En la tabla 12 se detalla el número de vehículos diarios que circulan por la vía en estudio.

Tabla 12. Número de vehículos diarios que circulan en la vía

Día	Número de vehículos
Lunes	1642
Martes	1636
Miércoles	1530
Jueves	1867
Viernes	1621
Sábado	1598
Domingo	2125

Autor: Gina Ortiz

La hora pico o trigésima hora de la semana se reflejó el domingo 08 de septiembre a las 12H00 a 13H00 con un valor de 202 vehículos. A continuación, en la Tabla 13 se detalla la cantidad de vehículos según su tipo, que circulan en la zona donde se encuentra inmerso el proyecto.

Tabla 13. Determinación de la hora pico

Hora	Livianos	Buses	Camiones			Total camiones	Total	Total acumulado
			C - 2L	C - 2	C - 3			
12H00-13H00	43	2	1	1	0	2	47	47
	42	1	2	0	0	2	45	92
	45	5	1	0	0	1	51	143
	57	1	0	1	0	1	59	202
Total	187	9	4	2	0	6	202	484

Autor: Gina Ortiz

- **Cálculo del TPDA**

$$TPDA Actual = \frac{VHP}{k} \quad (3.1)$$

Donde:

TPDA Actual: tráfico promedio diario anual actual.

VPH: número de vehículos en hora pico.

k: valor constante de TPDA para zona rural 15%.

✓ **TPDA actual para vehículos livianos**

$$\text{TPDA Actual} = \frac{187}{15\%} \quad (\text{Tabla 13})$$

$$\text{TPDA Actual} = 1247 \text{ vehículos/día}$$

✓ **TPDA actual para buses**

$$\text{TPDA Actual} = \frac{9}{15\%} \quad (\text{Tabla 13})$$

$$\text{TPDA Actual} = 60 \text{ vehículos/día}$$

✓ **TPDA actual para camiones**

$$\text{TPDA Actual} = \frac{6}{15\%} \quad (\text{Tabla 13})$$

$$\text{TPDA Actual} = 40 \text{ vehículos/día}$$

La Tabla 14 contiene el número de vehículos de la hora pico y el TPDA Actual para cada tipo de vehículo.

Tabla 14. TPDA actual vía en estudio

Tipo de vehículo	VPH (Vehículos/día)	TPDA Actual (Vehículos/día)
Livianos	187	1247
Buses	9	60
Camiones	6	40
	Total	1347

Autor: Gina Ortiz

• **Cálculo del Tráfico Atraído**

$$T_{at} = 10\% \text{ TPDA Actual} \quad (3.2)$$

Donde:

T_{at}: tráfico atraído.

TPDA Actual: tráfico promedio diario anual actual.

✓ **Tráfico atraído para vehículos livianos**

$$T_{at} = 10 \% * 1247 \text{ (Tabla 14)}$$

$$T_{at} = 125 \text{ vehículos/día}$$

✓ **Tráfico atraído para buses**

$$T_{at} = 10 \% * 60 \text{ (Tabla 14)}$$

$$T_{at} = 6 \text{ vehículos/día}$$

✓ **Tráfico atraído para camiones**

$$T_{at} = 10 \% * 40 \text{ (Tabla 14)}$$

$$T_{at} = 4 \text{ vehículos/día}$$

La Tabla 15 contiene el número de vehículos del TPDA Actual y el tráfico atraído para cada tipo de vehículo.

Tabla 15. Tráfico atraído de la vía en estudio

Tipo de vehículo	TPDA Actual (Vehículos/día)	Tráfico atraído (Vehículos/día)
Livianos	1247	125
Buses	60	6
Camiones	40	4
Total	1347	135

Autor: Gina Ortiz

• **Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total**

$$T_{total} = TPDA \text{ actual} + T_{at} \text{ (3.3)}$$

Donde:

T total: Tráfico Promedio Diario Anual Total.

TPDA actual: tráfico promedio diario anual actual.

T at: tráfico atraído.

✓ **Tráfico Promedio Diario Anual Total para vehículos livianos**

$$T \text{ total} = (1247 \text{ vehículos/día}) + (125 \text{ vehículos/día}) \quad (\text{Tabla 15})$$

$$T \text{ total} = 1372 \text{ vehículos/día}$$

✓ **Tráfico Promedio Diario Anual Total para buses**

$$T \text{ total} = (60 \text{ vehículos/día}) + (6 \text{ vehículos/día}) \quad (\text{Tabla 15})$$

$$T \text{ total} = 66 \text{ vehículos/día}$$

✓ **Tráfico Promedio Diario Anual Total para camiones**

$$T \text{ total} = (40 \text{ vehículos/día}) + (4 \text{ vehículos/día}) \quad (\text{Tabla 15})$$

$$T \text{ total} = 44 \text{ vehículos/día}$$

La Tabla 16 contiene el tipo de vehículo con su cantidad respectiva de TPDA Actual, tráfico atraído, TPDA Total y porcentaje de vehículos que circulan en la vía.

Tabla 16. TPDA total actual de la vía en estudio

Tipo de vehículo	TPDA Actual (vehículos/día)	Tráfico atraído (vehículos/día)	TPDA Total (vehículos/día)	Porcentaje (%)
Livianos	1247	125	1372	92.58
Buses	60	6	66	4.45
Camiones	40	4	44	2.97
		Total	1482	100.00

Autor: Gina Ortiz

En la vía Patate – Píllaro en el tramo 11+400 hasta 15+320, se observa que la mayor cantidad de vehículos que transitan por la vía son de tipo livianos y en una menor cantidad los de tipo camiones.

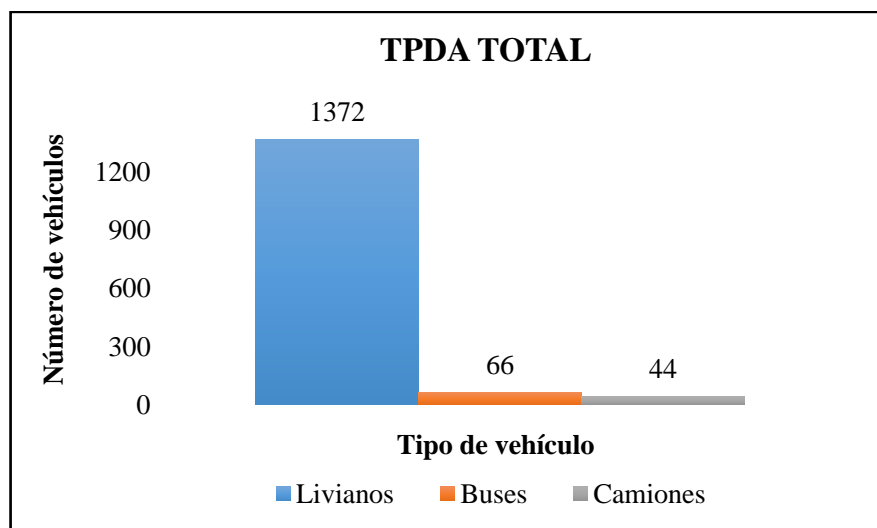


Figura 5. Interpretación gráfica del TPDA total según el tipo de vehículo
Autor: Gina Ortiz

• **Cálculo del Tráfico Futuro**

Para el análisis de tráfico futuro de la vía Patate – Píllaro tramo km 11+400 hasta km 15+320 se realizará una proyección del tráfico para un período de 20 años, iniciando en el año 2019 hasta el año 2039.

$$Tf = T \text{ total } (1+i)^n \quad (3.4)$$

Donde:

Tf: tráfico futuro

Ttotal: tráfico promedio diario anual total.

i: índice de crecimiento vehicular.

n: número de años a futuro.

Tabla 17. Índice de crecimiento vehicular

Período	Tipo de vehículos		
	Livianos	Buses	Camiones
2015 - 2020	3.97	1.97	1.94
2020 - 2025	3.57	1.78	1.74
2025 - 2030	3.25	1.62	1.58
2030 - 2035	3.25	1.62	1.58
2035 - 2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: MTOP, 2003
Autor: Gina Ortiz

La Tabla 18 indica los resultados de la proyección del tráfico en la vía Patate – Píllaro tramo km 11+400 hasta km 15+320, para el año 2039 se estima que circularán por la vía una cantidad de 2752 vehículos/día considerados para ambos sentidos de circulación.

Tabla 18. Tráfico futuro de la vía en estudio

Año	Tasa de crecimiento (%)			Tráfico Futuro (vehículos / día)			TPDA Futuro (vehículos / día)
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
2019	3.97	1.97	1.94	1372	66	44	1482
2020	3.97	1.97	1.95	1426	67	45	1539
2021	3.57	1.78	1.74	1472	68	46	1586
2022	3.57	1.78	1.74	1524	70	46	1640
2023	3.57	1.78	1.74	1579	71	47	1697
2024	3.57	1.78	1.74	1635	72	48	1755
2025	3.57	1.78	1.74	1693	73	49	1816
2026	3.25	1.62	1.58	1716	74	49	1839
2027	3.25	1.62	1.58	1772	75	50	1897
2028	3.25	1.62	1.58	1830	76	51	1957
2029	3.25	1.62	1.58	1889	78	51	2018
2030	3.25	1.62	1.58	1950	79	52	2082
2031	3.25	1.62	1.58	2014	80	53	2147
2032	3.25	1.62	1.58	2079	81	54	2215
2033	3.25	1.62	1.58	2147	83	55	2284
2034	3.25	1.62	1.58	2217	84	56	2356
2035	3.25	1.62	1.58	2289	85	57	2431
2036	3.25	1.62	1.58	2363	87	57	2507
2037	3.25	1.62	1.58	2440	88	58	2586
2038	3.25	1.62	1.58	2519	90	59	2668
2039	3.25	1.62	1.58	2601	91	60	2752

Autor: Gina Ortiz

3.1.3.2 Clasificación de la vía en función del tráfico futuro

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas en el Ecuador, clasifica las vías de acuerdo a su grado de importancia de acuerdo al volumen de tráfico. Según los resultados obtenidos en el tráfico futuro para un periodo de 20 años se estima que circularán 2752 vehículos /día, en base a este valor se deduce que la carretera que une los cantones Patate y Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 será Clase

II, tal como se indica en la Tabla 19. Las carreteras clase II reciben el tráfico de los caminos vecinales.

Tabla 19. Clasificación de carreteras

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

Fuente: MOP - Normas de diseño geométrico,2003

Autor: Gina Ortiz

Notas:

(1) RI - RII – Autopista

3.1.3.3 Cálculo de ejes equivalentes

El número de ejes equivalentes es una conversión de los ejes de todos los tipos de vehículos pesados que circulan por la vía en estudio, al eje de 8.2 t.

La ecuación 6 permite realizar el cálculo del número de total de ejes equivalentes:

$$W18 = ((\sum_{i=1}^m FD * TPDA) * 365) * Fd * DI \quad (3.5)$$

Donde:

W18: número de ejes equivalentes (establecido para un periodo de diseño 20 años).

TPDA: tráfico promedio diario anual (establecido para un periodo de diseño 20 años).

FD: factor de daño.

Fd: factor de distribución direccional .

D1: porcentaje de W18 en el carril D1.

En la tabla 20 se detalla los factores de daño según el tipo de vehículo, los cuales deberán ser aplicados en la ecuación 6.

Tabla 20. Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple Doble		Tandem		Tridem		Factor de daño (FD)
	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
C-2P	2.5	0.02	-	-	-	-	-	-	1.29
	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
C-2G	6	0.68	11	3.24	-	-	-	-	3.92
C-3	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-4	6	0.68	-	-	-	-	25	1.4	2.08
C-5	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-6	6	0.68	-	-	18	2.07	25	1.4	4.15

Fuente: Guía técnica de pavimentos de Moreira Fricson, 2015

Autor: Gina Ortiz

En la tabla 21 se detalla los factores de distribución direccional de acuerdo al número de carriles, los cuales deberán ser aplicados en la ecuación 6.

Tabla 21. Factores de distribución direccional

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

Fuente: Norma AASHTO 93 Diseño de estructuras de Pavimentos

Autor: Gina Ortiz

En la tabla 22 se detalla los porcentajes de W18 en el carril D1 según el número de carril en una dirección, los cuales deberán ser aplicados en la ecuación 6.

Tabla 22. Porcentajes de W18 en el carril D1

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

Fuente: Norma AASHTO 93 Diseño de estructuras de Pavimentos

Autor: Gina Ortiz

En la Tabla 23 se detalla años proyectados, tráfico futuro según el tipo de vehículo, ejes equivalentes acumulados y por carril.

Ejemplo de la Tabla 23 con los datos de los años 2019, se realizó el mismo procedimiento para todos los años proyectados:

$$W18 = \left(((66 * 1.04) + (30 * 1.29) + (14 * 3.92) + (0 * 2.76)) * 365 \right) * 0.50 * 1$$

W18 = 29605 ejes equivalentes

Tabla 23. Ejes equivalentes

Año	Tráfico Futuro (vehículos / día)					TPDA futuro (vehículos / día)	W18 Acumulado	W18 por carril
	Livianos	Buses	Camiones					
			C-2L	C-2	C3			
2019	1372	66	30	14	0	1468	29605	14803
2020	1426	67	31	14	0	1524	59790	29895
2021	1472	68	31	14	0	1571	90445	45222
2022	1524	70	32	15	0	1625	121638	60819
2023	1579	71	32	15	0	1682	153379	76690
2024	1635	72	33	15	0	1740	185678	92839
2025	1693	73	33	16	0	1800	218544	109272
2026	1716	74	33	16	0	1824	251622	125811
2027	1772	75	34	16	0	1881	285227	142614
2028	1830	76	35	16	0	1940	319370	159685
2029	1889	78	35	16	0	2002	354057	177029
2030	1950	79	36	17	0	2065	389299	194649
2031	2014	80	36	17	0	2130	425103	212551
2032	2079	81	37	17	0	2197	461479	230740
2033	2147	83	37	17	0	2267	498436	249218
2034	2217	84	38	18	0	2339	535983	267992
2035	2289	85	39	18	0	2413	574130	287065
2036	2363	87	39	18	0	2489	612886	306443
2037	2440	88	40	19	0	2568	652261	326130
2038	2519	90	40	19	0	2649	692265	346132
2039	2601	91	41	19	0	2733	732907	366454

Autor: Gina Ortiz

3.1.4 Evaluación superficial del pavimento asfáltico mediante el PCI

La metodología del PCI permite determinar la condición del pavimento mediante un análisis visual. El procedimiento para la evaluación de la condición del pavimento tiene dos etapas el trabajo en campo y el cálculo.

Unidades de muestreo

La aplicación del método del PCI en una red vial puede tener un gran número de unidades de muestreo las cuales implicarían inversión de tiempo y recursos económicos, por lo que es necesario ejecutar procesos de muestreo. En la vía en estudio se determinó las unidades de muestreo para una longitud total de 3920 m y para un ancho de 7.80 m . Se tomó en cuenta una sola sección debido que a lo largo de la vía posee una capa de rodadura de pavimento flexible.

- **Cálculo de las unidades de muestreo**

Datos:

Ancho de calzada: 7.80 m

Longitud del tramo: 3920 m

Área de tramo: 230 m²

Error admisible estimado para el PCI de la sección (e): 5%

Desviación estándar del PCI para pavimentos asfálticos (σ): 10

- ✓ **Longitud de la unidad de muestra**

$$L = \frac{A}{Av} \quad (3.6)$$

Donde:

L: longitud de la unidad de muestra.

A: área de muestreo.

Av: ancho de vía.

$$L = \frac{230 \text{ m}^2}{7.80 \text{ m}}$$

$$L = 29.49 \approx 29 \text{ m}$$

- ✓ **Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento**

$$N = \frac{Lt}{L} \quad (3.7)$$

Donde:

N: número total de unidades de muestreo.

Lt: longitud del tramo vial en estudio.

L: longitud de cada unidad muestral.

$$N = \frac{3920 \text{ m}}{29.49 \text{ m}}$$

$$N = 132.93 \approx 133 \text{ unidades}$$

✓ **Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar**

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N-1) + \sigma^2} \quad (3.8)$$

Donde:

n: número mínimo de unidades de muestreo.

e: error admisible estimado para el PCI de la sección.

σ : desviación estándar del PCI.

$$n = \frac{133 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (133 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.37 \approx 15 \text{ unidades}$$

✓ **Intervalo de muestreo**

$$i = \frac{N}{n} \quad (3.9)$$

Donde:

i: intervalo de muestreo.

N: número total de unidades de muestreo.

n: número mínimo de unidades de muestreo.

$$i = \frac{133 \text{ unidades}}{15 \text{ unidades}}$$

$$i = 8.86 \approx 8$$

✓ **Corrección del número de unidades de muestreo**

$$nc = \frac{N}{i} \quad (3.10)$$

Donde:

nc: número corregido de unidades de muestreo.

$$nc = \frac{133 \text{ unidades}}{8}$$

$$nc = 16.62 \approx 17 \text{ unidades}$$

Se evaluaron 17 unidades, con una longitud de 29 m, con un intervalo de muestreo de 8, a continuación en la Tabla 24 se indica las abscisas inicial y final de cada muestra.

Tabla 24. Secciones de análisis para el determinar el PCI

N° de muestra	Abscisa inicial	Abscisa final
1	11+400	11+429
2	11+661	11+690
3	11+893	11+922
4	12+125	12+154
5	12+357	12+386
6	12+589	12+618
7	12+821	12+850
8	13+053	13+082
9	13+285	13+314
10	13+517	13+546
11	13+749	13+778
12	13+981	14+010
13	14+213	14+242
14	14+445	14+474
15	14+677	14+706
16	14+909	14+938
17	15+141	15+170

Autor: Gina Ortiz

Una vez determinadas las unidades de muestreo se puede realizar el trabajo en campo que consiste en la identificación visual de los daños localizados en la capa de rodadura teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión. El formato de registro del método PCI permite la recolección y tabulación de la información como se muestra en la Tabla 25.

El formato para el registro de las fallas de la capa de rodadura de la vía en estudio se encuentra distribuido en 5 secciones las cuales se detallan a continuación:

- a) La sección 1 consiste en el encabezado el cual consta de nombre de la universidad, carrera a la cual pertenece el proyecto, actividad realizada, nombre del proyecto, fecha y el evaluador.
- b) La sección 2 detalla los principales datos del proyecto como son: abscisa inicial y final, unidad de muestreo, área de muestreo, ancho de carril y el tramo del cual se realiza el estudio.
- c) La sección 3 organiza los tipos de fallas de los pavimento asfálticos con su respectivo número, código y unidad de medida.
- d) La sección 4 muestra un esquema de la ubicación del daño existente en la vía.
- e) La sección 5 indica el código de la falla, la severidad, las cantidades parciales de la falla, la sumatoria total de las cantidades parciales, la densidad en porcentaje, el valor deducido, y el cálculo del PCI.

Con los datos registrados en campo se realizó el cálculo del PCI, en donde se determinó la densidad en porcentaje, posteriormente se calculó el valor deducido según el nivel de severidad de cada falla presente en el tramo de la vía en estudio mediante curvas denominadas valor deducido del daño para pavimentos flexibles, y de esta manera se obtuvo el valor deducido total. En el Anexo B se detalla los datos registrados del PCI.

Tabla 25. Formato de registro del método PCI

DATOS		TIPOS DE FALLAS					ESQUEMA		
ABCISA INICIAL <input type="text"/>		N°	Código	Fallas	Unidad	ESQUEMA <input type="text"/>			
ABCISA FINAL <input type="text"/>		1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO <input type="text"/>		2	EX	Exudación	m ²				
ÁREA DE MUESTREO <input type="text"/>		3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ANCHO DE CARRIL <input type="text"/>		4	DL	Desnivel localizado	m				
TRAMO <input type="text"/>		5	CO	Corrugación	m ²				
		6	DE	Depresión	m ²				
		7	GB	Grieta de borde	m				
		8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
		9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
		10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
		11	PA	Parche	m ²				
		12	AP	Agregado pulido	m ²				
		13	HU	Huecos	U				
		14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
		15	AH	Ahuellamiento	m ²				
		16	DZ	Desplazamiento	m ²				
		17	GP	Grieta parabólica	m ²				
		18	HI	Hinchamiento	m ²				
		19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)						
									0.00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		0.00
							CÁLCULO DE PCI		
							PCI = 100 - VDT	100.00	

Autor: Gina Ortiz

En la Tabla 26 se muestra el cuadro de resumen del PCI de la vía en estudio, en donde se detalla el número de muestra de la 1 hasta la 17, abscisa inicial y final para cada unidad de muestreo, área de tramo equivalente a 230 m², PCI y calificación del estado de la vía por unidad de muestreo y el promedio del PCI para la sección con su respectiva calificación del estado de la vía.

Tabla 26. Resumen del PCI de la vía en estudio

N° de muestra	Abscisa inicial	Abscisa final	Área de tramo (m ²)	PCI por Unidad	Calificación de la vía
1	11+400	11+429	230	75.00	Muy bueno
2	11+661	11+690	230	70.00	Muy bueno
3	11+893	11+922	230	81.00	Muy bueno
4	12+125	12+154	230	91.00	Excelente
5	12+357	12+386	230	36.00	Malo
6	12+589	12+618	230	62.00	Bueno
7	12+821	12+850	230	79.00	Muy bueno
8	13+053	13+082	230	77.00	Muy bueno
9	13+285	13+314	230	75.00	Muy bueno
10	13+517	13+546	230	96.00	Excelente
11	13+749	13+778	230	87.00	Excelente
12	13+981	14+010	230	85.00	Excelente
13	14+213	14+242	230	71.00	Muy bueno
14	14+445	14+474	230	77.00	Muy bueno
15	14+677	14+706	230	82.00	Muy bueno
16	14+909	14+938	230	82.00	Muy bueno
17	15+141	15+170	230	97.00	Excelente
PROMEDIO SECCIÓN				77.82	Muy bueno

Autor: Gina Ortiz

La vía que une los cantones Patate y Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 tiene un PCI promedio de 77.82 calificándole a la vía en muy buen estado de acuerdo con la Tabla 4 en la cual también especifica que se debe realizar un mantenimiento vial de acuerdo con el rango del PCI.

3.1.5 Evaluación de la capa de rodadura con la viga Benkelman

La viga Benkelman es un equipo utilizado en Ingeniería de Pavimentos para ejecutar ensayos no destructivos es decir que no alteran la integridad de la estructura del

pavimento. Permite determinar las deflexiones a nivel de la superficie del pavimento como resultado de la aplicación de una carga en la superficie.

Las deflexiones resultantes se midieron aproximadamente cada 200 m en todo el tramo de la vía en estudio, y en cada estación se realizaron lecturas en el dial a 0.25, 0.50, 1, 5 y 8 m con respecto al lugar de aplicación. El ancho de vía es de 7.80 m por lo tanto la distancia del borde al punto de ensayo es de 0.90 m según la Tabla 4. En la Tabla 27 se indica el número de estación, abscisa, lecturas del deflectómetro registradas en campo, temperatura y espesor del pavimento.

Tabla 27. Deflexiones en campo de la vía en estudio

Estación	Abscisa (km)	Lectura del deflectómetro en campo (x 10 ⁻² mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	11+400	0.0	12.0	15.0	18.0	20.0	20.0	27.0	7.0
2	11+600	0.0	14.0	17.0	21.0	24.0	24.0	27.0	7.0
3	11+800	0.0	11.0	14.0	20.0	23.0	23.0	27.0	7.0
4	11+960	0.0	8.0	11.0	16.0	25.0	25.0	26.5	7.0
5	12+200	0.0	7.0	12.0	18.0	21.0	21.0	27.5	7.0
6	12+400	0.0	12.0	17.0	21.0	25.0	25.0	27.5	7.0
7	12+560	0.0	11.0	19.0	22.0	25.0	25.0	27.0	7.0
8	12+800	0.0	9.0	18.0	24.0	27.0	27.0	28.0	7.0
9	13+040	0.0	15.0	19.0	23.0	28.0	28.0	28.5	6.5
10	13+160	0.0	12.0	21.0	24.0	25.0	25.0	29.0	7.0
11	13+360	0.0	11.0	18.0	22.0	25.0	25.0	29.5	6.5
12	13+600	0.0	7.0	18.0	20.0	24.0	24.0	29.0	6.5
13	13+800	0.0	8.0	17.0	24.0	27.0	27.0	28.0	6.5
14	14+000	0.0	6.0	15.0	20.0	26.0	26.0	29.7	7.0
15	14+200	0.0	13.0	17.0	21.0	27.0	27.0	28.0	7.0
16	14+380	0.0	6.0	13.0	15.0	25.0	25.0	27.0	6.5
17	14+560	0.0	9.0	15.0	18.0	24.0	24.0	26.0	6.5
18	14+800	0.0	8.0	13.0	24.0	28.0	28.0	26.5	6.0
19	15+000	0.0	7.0	14.0	22.0	26.0	26.0	27.0	6.0
20	15+200	0.0	12.0	20.0	23.0	28.0	28.0	26.0	6.0

Autor: Gina Ortiz

3.1.5.1 Cálculo de deflexiones

Una vez registrada las deflexiones en campo es necesario la aplicación de correcciones debido a las características de la viga según la relación de brazos (1:2), por efecto de la temperatura y por estacionalidad.

- **Corrección por la relación de brazos de la viga Benkelman (1:2)**

Esta corrección se realiza por la geometría de la viga, debido a que el extensómetro no está a escala real y depende de la relación de brazos 1:2. La ecuación para determinar esta corrección es:

$$D = RB * (Df - Do) \quad (3.11)$$

Donde:

D: deflexiones a 0, 0.25,0.50,1,5 y 8 m.

Df: deflexión final a una distancia de 8 m.

Do: deflexión inicial en cada punto marcado.

RB: relación de brazos de la viga Benkelman 1:2.

En la Tabla 28 se indica el número de estación, abscisa, deflexiones calculadas con la relación de brazos de la viga Benkelman, temperatura y espesor del pavimento.

Ejemplo de la Tabla 28 con los datos de la estación 1 de la abscisa 11+400, se realizó el mismo procedimiento para todas las estaciones:

$$Do = 2 * (20 - 0)$$

$$Do = 40 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 28. Deflexiones corregidas por la relación de brazos de la viga Benkelman

Estación	Abscisas (km)	Deflexiones corregidas (x 10 ⁻² mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	11+400	40.0	16.0	10.0	4.0	0.0	0.0	27.0	7.0
2	11+600	48.0	20.0	14.0	6.0	0.0	0.0	27.0	7.0
3	11+800	46.0	24.0	18.0	6.0	0.0	0.0	27.0	7.0
4	11+960	50.0	34.0	28.0	18.0	0.0	0.0	26.5	7.0
5	12+200	42.0	28.0	18.0	6.0	0.0	0.0	27.5	7.0
6	12+400	50.0	26.0	16.0	8.0	0.0	0.0	27.5	7.0
7	12+560	50.0	28.0	12.0	6.0	0.0	0.0	27.0	7.0
8	12+800	54.0	36.0	18.0	6.0	0.0	0.0	28.0	7.0
9	13+040	56.0	26.0	18.0	10.0	0.0	0.0	28.5	6.5
10	13+160	50.0	26.0	8.0	2.0	0.0	0.0	29.0	7.0

Estación	Abcisas (km)	Deflexiones corregidas (x 10 ⁻² mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
11	13+360	50.0	28.0	14.0	6.0	0.0	0.0	29.5	6.5
12	13+600	48.0	34.0	12.0	8.0	0.0	0.0	29.0	6.5
13	13+800	54.0	38.0	20.0	6.0	0.0	0.0	28.0	6.5
14	14+000	52.0	40.0	22.0	12.0	0.0	0.0	29.7	7.0
15	14+200	54.0	28.0	20.0	12.0	0.0	0.0	28.0	7.0
16	14+380	50.0	38.0	24.0	20.0	0.0	0.0	27.0	6.5
17	14+560	48.0	30.0	18.0	12.0	0.0	0.0	26.0	6.5
18	14+800	56.0	40.0	30.0	8.0	0.0	0.0	26.5	6.0
19	15+000	52.0	38.0	24.0	8.0	0.0	0.0	27.0	6.0
20	15+200	56.0	32.0	16.0	10.0	0.0	0.0	26.0	6.0

Autor: Gina Ortiz

- **Corrección por efecto de la temperatura**

Las deflexiones en pavimentos flexibles con espesor mayor a 5 cm se ven afectados por la temperatura razón por la cual los datos registrados en un mismo punto darán resultados diferentes, por lo que es necesario corregir las deflexiones registradas en campo, determinando los valores de las deflexiones a una temperatura estándar de 20 °C, mediante la siguiente ecuación:

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{Dt}{[1 \cdot 10^{-3} \times \frac{1}{\text{cm } ^{\circ}\text{C}} * e * (T - 20^{\circ}\text{C})] + 1} \quad (3.12)$$

Donde:

D_(20°C): deflexión corregida para la temperatura estándar de 20°C.

Dt: Deflexión recuperable.

e: espesor de la capa asfáltica (cm).

T: temperatura del pavimento (°C).

En la Tabla 29 se indica el número de estación, abscisa y deflexiones corregidas para la temperatura estándar de 20° C.

Ejemplo de la Tabla 29 con los datos de la estación 1 de la abscisa 11+400, se realizó el mismo procedimiento para todas las estaciones:

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{40}{[1 * 10^{-3} \times \frac{1}{\text{cm } ^{\circ}\text{C}} * 7 * (27 - 20^{\circ}\text{C})] + 1}$$

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = 38.13 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

La medición de la temperatura se realizó una vez por cada estación, en la zona cercana al punto de distancia cero. Para esto fue necesario realizar una pequeña perforación al pavimento de 3 a 5 cm con el cincel de punta. Se colocó el termómetro antes de iniciar el ensayo y se registró la temperatura una vez terminada la última lectura de campo.

Tabla 29. Deflexiones corregidas por el efecto de la temperatura

Estación	Abscisas (km)	Deflexiones corregidas por efecto de la temperatura (x 10 ⁻² mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	11+400	38.13	15.25	9.53	3.81	0.00	0.00
2	11+600	45.76	19.07	13.35	5.72	0.00	0.00
3	11+800	43.85	22.88	17.16	5.72	0.00	0.00
4	11+960	47.82	32.52	26.78	17.22	0.00	0.00
5	12+200	39.90	26.60	17.10	5.70	0.00	0.00
6	12+400	47.51	24.70	15.20	7.60	0.00	0.00
7	12+560	47.66	26.69	11.44	5.72	0.00	0.00
8	12+800	51.14	34.09	17.05	5.68	0.00	0.00
9	13+040	53.07	24.64	17.06	9.48	0.00	0.00
10	13+160	47.04	24.46	7.53	1.88	0.00	0.00
11	13+360	47.09	26.37	13.19	5.65	0.00	0.00
12	13+600	45.35	32.12	11.34	7.56	0.00	0.00
13	13+800	51.33	36.12	19.01	5.70	0.00	0.00
14	14+000	48.69	37.46	20.60	11.24	0.00	0.00
15	14+200	51.14	26.52	18.94	11.36	0.00	0.00
16	14+380	47.82	36.35	22.96	19.13	0.00	0.00
17	14+560	46.20	28.87	17.32	11.55	0.00	0.00
18	14+800	53.90	38.50	28.87	7.70	0.00	0.00
19	15+000	49.90	36.47	23.03	7.68	0.00	0.00
20	15+200	54.05	30.89	15.44	9.65	0.00	0.00

Autor: Gina Ortiz

- **Corrección por efecto estacional**

El efecto estacional en las deflexiones del pavimento depende de la condición de la calzada y las condiciones climáticas, por lo tanto, para su correcto análisis se debe evaluar las deflexiones en el periodo más desfavorable del año. Según la Tabla 30,

CONREVIAl (Consorcio de Rehabilitación Vial) propone el uso de factores de corrección, considerando el tipo de suelo de subrasante y la época en que se realizaron los ensayos.

Tabla 30. Factores de corrección por efecto estacional

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

Fuente: Consorcio de Rehabilitación Vial de Perú

Autor: Gina Ortiz

El ensayo de campo del presente trabajo experimental se realizó en un tipo de suelo arenoso permeable, en una estación seca, datos que permitieron determinar un factor de corrección de 1.2, según la Tabla 30.

En la Tabla 31 se indica el número de estación, abscisas y las deflexiones corregidas por efecto de estacionalidad.

Tabla 31. Deflexiones corregidas por el efecto estacional

Estación	Abscisa (km)	Deflexiones corregidas por estacionalidad ($\times 10^{-2}$ mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	11+400	45.76	18.30	11.44	4.58	0.00	0.00
2	11+600	54.91	22.88	16.02	6.86	0.00	0.00
3	11+800	52.62	27.45	20.59	6.86	0.00	0.00
4	11+960	57.39	39.02	32.14	20.66	0.00	0.00
5	12+200	47.89	31.92	20.52	6.84	0.00	0.00
6	12+400	57.01	29.64	18.24	9.12	0.00	0.00
7	12+560	57.20	32.03	13.73	6.86	0.00	0.00
8	12+800	61.36	40.91	20.45	6.82	0.00	0.00
9	13+040	63.68	29.57	20.47	11.37	0.00	0.00
10	13+160	56.44	29.35	9.03	2.26	0.00	0.00
11	13+360	56.51	31.65	15.82	6.78	0.00	0.00
12	13+600	54.42	38.55	13.60	9.07	0.00	0.00
13	13+800	61.60	43.35	22.81	6.84	0.00	0.00
14	14+000	58.43	44.95	24.72	13.48	0.00	0.00
15	14+200	61.36	31.82	22.73	13.64	0.00	0.00
16	14+380	57.39	43.62	27.55	22.96	0.00	0.00
17	14+560	55.44	34.65	20.79	13.86	0.00	0.00
18	14+800	64.68	46.20	34.65	9.24	0.00	0.00
19	15+000	59.88	43.76	27.64	9.21	0.00	0.00
20	15+200	64.86	37.07	18.53	11.58	0.00	0.00

Autor: Gina Ortiz

- **Radio de curvatura**

El radio de curvatura de la línea de deflexión es una característica esencial para determinar la magnitud de la deformación lineal debido a la tracción por la flexión de las capas elásticas bajo cargas. El radio de curvatura se calcula mediante la ecuación:

$$Rc = \frac{10 * 25^2}{2(D_0 - D_{25})} \quad (3.13)$$

Donde:

Rc: radio de curvatura.

D0: deflexión recuperable en el eje vertical de la carga en el punto 0.00 m.

D25: deflexión recuperable en el eje vertical de la carga en el punto 0.25 m.

En la Tabla 28 se indica el número de estación, abscisa y deflexiones corregidas en los puntos 0 m y 0.25 m y el resultado de los radios de curvatura.

Ejemplo de la Tabla 28 con los datos de la estación 1 de la abscisa 11+400, se realizó el mismo procedimiento para todas las estaciones:

$$Rc = \frac{10 * 25^2}{2(45.76 - 18.30)}$$

$$Rc = 113.82 \text{ m}$$

Tabla 32. Radios de curvatura

Estación	Abscisa (km)	Deflexiones Corregidas (x 10 ⁻² mm)		Radio de Curvatura (m)
		D0	D25	
1	11+400	45.76	18.30	113.82
2	11+600	54.91	22.88	97.56
3	11+800	52.62	27.45	124.17
4	11+960	57.39	39.02	170.17
5	12+200	47.89	31.92	195.78
6	12+400	57.01	29.64	114.20
7	12+560	57.20	32.03	124.17
8	12+800	61.36	40.91	152.78
9	13+040	63.68	29.57	91.60
10	13+160	56.44	29.35	115.34
11	13+360	56.51	31.65	125.68
12	13+600	54.42	38.55	196.89
13	13+800	61.60	43.35	171.22
14	14+000	58.43	44.95	231.75
15	14+200	61.36	31.82	105.77
16	14+380	57.39	43.62	226.89

Estación	Abscisa (km)	Deflexiones Corregidas (x 10 ⁻² mm)		Radio de Curvatura (m)
		D0	D25	
17	14+560	55.44	34.65	150.32
18	14+800	64.68	46.20	169.11
19	15+000	59.88	43.76	193.82
20	15+200	64.86	37.07	112.41
			Promedio	149.17

Autor: Gina Ortiz

- **Deflexión característica**

La deflexión característica es un parámetro importante que permite representar una sección del pavimento, considerando procesos estadísticos que utilizan como variables los valores puntuales obtenidos en cada toma de lecturas. La deflexión característica se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Dc = \bar{D} + t * \sigma \quad (3.14)$$

Donde:

D c: deflexión característica.

\bar{D} : deflexión promedio D0 corregidos por efecto de la temperatura y estacionalidad.

t: probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica.

σ : desviación estándar.

En la Tabla 33 se detalla el valor de "t" que corresponde al porcentaje de la superficie en su totalidad con la posibilidad de obtener deflexiones superiores a la deflexión característica.

Tabla 33. Valor de "t" y probabilidad de ocurrencia de $D > Dc$

Valor de diseño	Dc	Área $D > Dc$ %
50	D	50
75	$\bar{D} + 0.674 * \sigma$	25
85	$\bar{D} + \sigma$	15
90	$\bar{D} + 1.3 * \sigma$	10
95	$\bar{D} + 1.645 * \sigma$	5
98	$\bar{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\bar{D} + 2.33 * \sigma$	1

Fuente: Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con fines de Análisis y Diseño en el Perú,2007

Autor: Gina Ortiz

El método CONREVIAl trabaja con un valor de “t” igual a 1.645 que corresponde al 95% de probabilidad de diseño, superada sólo por el 5% de las determinaciones efectuadas.

$$Dc = 57.44 + 1.645 * 5$$

$$Dc = 65.66 * 10^{-2} \text{ mm}$$

- **Deflexión admisible**

La deflexión admisible se evalúa en función del tráfico de diseño, establece un límite para la deflexión característica, la cual si es superior no tiene un buen comportamiento de la estructura del pavimento durante su periodo de diseño. La deflexión admisible se determina mediante la ecuación 16:

$$D \text{ adm} = \left(\frac{1.15}{W18} \right)^{\frac{1}{4}} * 100 \quad (3.15)$$

Donde:

D adm: deflexión admisible

W18: número de ejes equivalentes (establecido por el periodo de diseño 20 años).

$$D \text{ adm} = \left(\frac{1.15}{0.366454} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D \text{ adm} = 133.097 * 10^{-2} \text{ mm}$$

- **Deflexión crítica**

La deflexión crítica es un parámetro que logra el pavimento cuando ha finalizado su periodo de servicio, luego de resistir el tránsito futuro. La deflexión crítica es determinada según la siguiente ecuación:

$$D \text{ cr} = \left(\frac{1.90}{W18} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100 \quad (3.16)$$

Donde:

D cr: deflexión crítica

W18: número de ejes equivalentes (establecido por el periodo de diseño 20 años)

$$D \text{ cr} = \left(\frac{1.90}{0.366454} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D \text{ cr} = 136.41 * 10^{-2} \text{ mm}$$

Dentro de la metodología aplicada mediante el uso de la viga Benkelman existen valores característicos como el radio de curvatura y la deflexión admisible.

A continuación, en la Tabla 34 se detalla las características del pavimento de acuerdo con los tipos de deflexiones y radio de curvatura.

Tabla 34. Tipos de deflexiones

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

Fuente: Consorcio de Rehabilitación Vial de Perú

Autor: Gina Ortiz

En la Tabla 35 se detalla el número de estación con sus respectivas deflexiones: característica, admisible y crítica. También se tomó en cuenta los criterios de evaluación estructural de la subrasante de acuerdo con la deflexión y de la estructura del pavimento flexible de acuerdo con el radio de curvatura, los cuales permitieron determinar el tipo de deflexión según la Tabla 34.

Tabla 35. Cálculo de deflexiones de la vía en estudio

Estación	D_o ($\times 10^{-2}$ mm)	Deflexión característica ($\times 10^{-2}$ mm)	Deflexión crítica ($\times 10^{-2}$ mm)	Deflexión admisible ($\times 10^{-2}$ mm)
1	45.76	65.66	136.41	133.10
2	54.91	65.66	136.41	133.10
3	52.62	65.66	136.41	133.10
4	57.39	65.66	136.41	133.10
5	47.89	65.66	136.41	133.10
6	57.01	65.66	136.41	133.10
7	57.20	65.66	136.41	133.10
8	61.36	65.66	136.41	133.10
9	63.68	65.66	136.41	133.10
10	56.44	65.66	136.41	133.10
11	56.51	65.66	136.41	133.10
12	54.42	65.66	136.41	133.10
13	61.60	65.66	136.41	133.10

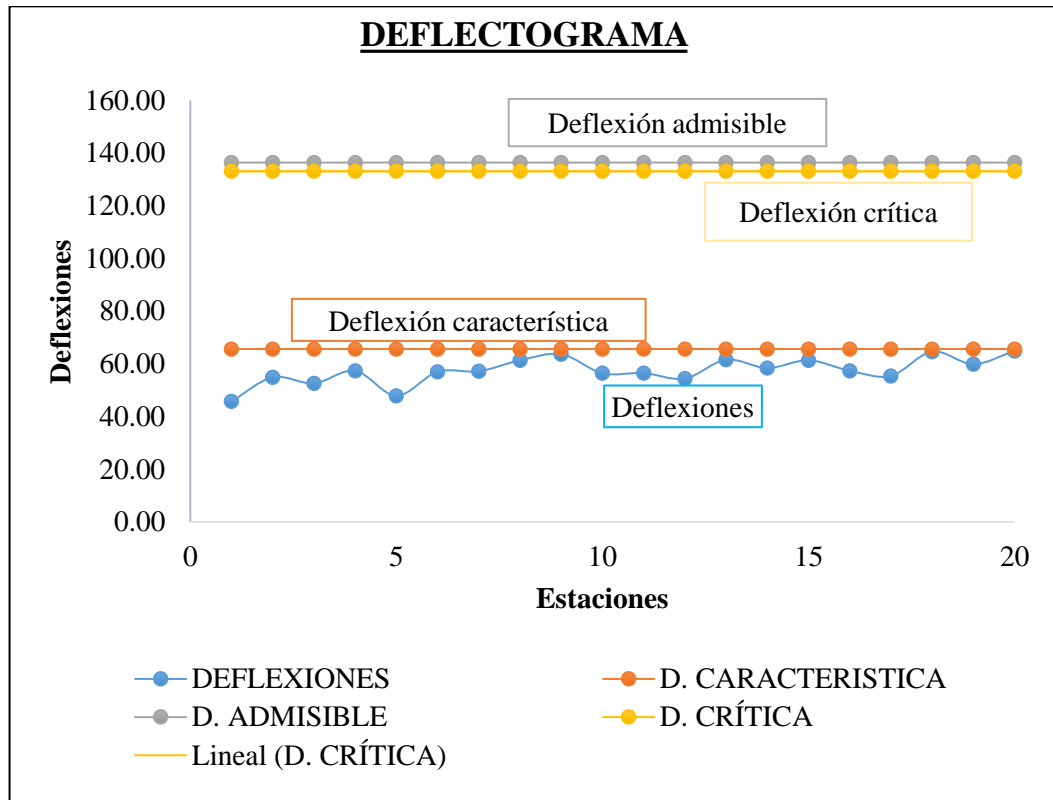
Estación	Do (x 10 ⁻² mm)	Deflexión característica (x 10 ⁻² mm)	Deflexión crítica (x 10 ⁻² mm)	Deflexión admisible (x 10 ⁻² mm)
14	58.43	65.66	136.41	133.10
15	61.36	65.66	136.41	133.10
16	57.39	65.66	136.41	133.10
17	55.44	65.66	136.41	133.10
18	64.68	65.66	136.41	133.10
19	59.88	65.66	136.41	133.10
20	64.86	65.66	136.41	133.10
Promedio	57.44			
Resultados				
Deflexión promedio			57.44 * 10 ⁻² mm	
Desviación estándar			5	
Deflexión característica			65.66 * 10 ⁻² mm	
Deflexión admisible			133.10* 10 ⁻² mm	
Deflexión crítica			136.41* 10 ⁻² mm	
Evaluación estructural				
Comportamiento subrasante			Tipo de deflexión	
D < Dadm 57.44 * 10⁻² mm < 133.10* 10⁻²mm			TIPO I, curva extensa poco profunda.	
Comportamiento de la estructura del pavimento				
Rc < 100 149.17 m > 100				

Autor: Gina Ortiz

La deflexión tipo I se caracteriza por su buen comportamiento estructural de la subrasante y del pavimento, presentan radio de curvatura mediana y una deflexión pequeña [45].

En el Gráfico 2 se puede observar el análisis deflectométrico a lo largo del tramo de la vía en estudio. Las deflexiones corregidas son menores a la deflexión característica, por lo tanto, la subrasante tiene un buen comportamiento mientras que su radio de curvatura es mayor a 100 por lo tanto se puede determinar que el pavimento tiene un buen comportamiento.

Figura 6. Análisis deflectométrico



Autor: Gina Ortiz

3.1.6 Estudio de suelos

El estudio de suelos es de gran importancia en toda obra vial para conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo. En el presente trabajo experimental se realizó perforaciones a cielo abierto de 1m x 1m x 1.50m aproximadamente a cada kilómetro del tramo vial. Se extrajo 50 kg de muestra de suelo por cada capa encontrada, obteniéndose 2 muestras por calicata dando como resultado un total de 8 muestras en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 de la vía Patate – Píllaro. Cabe señalar que en los 3.92 km analizados la capa de rodadura se encuentra asentada sobre un empedrado. Se realizaron ensayos de análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico, próctor modificado tipo B y CBR.

A continuación, en la Tabla 36 se detalla la ubicación de cada una de las perforaciones a cielo abierto:

Tabla 36. Coordenadas de la ubicación de las calitas de la vía Patate – Píllaro

Calicatas	Código	Abscisa	Coordenadas		Profundidad
			Norte	Este	
1	C1	11+600	9863774.62	777590.85	1.50 m
2	C2	12+600	9863713.63	777358.82	1.50 m
3	C3	13+900	9864488.25	777506.4	1.50 m
4	C4	14+900	9864245.15	776780.29	1.50 m

Autor: Gina Ortiz

3.1.6.1 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico es un proceso fundamental en la clasificación del suelo, distribuye a las partículas de agregado fino y grueso según su tamaño mediante el proceso de tamizado. Este ensayo se realiza en dos procesos el primero consiste en tamizar manualmente la muestra de suelo desde el tamiz de 2” hasta el tamiz #4, para el siguiente proceso se tomó la muestra restante que pasa el tamiz # 4 y se cuarteó. Posteriormente la muestra seleccionada se colocó en el grupo de tamices normalizados para ser colocados en la máquina tamizadora, la acción de tamizado se realizó durante diez minutos, tiempo razonable en el cual se logra una distribución adecuada de las partículas. La representación granulométrica se realizó a escala semilogarítmica, en la escala vertical o de las ordenadas se indicó el porcentaje de suelo que pasa y en la escala logarítmica se indicó el tamaño de los tamices en mm. En el Anexo C Estudio de suelos se detalla el análisis granulométrico de las muestras de suelo obtenidas.

Las muestras de suelo de la vía Patate – Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 serán clasificadas según el método de la AASHTO M 145, sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras. A continuación, en la Tabla 37 se detalla la clasificación de los suelos según el método de la AASHTO M 145, los suelos se clasifican en siete grupos desde A-1 hasta el A-7 de acuerdo con su granulometría e índice de plasticidad.

Tabla 37. Clasificación de suelos de acuerdo con el Método AASHTO M145

Clasificación	Materiales granulares (más 35% retenido tamiz 200)						Materiales laminares (más del 35% pasa tamiz 200)					
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	
Subgrupos	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5	A-7-6
% Pasa Tamiz												
# 10 (2mm)	50 máx											
#40 (0,425mm)	30 máx	50 máx					51 mín					
# 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	35 máx				10 máx	36 mín				
Límite líquido			40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	NP	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	41 mín
Índice de plasticidad	6 máx		10 máx	10 máx	11 mín	11 mín		10 máx	10 máx		11 mín	11 mín
Índice de grupo	0	0	0	0	4 máx	4 máx	0	8 máx	12máx	11 mín - 16máx	20 máx	
Tipos de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Gravas y arenas arcillosas y limosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Terreno de fundación	Excelente a bueno		Excelente a bueno		Regular		Excelente a bueno	De regular a malo				

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

Autor: Gina Ortiz

A continuación, se presenta en la Tabla 38 un cuadro de resumen de la clasificación del suelo de acuerdo con la AASHTO M 145 de las muestras de suelo obtenidas en las 4 calicatas realizadas a cielo abierto.

Tabla 38. Clasificación del suelo según la AASHTO M 145

Calicata	Muestra	Clasificación	Grupo	Subgrupo	Tipo de material
C1	Muestra 1	Material granular	A-1	A-1-b	Cantos, grava y arena
C2	Muestra 3				
C3	Muestra 5				
C4	Muestra 7				
C1	Muestra 2	Subrasante	A-3	A-3	Arena fina
C2	Muestra 4		A-4	A-4	Suelo Limoso
C3	Muestra 6				
C4	Muestra 8				

Autor: Gina Ortiz

3.1.6.2 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten determinar el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Para el estudio de las muestras de suelo extraídas en la vía Patate-Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 los límites de Atterberg necesarios son el límite líquido y el límite plástico, y con estos resultados el cálculo del índice plástico. En el Anexo C Estudio de suelos se detalla los límites de Atterberg de las muestras de suelo obtenidas.

• Límite líquido

El límite líquido de las muestras de suelo se ejecutó mediante el método de la copa de Casagrande, el cual consiste en mezclar en una vasija de porcelana con ayuda de la espátula una porción de suelo con agua, una vez mezclada la muestra se coloca de manera uniforme una parte de esta porción en la copa de Casagrande, se divide la muestra con el acanalador. A continuación, se enciende el equipo y se contabiliza el número de golpes hasta que las dos mitades se unan. Se toma una rodaja de la muestra y se coloca en un recipiente previamente enumerado y pesado para colocarlo en el horno. Una vez seca la muestra se registra su peso para determinar su contenido de humedad.

- **Líquido plástico**

El límite plástico es un método de moldeo manual que se determina con una muestra de suelo mezclada con agua, se enrolla pequeñas muestras en forma de cilindros de 3 mm de diámetro sobre una superficie lisa, hasta que los cilindros presenten grietas. Se coloca en un recipiente previamente enumerado y pesado la muestra de suelo para colocarlo en el horno. Una vez seca la muestra se registra su peso para determinar su contenido de humedad.

A continuación, en la Tabla 39 se detalla los límites de Atterberg e índice plástico para cada muestra de suelo.

Tabla 39. Límites de Atterberg

Calicata	Muestra	Tipo de material	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice Plástico (%)
C1	Muestra 1	Cantos, grava y arena	24.65	23.02	1.63
C2	Muestra 3		24	22.85	1.15
C3	Muestra 5		24.03	22.74	1.29
C4	Muestra 7		25.25	24.17	1.08
C1	Muestra 2	Arena fina	19.65	16.59	3.06
C2	Muestra 4	Suelo limoso	24.27	22.59	1.68
C3	Muestra 6		23.58	22.69	0.89
C4	Muestra 8		24	23.18	0.82

Autor: Gina Ortiz

3.1.6.3 Ensayo de compactación proctor modificado tipo B

El ensayo de compactación permite determinar el contenido de humedad y peso unitario seco del suelo. Consiste en colocar suelo humedecido en 5 capas uniformes dentro de un molde cilíndrico metálico y cada capa compactarla con 56 golpes de un martillo de metal de 10 lb. Los datos de la curva de compactación se utilizarán posteriormente en el ensayo de CBR. En el Anexo C Estudio de suelos se detalla el ensayo de compactación proctor modificado tipo B de las muestras de suelo obtenidas.

A continuación, en la Tabla 40 se detalla los valores de la densidad seca y del contenido de humedad óptimo para cada muestra de suelo.

Tabla 40. Ensayo de compactación proctor modificado tipo B

Calicata	Muestra	Tipo de material	Densidad Seca (yd)	Humedad óptima (w%)
C1	Muestra 1	Cantos, grava y arena	1.924	10.1
C2	Muestra 3		1.870	8.2
C3	Muestra 5		1.945	9.8
C4	Muestra 7		1.668	10.4
C1	Muestra 2	Arena fina	1.918	11
C2	Muestra 4	Suelo limoso	1.639	11.8
C3	Muestra 6		1.678	11.6
C4	Muestra 8		1.606	10.8

Autor: Gina Ortiz

3.1.6.4 Ensayo de relación de Soporte de California (CBR)

El ensayo de CBR permite determinar la resistencia de un suelo a la acción de un esfuerzo cortante bajo determinadas condiciones de humedad y densidad. Los datos del contenido de humedad óptima y la densidad máxima son determinados en el ensayo de compactación proctor modificado tipo B. En el Anexo C Estudio de suelos se detalla el ensayo de CBR para las muestras de suelo obtenidas.

A continuación, en la Tabla 41 se detalla los porcentajes de CBR obtenidos para cada muestra de suelo, su clasificación y uso de acuerdo con la Tabla 7.

Tabla 41. Porcentajes de CBR

Calicata	Muestra	Tipo de material	% CBR	Clasificación del suelo según el % CBR	Usos
C1	Muestra 1	Cantos, grava y arena	34.00	Buena	Subbase
C2	Muestra 3		30.50	Buena	Subbase
C3	Muestra 5		32.00	Buena	Subbase
C4	Muestra 7		31.70	Buena	Subbase
C1	Muestra 2	Arena fina	9.00	Regular - Buena	Subrasante
C2	Muestra 4	Suelo limoso	7.70	Mala	Subrasante
C3	Muestra 6		8.50	Regular - Buena	Subrasante
C4	Muestra 8		10.00	Regular - Buena	Subrasante

Autor: Gina Ortiz

Según los porcentajes de CBR calculados se determinó que las muestras con tipo de material cantos, grava y arena son subbases de clasificación buena, la muestra con tipo

de material arena fina es una subrasante de calificación regular a buena y las muestras de suelo limoso son subrasantes con calificación mala y regular a buena.

3.1.7 Plan de conservación vial


La vía que une los cantones Patate y Píllaro es una vía colectora de gran importancia para el desarrollo de la provincia de Tungurahua como para el país, el área de influencia de la zona en estudio constituye zonas agrícolas, ganaderas y turísticas principales actividades productivas de la provincia, el objetivo de esta investigación es plantear un plan de mantenimiento vial que permita disponer la vía en condiciones óptimas para su funcionamiento.


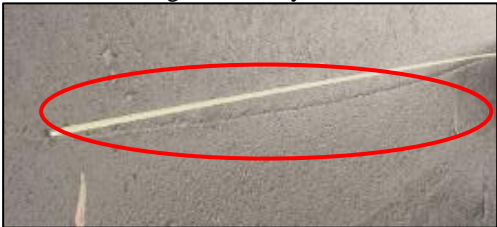


3.1.7.1 Plan de conservación vial de acuerdo con el valor del PCI

Según la metodología del PCI, se determinó un índice de condición del pavimento de 71.82, valor promedio que califica a la vía Patate – Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 en una fase de “muy bueno”, a partir del cual se establece actividades para reparar los daños del pavimento, como son piel de cocodrilo, desnivel localizado, grietas longitudinales y transversales, huecos y desprendimientos de agregados.

A continuación, en la Tabla 42 se detalla las fallas encontradas en el pavimento, con sus abscisas inicial y final, el área a intervenir de cada una de ellas.

Tabla 42. Fallas encontradas en el pavimento de la vía en estudio

Falla	Cód. falla	Abscisas		Área por intervenir
		Inicial	Final	
Piel de cocodrilo 	PC	11+661	11+690	6.20 m ²
		12+125	12+154	0.84 m ²
		12+357	12+386	10.45 m ²
		12+357	12+386	3.30 m ²
		12+589	12+618	24.0 m ²
		13+053	13+082	7.90 m ²
		13+285	13+314	9.78 m ²
		13+749	13+778	4.00 m ²
		13+981	14+010	1.00 m ²
		14+213	14+242	2.00 m ²
		14+445	14+474	6.00 m ²

Falla	Cód. falla	Abscisas		Área por intervenir
		Inicial	Final	
		14+677	14+706	4.80 m ²
		17+909	14+938	5.00 m ²
Desnivel localizado 	DL	11+400	11+429	0.50 m
		11+400	11+429	10.00 m
		11+893	11+922	0.60 m
		12+821	12+850	20.00 m
		13+749	13+778	4.000 m
Grietas longitudinales y transversales 	GLT	11+661	11+690	6.20 m
		12+125	12+154	4.20 m
		12+821	12+850	4.80 m
		13+517	13+546	9.00 m
		14+445	14+474	6.60 m
		15+141	15+170	2.60 m
Huecos 	HU	11+893	11+922	2 u
		13+981	14+010	1 u
		14+213	14+242	2 u
Desprendimiento de agregados 	DA	13+053	13+082	2.34 m ²

Autor: Gina Ortiz

Adicionalmente, en base a la información obtenida, se propone determinadas actividades para reparar cada una de las fallas:

Reparación de fallas piel de cocodrilo

Para intervenir las fallas piel de cocodrilo se procede de la siguiente manera:

1. Remover la superficie del pavimento y la base hasta alcanzar un apoyo firme, es decir que parte del material de la subrasante también debe ser removido. Realizar un corte en forma cuadrada o rectangular, con ayuda de una sierra cortadora de pavimento formar caras rectas y verticales.
2. Aplicar un riego de producto asfáltico en las zonas a reparar.
3. Rellenar el hueco con concreto asfáltico densamente graduado, evitando la segregación de la mezcla. En caso de que el hueco tenga una profundidad mayor a 15 cm es necesario compactar en capas. La compactación se realiza con un compactador vibrante plano para parches pequeños, y con rodillo para áreas más grandes.
4. Finalmente, verificar que toda la superficie del pavimento tenga igual cota [46].

Reparación de fallas desnivel localizado

Para intervenir las fallas desnivel localizado se procede de la siguiente manera:

1. Delimitar el área que presenta desnivel.
2. Limpiar el área 30 cm adicionales al área delimitada.
3. Aplicar un ligero riego de producto asfáltico y esperar su curado.
4. Aplicar suficiente mezcla asfáltica en el desnivel hasta llegar a su nivel original. Compactar en capas, la compactación se realiza con un compactador vibrante plano para parches pequeños, y con rodillo para áreas más grandes.
5. Aplicar un riego de protección de arena sin excederse [46].

Reparación de fallas grietas longitudinales y transversales

Para intervenir las fallas grietas longitudinales y transversales se procede de la siguiente manera:

1. Limpiar las grietas con aire comprimido o con un escobillón de cerdas duras.
2. Rellenar la grieta con concreto asfáltico de graduación fina utilizando el escobillón.
3. Recubrir con arena seca la superficie de la grieta sellada, para evitar que el tránsito levante el material [46].

Reparación de fallas huecos

Para intervenir las fallas en los huecos se procede de la siguiente manera:

1. Cortar alrededor del hueco, dejando las caras verticales de éste, remover la superficie y la base hasta alcanzar un apoyo firme.
2. Limpiar toda el área afectada.

3. Rellenar con material de subbase o base, según la afectación de la estructura del pavimento. Hidratar y compactar la superficie con un vibroapisonador [46].

Reparación de fallas desprendimiento de agregados

Para intervenir las fallas desprendimiento de agregados se procede de la siguiente manera:

1. Delimitar el área afectada marcando en la superficie del pavimento.
2. Limpiar toda el área afectada.
3. Esparcir arena caliente sobre el área afectada, este agregado debe ser calentado al menos a 150°C.
4. Inmediatamente después de esparcir el agregado, compactar con la ayuda del compactador de neumáticos.
5. Una vez enfriado el agregado, barrer las partículas gruesas.
6. Finalmente, verificar que la superficie del pavimento tenga el mismo nivel [46].

3.1.7.2 Plan de conservación vial de acuerdo de acuerdo con la deflectometría

Para la evaluación estructural del pavimento flexible se tomará en cuenta la evaluación propuesta por el Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), el cual se basa en la deflexión máxima del pavimento y el radio de curvatura que adopta la superficie cargada, estos valores dependen directamente del espesor de la capa asfáltica.

A continuación, en la Tabla 43 se detalla los criterios de evaluación estructural del pavimento. Existen 5 tipos de deflexiones los cuales se clasifican según los datos deflectométricos calculados y se detallan a continuación:

Deflexión tipo I: su radio de curvatura es mediano y su deflexión pequeña, por lo tanto, desempeñan un buen comportamiento estructural de subrasante y pavimento.

Deflexión tipo II: su radio de curvatura es mediano y su deflexión grande, por el mal comportamiento estructural de la subrasante y el buen comportamiento estructural del pavimento.

Deflexión tipo III: su radio de curvatura y deflexión son pequeños, debido a al buen comportamiento estructural de la subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento.

Deflexión tipo IV: su radio de curvatura es pequeño y su deflexión grande por lo tanto presenta un mal comportamiento estructural de subrasante y pavimento.

Tabla 43. Criterios de evaluación estructural del pavimento.

Tipo de deflexión	Datos deflectométricos	Calidad estructural	Estudios complementarios	Criterio para refuerzo	Medidas correctivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	Buena	No		Correcciones de superficie
II	$D_p > D_a$ $R \geq 100$	SI $D_p < 3 D_{adm}$ Regular	No	Deflectométrico	Refuerzo
		SI $D_p > 3 D_{adm}$ Mala	Si	Deflectométrico, Resistencia	Refuerzo o reconstrucción
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	Regular a mala	Si	Resistencia	Refuerzo o reconstrucción
IV	$D_p < D_{adm}$ $R < 100$	Mala	Si	Resistencia	Refuerzo o reconstrucción
V		Mala, el pavimento presenta $IGG > 1800$	Si	Resistencia	Reconstrucción

Fuente: DNER

Autor: Gina Ortiz

Tabla 44. Evaluación estructural del pavimento de la vía en estudio

Estación	Abscisa	Deflexiones 10 ⁻² (mm)	Radio de Curvatura(m)	Deflexión admisible	Tipo de deflexión	Tipo de Pavimento	Tipo de Subrasante
1	11+400	45.76	113.82	133.10	I	Bueno	Buena
2	11+600	54.91	97.56	133.10	III	Malo	Buena
3	11+800	52.62	124.17	133.10	I	Bueno	Buena
4	11+960	57.39	170.17	133.10	I	Bueno	Buena
5	12+200	47.89	195.78	133.10	I	Bueno	Buena
6	12+400	57.01	114.20	133.10	I	Bueno	Buena
7	12+560	57.20	124.17	133.10	I	Bueno	Buena
8	12+800	61.36	152.78	133.10	I	Bueno	Buena
9	13+040	63.68	91.60	133.10	III	Malo	Buena
10	13+160	56.44	115.34	133.10	I	Bueno	Buena
11	13+360	56.51	125.68	133.10	I	Bueno	Buena
12	13+600	54.42	196.89	133.10	I	Bueno	Buena
13	13+800	61.60	171.22	133.10	I	Bueno	Buena
14	14+000	58.43	231.75	133.10	I	Bueno	Buena
15	14+200	61.36	105.77	133.10	I	Bueno	Buena
16	14+380	57.39	226.89	133.10	I	Bueno	Buena
17	14+560	55.44	150.32	133.10	I	Bueno	Buena
18	14+800	64.68	169.11	133.10	I	Bueno	Buena
19	15+000	59.88	193.82	133.10	I	Bueno	Buena
20	15+200	64.86	112.41	133.10	I	Bueno	Buena

Autor: Gina Ortiz

En base al análisis realizado con ayuda de la viga Benkelman, el cual es un ensayo no destructivo para pavimentos flexibles, se determinó según DNER que la vía tiene una deflexión tipo I, es decir posee un buen comportamiento estructural de subrasante y del pavimento, ya que presenta un radio de curvatura mediano y una deflexión pequeña, por lo tanto, es necesario tomar medidas correctivas en la superficie del pavimento.

De acuerdo con los resultados obtenidos con la metodología del PCI y la deflectometría se estableció que la vía que une los cantones Patate Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320, requiere de un mantenimiento rutinario debido que los daños se encuentran en la superficie del pavimento. A continuación, se detalla las actividades a realizar en el mantenimiento rutinario.

Mantenimiento rutinario

Es el conjunto de actividades que permiten la reparación de pequeños defectos localizados en la superficie de la rodadura [44].

A continuación, en la Tabla 45 se detalla las actividades consideradas en el mantenimiento rutinario.

Tabla 45. Actividades de mantenimiento rutinario

Actividades	Estándares de servicio
Limpieza de calzadas, espaldones y el derecho de vía.	Calzadas, espaldones y derecho de vía siempre limpios.
Sello de fisuras, grietas y relleno de huecos aislados.	No se permitirá fisuras, grietas y huecos aislados abiertos por más de 24 horas.
Limpieza y reparación de cunetas.	Las cunetas deben permanecer limpias y sin obstrucciones.
Limpieza de canales.	Los canales deben permanecer limpios y sin obstrucciones
Poda de arbustos, corte y retiro de árboles y	No se permitirán árboles de pequeño o gran tamaño que obstaculicen la visión de los usuarios de la vía o afecten su seguridad vial.
Remoción y limpieza, con carretilla de derrumbes menores.	No se permite obstrucción de la carretera.
Limpieza de la estructura y de las barandas del puente.	Toda la estructura del puente y las barandas permanecerán limpias
Mantenimiento de las señales verticales.	Las señales verticales deben permanecer en buen estado.

Actividades	Estándares de servicio
Limpieza de la señalización horizontal.	La señalización horizontal debe permanecer en buen estado.

Fuente: Servicio de mantenimiento rutinario de red vial pavimentada, 2018

Autor: Gina Ortiz

3.2 Verificación de Hipótesis

De acuerdo con los datos obtenidos en los ensayos realizados y mediante la implementación del plan de conservación vial en la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate – Píllaro en el tramo de la abscisa 11 + 400 hasta 15 + 320 de la provincia de Tungurahua, se verifica la hipótesis planteada por lo que permitirá prolongar su vida útil y mejorar sus niveles de serviciabilidad otorgando seguridad y confort a los usuarios de la vía.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se obtuvo el levantamiento georeferenciado de la vía Patate -Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320, obteniendo 590 puntos con sus respectivas coordenadas y códigos, los cuales permitieron verificar la longitud total de la vía es decir 3+920 km, además indicar que la vía tiene una sección y dos carriles con un ancho de calzada de 7.80 m.
- Se determinó en función del tráfico futuro proyectado para 20 años que la vía Patate -Píllaro en el tramo de la abscisa 11+400 hasta 15+320 pertenece a una vía colectora clase II según la clasificación del MTOP, con una cantidad de vehículos de 2752 vehículos/día cuyas características abastecen al actual y futuro flujo vehicular.
- Se llevó a cabo la evaluación superficial del pavimento asfáltico mediante el método PCI, se determinó una sección con 17 unidades de muestreo, cuyo valor promedio de PCI fue de 77.82 que corresponde a una calificación vial de muy bueno según la tabla 4 pág. 13. En base a los valores obtenidos de la deflectometría se concluye que la deflexión fue de tipo I, caracterizada por buen comportamiento estructural de la subrasante y del pavimento, según la tabla 43 pág. 68 el cual implica realizar un mantenimiento rutinario para la reparación de los defectos localizados en la superficie de la vía

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que para la extracción de muestras se deberán realizar calicatas en el eje de la vía con la finalidad de obtener datos con mayor exactitud, tomando en cuenta las medidas de seguridad para el personal que ejecuta el pozo a cielo abierto.
- Se recomienda que en la metodología del PCI se utilice el odómetro ya que es un instrumento económico, liviano, sencillo y fácil de usar para medir las longitudes y áreas de los daños en la superficie del pavimento.

- Se recomienda realizar ensayos con el deflectómetro pues la ventaja de este equipo respecto a la viga Benkelman, es que permite realizar mediciones de forma continua y mayor cantidad de kilómetros al día.

Referencias Bibliográficas

- [1] S. Silva, Y. Galindo, and L. Mendoza, “Nivel de Satisfacción del Usuario de las Carreteras: Método Delphi,” *Red Rev. Científicas Am. Lat. , el Caribe, España y Port.*, vol. 12, pp. 41–55, 2002.
- [2] J. Gutiérrez and R. Vera, “Mantenimiento Rutinario de caminos secundarios y vecinales,” *Presup. Construcción*, vol. 20, pp. 53–56, 2010.
- [3] Fomento de Corporación Andina, *Mantenimiento Vial. Informe Sectorial*. Buenos Aires, 2010.
- [4] H. Fernández, “Calidad total aplicada al mantenimiento vial,” *Rev. Ing. Construcción*, vol. 17, pp. 22–26, 1998.
- [5] G. Salazar, “Sistema institucional de gestión de las carreteras de segundo orden del Ecuador, para disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos,” Universidad Técnica de Ambato, 2008.
- [6] W. Martínez, “Red Vial de Nicaragua (Optimización y Mantenimiento),” *Nexo Rev. Científica*, vol. 26, no. 01, pp. 2–14, 2013.
- [7] Sistema Nacional de Información, “Ficha de cifra generales cantón Píllaro,” 2010. [Online]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/tungurahua.pdf>.
- [8] Sistema Nacional de Información, “Ficha de cifra generales cantón Patate,” 2010. [Online]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/tungurahua.pdf>.
- [9] G. Badilla, “Determinación de la regularidad superficial de pavimentos mediante el cálculo del índice de regularidad internacional (IRI): aspectos y consideraciones importantes,” *Inst. Bras. Petróleo*, pp. 1–12, 2011.
- [10] E. Betanzo Quezada and R. Zabala Pelayo, “El mantenimiento de pavimentos en vialidades urbanas : El caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (México),” *Rev. Académica la FI-UADY*, vol. 12, pp. 67–75, 2008.
- [11] A. Bull, “Un nuevo paradigma para la conservación vial: de hacer lo que se puede a hacer lo que es exigible,” *CEPAL*, 2003.

- [12] H. P. Díaz, J. H. Ramón, J. M. Parra, and Y. H. Mejía, “Sistema automático para la adquisición de imágenes de vías pavimentadas,” *Rev. Gerenc. Tecnol. Informática*, vol. 12, pp. 61–78, 2014.
- [13] I. Vera, G. Thenoux, H. Solminihac, and T. Echaveguren, “Modelo de evaluación técnica del desempeño del mantenimiento de pavimentos flexibles,” *Rev. la Construcción*, vol. 9, pp. 76–88, 2010.
- [14] MTOP, “Asistencia técnica al programa de infraestructura y conservación vial (EC - L1065).” p. 9, 2014.
- [15] “Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua,” *Tungurahua tierra de oportunidades*, 2019. [Online]. Available: <https://www.tungurahua.gob.ec/index.php/informativo-hgpt/principales/3835-del-canton-banos-de-agua-santa>.
- [16] G. Beltrán, “La geolocalización social,” *Polígonos, Rev. Geogr.*, no. December, p. 23, 2015.
- [17] J. Strobl and R. Turbau, “Georreferencia y Sistemas de Coordenadas.” pp. 1–6, 2013.
- [18] Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, “Norma para estudios y diseños viales.” p. 382, 2013.
- [19] C. Albán and J. Avila, “Estudio de tráfico, rediseño geométrico y diseño de pavimentos de las vías marginales a los ríos: Yumaza, Gualaquiza, Churuyacu y de la calle Logroño de los caballeros, en la parroquia Gualaquiza del cantón Gualaquiza, con una longitud de 3.520 km,” Universidad del Azuay, 2017.
- [20] Ministerio de Obras Públicas, *Normas de diseño geometrico de carreteras 2003*. 2003.
- [21] E. Rodríguez, “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, Distrito de Castilla,” Universidad de Piura, 2009.
- [22] L. Moreno *et al.*, “Mantenimiento y Conservación de carreteras.” p. 143, 2018.
- [23] L. Vásquez, “Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.” INGEPAV Ingeniería de Pavimentos, Colombia, p. 90, 2002.
- [24] C. Pereda, “Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca - La Colpa,” Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.
- [25] J. Díaz, “Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de

- decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles,” Universidad Militar Nueva Granada, 2014.
- [26] A. Montejo, *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS, Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías*, Universidad. Colombia, 2010.
- [27] D. Garcés, “Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues - Cojitambo- Deleg - La Raya,” Universidad de Cuenca, 2017.
- [28] P. Cayambe and J. Santillán, “Evaluación de pavimentos flexibles por el método Paver y propuesta de mantenimiento vial integral de la carretera Colta - Alausi de la Provincia de Chimborazo,” Universidad Nacional de Chimborazo, 2015.
- [29] H. Rondón and F. Reyes, “Pavimentos: materiales, construcción y diseño.” p. 608, 2015.
- [30] Ministerio de Transporte y Comunicaciones Perú, “Manual de ensayo de materiales.” p. 1269, 2016.
- [31] K. Escobar, A. García, and C. Guzmán, “Análisis comparativo de la evaluación de pavimentos por medio de la viga Benkelman y el deflectómetro de impacto (falling weight deflectometer, FWD),” Universidad de El Salvador, 2007.
- [32] J. Balarezo, “Evaluación estructural usando Viga Benkelman aplicada a un pavimento,” Universidad de Piura, 2017.
- [33] H. Bohorquez, I. Leal, and S. Torres, “Instructivo técnico para la operación, evaluación, diagnóstico y diseño de rehabilitación de pavimentos flexibles a través del análisis de medidas de deflexión con dispositivo de carga estática no continua Viga Benkelman,” Universidad Cooperativa de Colombia, 2014.
- [34] Instituto Mexicano del Transporte, “Evaluación estructural no destructiva de pavimentos.” p. 134, 1998.
- [35] Ministerio de Transporte y Comunicaciones Perú, “Sección: Suelos y Pavimentos,” in *Manual de carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos,”* Primera Ed., Empresa Editora Macro EIRL, Ed. 2015, p. 355.
- [36] A. Montejo, *Ingeniería de Pavimentos*, Tercera Ed. Colombia, 2006.
- [37] C. G. de Normas, “Norma Técnica Guatemalteca,” no. 502. Ministerio de Economía, Guatemala, p. 15, 2005.
- [38] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “Mallas y Tamices para ensayo. Requisitos.” p. 15, 2013.
- [39] D. Barrera, R. Andrés, and P. Flórez, “Ensayo de compactación proctor

- modificado.” Universidad Nacional de Colombia, p. 5, 2014.
- [40] American Association of State Highway and Transportation, “Standard method of Test for moisture – density relations of soils using a 4 . 54-kg (10-lb) rammer and a 457-mm (18-in .) drop.” Washington, p. 3, 2018.
- [41] A. Ulloa, “Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico,” *Metod. y Mater.*, vol. 1, pp. 39–50, 2011.
- [42] Instituto Nacional de Vías, “Relación de soporte del suelo en el laboratorio (CBR- de laboratorio) I.N.V.E -148-07.” Colombia, pp. 1–15.
- [43] M. de T. y C. de Perú, “Manual de carreteras. Mantenimiento o Conservación Vial.” 2013.
- [44] J. Menéndez, *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*. Oficina Internacional del Trabajo, 2003.
- [45] R. Carahuatay, “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel -Pablo, tramo San Miguel - Sunuden; mediante el análisis deflectométrico.,” Universidad Nacional de Cajamarca, 2015.
- [46] C. Manya and A. Naranjo, “Evaluación de corredores viales mediante el método PAVER y planteamiento de un mantenimiento integral de las arterias principales de ingreso a la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo,” Universidad Nacional de Chimborazo, 2015.

Anexos

ANEXO A

CONTEO VEHICULAR

Anexo A-1. Conteo vehicular del lunes 02 de septiembre del 2019

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				C - 2L	C - 2	C - 3			
07H00-08H00	07H00 -07H15	23	4	1	0	0	1	28	
	07H15 -07H30	36	2	2	2	0	4	42	
	07H30 -07H45	40	2	2	1	0	3	45	
	07H45 -08H00	33	2	0	0	0	0	35	150
08H00-09H00	08H00 -08H15	34	3	1	2	0	3	40	162
	08H15 -08H30	25	2	3	1	0	4	31	151
	08H30 -08H45	26	1	0	0	0	0	27	133
	08H45 -09H00	28	3	1	1	0	2	33	131
09H00-10H00	09H00 -09H15	24	2	1	0	0	1	27	118
	09H15 -09H30	30	2	1	1	0	2	34	121
	09H30 -09H45	33	2	3	2	0	5	40	134
	09H45 -10H00	26	2	1	2	0	3	31	132
10H00-11H00	10H00 -10H15	37	4	2	1	0	3	44	149
	10H15 -10H30	24	3	0	0	0	0	27	142
	10H30 -10H45	24	1	0	0	0	0	25	127
	10H45 -11H00	24	2	1	1	0	2	28	124
11H00-12H00	11H00 -11H15	29	2	0	1	0	1	32	112
	11H15 -11H30	31	2	1	0	0	1	34	119
	11H30 -11H45	24	1	0	0	0	0	25	119
	11H45 -12H00	27	2	3	1	0	4	33	124
12H00-13H00	12H00 -12H15	29	2	2	1	0	3	34	126
	12H15 -12H30	31	2	1	0	0	1	34	126
	12H30 -12H45	39	3	0	0	0	0	42	143
	12H45 -13H00	35	4	1	1	0	2	41	151
13H00-14H00	13H00 -13H15	40	4	0	1	0	1	45	162
	13H15 -13H30	29	2	0	0	0	0	31	159
	13H30 -13H45	40	2	2	0	0	2	44	161
	13H45 -14H00	35	1	1	1	0	2	38	158
14H00-15H00	14H00 -14H15	40	3	2	1	0	3	46	159
	14H15 -14H30	38	1	2	2	0	4	43	171
	14H30 -14H45	31	2	1	3	0	4	37	164
	14H45 -15H00	23	2	1	1	0	2	27	153
15H00-16H00	15H00 -15H15	36	2	1	0	0	1	39	146
	15H15 -15H30	36	2	1	2	0	3	41	144
	15H30 -15H45	27	2	1	1	0	2	31	138
	15H45 -16H00	28	2	1	0	0	1	31	142
16H00-17H00	16H00 -16H15	32	3	2	1	0	3	38	141
	16H15 -16H30	32	2	1	0	0	1	35	135
	16H30 -16H45	38	2	1	0	0	1	41	145
	16H45 -17H00	29	1	0	1	0	1	31	145
17H00-18H00	17H00 -17H15	23	3	0	1	0	1	27	134
	17H15 -17H30	26	2	4	1	0	5	33	132
	17H30 -17H45	24	1	0	0	0	0	25	116
	17H45 -18H00	35	1	1	0	0	1	37	122
18H00-19H00	18H00 -18H15	30	2	0	0	0	0	32	127
	18H15 -18H30	25	1	0	1	0	1	27	121
	18H30 -18H45	24	2	2	1	0	3	29	125
	18H45 -19H00	22	0	0	0	0	0	22	110
TOTAL		1455	100	51	36	0	87	1642	6204

Autor: Gina Ortiz

Anexo A-2. Conteo vehicular del martes 03 de septiembre del 2019

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				C - 2L	C - 2	C - 3			
07H00-08H00	07H00 -07H15	24	2	1	0	0	1	27	
	07H15 -07H30	33	4	1	1	0	2	39	
	07H30 -07H45	30	1	0	0	0	0	31	
	07H45 -08H00	33	2	0	1	0	1	36	133
08H00-09H00	08H00 -08H15	29	3	0	2	0	2	34	140
	08H15 -08H30	20	2	3	0	0	3	25	126
	08H30 -08H45	34	1	0	1	0	1	36	131
	08H45 -09H00	27	3	1	0	0	1	31	126
09H00-10H00	09H00 -09H15	31	1	2	0	0	2	34	126
	09H15 -09H30	28	2	0	1	0	1	31	132
	09H30 -09H45	27	2	0	0	0	0	29	125
	09H45 -10H00	33	2	1	1	0	2	37	131
10H00-11H00	10H00 -10H15	36	4	0	1	0	1	41	138
	10H15 -10H30	27	1	0	0	0	0	28	135
	10H30 -10H45	33	3	1	0	0	1	37	143
	10H45 -11H00	26	2	2	0	0	2	30	136
11H00-12H00	11H00 -11H15	31	1	0	1	0	1	33	128
	11H15 -11H30	30	3	2	0	0	2	35	135
	11H30 -11H45	30	2	1	1	0	2	34	132
	11H45 -12H00	26	2	0	0	0	0	28	130
12H00-13H00	12H00 -12H15	33	2	1	2	0	3	38	135
	12H15 -12H30	39	1	1	3	0	4	44	144
	12H30 -12H45	24	2	0	0	0	0	26	136
	12H45 -13H00	32	2	0	1	0	1	35	143
13H00-14H00	13H00 -13H15	38	3	2	0	0	2	43	148
	13H15 -13H30	32	3	1	1	0	2	37	141
	13H30 -13H45	30	2	0	0	0	0	32	147
	13H45 -14H00	32	2	0	1	0	1	35	147
14H00-15H00	14H00 -14H15	33	2	1	0	0	1	36	140
	14H15 -14H30	30	2	1	1	0	2	34	137
	14H30 -14H45	25	2	0	0	0	0	27	132
	14H45 -15H00	36	3	0	0	0	0	39	136
15H00-16H00	15H00 -15H15	35	1	1	1	0	2	38	138
	15H15 -15H30	34	2	1	0	0	1	37	141
	15H30 -15H45	26	3	0	0	0	0	29	143
	15H45 -16H00	27	2	0	1	0	1	30	134
16H00-17H00	16H00 -16H15	31	2	0	1	0	1	34	130
	16H15 -16H30	37	2	3	2	0	5	44	137
	16H30 -16H45	39	2	1	1	0	2	43	151
	16H45 -17H00	36	3	1	0	0	1	40	161
17H00-18H00	17H00 -17H15	29	2	1	1	0	2	33	160
	17H15 -17H30	20	2	0	1	0	1	23	139
	17H30 -17H45	34	2	2	0	0	2	38	134
	17H45 -18H00	29	1	0	0	0	0	30	124
18H00-19H00	18H00 -18H15	31	2	1	0	0	1	34	125
	18H15 -18H30	40	1	1	0	0	1	42	144
	18H30 -18H45	31	1	0	1	0	1	33	139
	18H45 -19H00	24	2	0	0	0	0	26	135
TOTAL		1475	99	34	28	0	62	1636	6168

Autor: Gina Ortiz

Anexo A-3. Conteo vehicular del miércoles 04 de septiembre del 2019

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				C - 2L	C - 2	C - 3			
07H00-08H00	07H00 -07H15	33	3	2	1	0	3	39	
	07H15 -07H30	33	2	1	2	0	3	38	
	07H30 -07H45	33	3	0	3	0	3	39	
	07H45 -08H00	33	2	1	1	0	2	37	153
08H00-09H00	08H00 -08H15	29	3	1	1	0	2	34	148
	08H15 -08H30	30	1	1	1	0	2	33	143
	08H30 -08H45	33	2	3	0	0	3	38	142
	08H45 -09H00	26	2	1	0	0	1	29	134
09H00-10H00	09H00 -09H15	25	2	0	1	0	1	28	128
	09H15 -09H30	21	2	1	2	0	3	26	121
	09H30 -09H45	25	3	2	1	0	3	31	114
	09H45 -10H00	33	1	0	0	0	0	34	119
10H00-11H00	10H00 -10H15	23	5	0	1	0	1	29	120
	10H15 -10H30	24	1	1	0	0	1	26	120
	10H30 -10H45	31	2	0	0	0	0	33	122
	10H45 -11H00	19	2	4	1	0	5	26	114
11H00-12H00	11H00 -11H15	24	3	0	1	0	1	28	113
	11H15 -11H30	26	2	2	0	0	2	30	117
	11H30 -11H45	22	2	1	1	0	2	26	110
	11H45 -12H00	31	2	0	0	0	0	33	117
12H00-13H00	12H00 -12H15	23	1	3	2	0	5	29	118
	12H15 -12H30	28	3	1	0	0	1	32	120
	12H30 -12H45	22	3	0	1	0	1	26	120
	12H45 -13H00	24	2	0	0	0	0	26	113
13H00-14H00	13H00 -13H15	28	2	1	0	0	1	31	115
	13H15 -13H30	32	2	0	0	0	0	34	117
	13H30 -13H45	32	2	1	1	0	2	36	127
	13H45 -14H00	40	2	0	2	0	2	44	145
14H00-15H00	14H00 -14H15	29	2	0	1	0	1	32	146
	14H15 -14H30	31	1	1	0	0	1	33	145
	14H30 -14H45	23	3	2	2	0	4	30	139
	14H45 -15H00	33	3	0	1	0	1	37	132
15H00-16H00	15H00 -15H15	28	2	0	1	0	1	31	131
	15H15 -15H30	27	1	1	0	0	1	29	127
	15H30 -15H45	30	2	0	1	0	1	33	130
	15H45 -16H00	30	1	1	0	0	1	32	125
16H00-17H00	16H00 -16H15	27	3	0	2	0	2	32	126
	16H15 -16H30	26	1	3	0	0	3	30	127
	16H30 -16H45	19	3	0	1	0	1	23	117
	16H45 -17H00	31	1	1	0	0	1	33	118
17H00-18H00	17H00 -17H15	28	0	2	3	0	5	33	119
	17H15 -17H30	24	1	0	0	0	0	25	114
	17H30 -17H45	30	2	2	1	0	3	35	126
	17H45 -18H00	28	3	0	0	0	0	31	124
18H00-19H00	18H00 -18H15	43	2	0	1	0	1	46	137
	18H15 -18H30	31	3	2	1	0	3	37	149
	18H30 -18H45	27	0	1	0	0	1	28	142
	18H45 -19H00	24	1	0	0	0	0	25	136
TOTAL		1352	97	43	38	0	81	1530	5720

Autor: Gina Ortiz

Anexo A-4. Conteo vehicular del jueves 05 de septiembre del 2019

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				C - 2L	C - 2	C - 3			
07H00-08H00	07H00 -07H15	34	3	1	1	0	2	39	
	07H15 -07H30	37	3	2	2	0	4	44	
	07H30 -07H45	42	2	1	1	0	2	46	
	07H45 -08H00	41	1	0	0	0	0	42	171
08H00-09H00	08H00 -08H15	34	3	1	3	0	4	41	173
	08H15 -08H30	27	1	0	0	0	0	28	157
	08H30 -08H45	35	3	3	1	0	4	42	153
	08H45 -09H00	35	1	0	2	0	2	38	149
09H00-10H00	09H00 -09H15	28	1	0	1	0	1	30	138
	09H15 -09H30	29	2	4	0	0	4	35	145
	09H30 -09H45	38	2	1	4	0	5	45	148
	09H45 -10H00	38	2	0	1	0	1	41	151
10H00-11H00	10H00 -10H15	31	2	1	0	0	1	34	155
	10H15 -10H30	30	2	3	1	0	4	36	156
	10H30 -10H45	37	2	1	0	0	1	40	151
	10H45 -11H00	41	2	0	2	0	2	45	155
11H00-12H00	11H00 -11H15	33	3	0	1	0	1	37	158
	11H15 -11H30	31	3	2	0	0	2	36	158
	11H30 -11H45	37	2	1	0	0	1	40	158
	11H45 -12H00	34	1	2	2	0	4	39	152
12H00-13H00	12H00 -12H15	36	2	1	3	0	4	42	157
	12H15 -12H30	31	2	3	0	0	3	36	157
	12H30 -12H45	33	2	1	1	0	2	37	154
	12H45 -13H00	38	2	0	0	0	0	40	155
13H00-14H00	13H00 -13H15	32	3	0	1	0	1	36	149
	13H15 -13H30	40	2	1	1	0	2	44	157
	13H30 -13H45	33	3	2	1	0	3	39	159
	13H45 -14H00	37	1	1	1	0	2	40	159
14H00-15H00	14H00 -14H15	31	3	1	1	0	2	36	159
	14H15 -14H30	33	3	1	2	0	3	39	154
	14H30 -14H45	25	1	0	4	0	4	30	145
	14H45 -15H00	28	3	3	0	0	3	34	139
15H00-16H00	15H00 -15H15	32	3	1	1	0	2	37	140
	15H15 -15H30	34	4	1	0	0	1	39	140
	15H30 -15H45	27	1	2	2	0	4	32	142
	15H45 -16H00	38	2	0	1	0	1	41	149
16H00-17H00	16H00 -16H15	32	1	0	1	0	1	34	146
	16H15 -16H30	35	2	1	1	0	2	39	146
	16H30 -16H45	35	1	1	3	0	4	40	154
	16H45 -17H00	40	2	1	1	0	2	44	157
17H00-18H00	17H00 -17H15	35	2	0	1	0	1	38	161
	17H15 -17H30	34	2	0	0	0	0	36	158
	17H30 -17H45	38	3	1	1	0	2	43	161
	17H45 -18H00	45	2	1	2	0	3	50	167
18H00-19H00	18H00 -18H15	41	1	0	0	0	0	42	171
	18H15 -18H30	37	3	0	0	0	0	40	175
	18H30 -18H45	42	3	1	0	0	1	46	178
	18H45 -19H00	32	2	0	1	0	1	35	163
TOTAL		1666	102	47	52	0	99	1867	6980

Autor: Gina Ortiz

Anexo A-5. Conteo vehicular del viernes 06 de septiembre del 2019

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				C - 2L	C - 2	C - 3			
07H00-08H00	07H00 -07H15	33	4	1	1	0	2	39	
	07H15 -07H30	25	4	1	0	0	1	30	
	07H30 -07H45	36	1	2	2	0	4	41	
	07H45 -08H00	30	2	0	1	0	1	33	143
08H00-09H00	08H00 -08H15	27	2	0	0	0	0	29	133
	08H15 -08H30	27	2	0	1	0	1	30	133
	08H30 -08H45	26	3	3	0	0	3	32	124
	08H45 -09H00	28	2	1	2	0	3	33	124
09H00-10H00	09H00 -09H15	22	2	0	1	0	1	25	120
	09H15 -09H30	23	3	2	3	0	5	31	121
	09H30 -09H45	26	0	1	2	0	3	29	118
	09H45 -10H00	24	2	1	1	0	2	28	113
10H00-11H00	10H00 -10H15	22	2	0	0	0	0	24	112
	10H15 -10H30	27	3	4	0	0	4	34	115
	10H30 -10H45	29	2	1	1	0	2	33	119
	10H45 -11H00	21	2	0	0	0	0	23	114
11H00-12H00	11H00 -11H15	27	3	1	1	0	2	32	122
	11H15 -11H30	30	2	2	1	0	3	35	123
	11H30 -11H45	24	1	1	0	0	1	26	116
	11H45 -12H00	26	2	0	4	0	4	32	125
12H00-13H00	12H00 -12H15	28	2	0	1	0	1	31	124
	12H15 -12H30	31	2	1	3	0	4	37	126
	12H30 -12H45	28	3	2	0	0	2	33	133
	12H45 -13H00	19	3	0	1	0	1	23	124
13H00-14H00	13H00 -13H15	34	2	1	1	0	2	38	131
	13H15 -13H30	28	3	0	2	0	2	33	127
	13H30 -13H45	33	2	1	1	0	2	37	131
	13H45 -14H00	29	2	2	1	0	3	34	142
14H00-15H00	14H00 -14H15	30	3	2	2	0	4	37	141
	14H15 -14H30	42	2	1	1	0	2	46	154
	14H30 -14H45	30	0	0	1	0	1	31	148
	14H45 -15H00	40	3	0	0	0	0	43	157
15H00-16H00	15H00 -15H15	27	1	4	1	0	5	33	153
	15H15 -15H30	34	2	0	2	0	2	38	145
	15H30 -15H45	35	3	0	0	0	0	38	152
	15H45 -16H00	31	1	0	3	0	3	35	144
16H00-17H00	16H00 -16H15	30	2	1	1	0	2	34	145
	16H15 -16H30	39	2	1	1	0	2	43	150
	16H30 -16H45	26	2	1	1	0	2	30	142
	16H45 -17H00	48	2	2	0	0	2	52	159
17H00-18H00	17H00 -17H15	34	2	0	1	0	1	37	162
	17H15 -17H30	35	2	0	0	0	0	37	156
	17H30 -17H45	35	1	1	1	0	2	38	164
	17H45 -18H00	33	1	1	0	0	1	35	147
18H00-19H00	18H00 -18H15	36	1	1	0	0	1	38	148
	18H15 -18H30	30	2	0	1	0	1	33	144
	18H30 -18H45	30	1	1	0	0	1	32	138
	18H45 -19H00	26	0	0	0	0	0	26	129
TOTAL		1434	96	44	47	0	91	1621	6091

Autor: Gina Ortiz

Anexo A-6. Conteo vehicular del sábado 07 de septiembre del 2019

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				C - 2L	C - 2	C - 3			
07H00-08H00	07H00 -07H15	32	3	2	1	0	3	38	
	07H15 -07H30	34	3	0	1	0	1	38	
	07H30 -07H45	32	2	0	0	0	0	34	
	07H45 -08H00	33	3	1	0	0	1	37	147
08H00-09H00	08H00 -08H15	30	2	1	1	0	2	34	143
	08H15 -08H30	30	3	2	0	0	2	35	140
	08H30 -08H45	32	2	0	2	0	2	36	142
	08H45 -09H00	32	4	1	0	0	1	37	142
09H00-10H00	09H00 -09H15	27	1	2	1	0	3	31	139
	09H15 -09H30	30	2	1	1	0	2	34	138
	09H30 -09H45	34	2	0	0	0	0	36	138
	09H45 -10H00	27	3	0	0	0	0	30	131
10H00-11H00	10H00 -10H15	38	1	2	2	0	4	43	143
	10H15 -10H30	34	4	0	1	0	1	39	148
	10H30 -10H45	35	2	1	0	0	1	38	150
	10H45 -11H00	28	2	0	1	0	1	31	151
11H00-12H00	11H00 -11H15	28	3	1	2	0	3	34	142
	11H15 -11H30	28	2	1	0	0	1	31	134
	11H30 -11H45	30	2	1	1	0	2	34	130
	11H45 -12H00	32	1	0	0	0	0	33	132
12H00-13H00	12H00 -12H15	32	1	1	1	0	2	35	133
	12H15 -12H30	28	4	0	1	0	1	33	135
	12H30 -12H45	28	2	1	0	0	1	31	132
	12H45 -13H00	31	3	0	0	0	0	34	133
13H00-14H00	13H00 -13H15	28	1	0	0	0	0	29	127
	13H15 -13H30	28	1	1	0	0	1	30	124
	13H30 -13H45	32	4	0	0	0	0	36	129
	13H45 -14H00	25	3	1	0	0	1	29	124
14H00-15H00	14H00 -14H15	31	3	1	1	0	2	36	131
	14H15 -14H30	30	1	0	0	0	0	31	132
	14H30 -14H45	30	3	1	1	0	2	35	131
	14H45 -15H00	27	2	0	1	0	1	30	132
15H00-16H00	15H00 -15H15	34	3	0	0	0	0	37	133
	15H15 -15H30	30	1	0	0	0	0	31	133
	15H30 -15H45	27	0	1	1	0	2	29	127
	15H45 -16H00	29	1	1	0	0	1	31	128
16H00-17H00	16H00 -16H15	28	3	1	1	0	2	33	124
	16H15 -16H30	30	3	1	1	0	2	35	128
	16H30 -16H45	28	1	0	1	0	1	30	129
	16H45 -17H00	30	2	0	2	0	2	34	132
17H00-18H00	17H00 -17H15	32	2	1	1	0	2	36	135
	17H15 -17H30	25	1	0	0	0	0	26	126
	17H30 -17H45	24	3	0	0	0	0	27	123
	17H45 -18H00	27	2	1	1	0	2	31	120
18H00-19H00	18H00 -18H15	31	3	0	1	0	1	35	119
	18H15 -18H30	29	2	0	0	0	0	31	124
	18H30 -18H45	26	1	1	0	0	1	28	125
	18H45 -19H00	30	1	1	0	0	1	32	126
TOTAL		1436	104	30	28	0	58	1598	5985

Autor: Gina Ortiz

Anexo A-7. Conteo vehicular del domingo 08 de septiembre del 2019

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				C - 2L	C - 2	C - 3			
07H00-08H00	07H00 -07H15	40	2	1	0	0	1	43	
	07H15 -07H30	35	1	0	0	0	0	36	
	07H30 -07H45	44	3	0	1	0	1	48	
	07H45 -08H00	39	4	1	0	0	1	44	171
08H00-09H00	08H00 -08H15	34	2	1	0	0	1	37	165
	08H15 -08H30	34	2	1	2	0	3	39	168
	08H30 -08H45	37	2	0	0	0	0	39	159
	08H45 -09H00	38	3	0	1	0	1	42	157
09H00-10H00	09H00 -09H15	37	3	1	0	0	1	41	161
	09H15 -09H30	29	2	1	0	0	1	32	154
	09H30 -09H45	37	2	0	0	0	0	39	154
	09H45 -10H00	46	2	0	0	0	0	48	160
10H00-11H00	10H00 -10H15	45	2	0	1	0	1	48	167
	10H15 -10H30	30	2	0	0	0	0	32	167
	10H30 -10H45	46	2	1	0	0	1	49	177
	10H45 -11H00	46	2	1	0	0	1	49	178
11H00-12H00	11H00 -11H15	43	1	2	1	0	3	47	177
	11H15 -11H30	41	1	1	0	0	1	43	188
	11H30 -11H45	58	2	0	1	0	1	61	200
	11H45 -12H00	38	3	0	0	0	0	41	192
12H00-13H00	12H00 -12H15	43	2	1	1	0	2	47	192
	12H15 -12H30	42	1	2	0	0	2	45	194
	12H30 -12H45	45	5	1	0	0	1	51	184
	12H45 -13H00	57	1	0	1	0	1	59	202
13H00-14H00	13H00 -13H15	34	1	0	0	0	0	35	190
	13H15 -13H30	40	2	0	0	0	0	42	187
	13H30 -13H45	41	2	0	0	0	0	43	179
	13H45 -14H00	47	2	0	0	0	0	49	169
14H00-15H00	14H00 -14H15	40	2	0	1	0	1	43	177
	14H15 -14H30	41	2	1	2	0	3	46	181
	14H30 -14H45	40	2	0	0	0	0	42	180
	14H45 -15H00	47	2	1	0	0	1	50	181
15H00-16H00	15H00 -15H15	44	2	1	0	0	1	47	185
	15H15 -15H30	50	0	0	2	0	2	52	191
	15H30 -15H45	50	2	0	0	0	0	52	201
	15H45 -16H00	39	1	1	0	0	1	41	192
16H00-17H00	16H00 -16H15	45	4	0	1	0	1	50	195
	16H15 -16H30	48	1	0	0	0	0	49	192
	16H30 -16H45	46	1	1	0	0	1	48	188
	16H45 -17H00	43	1	0	0	0	0	44	191
17H00-18H00	17H00 -17H15	36	1	1	0	0	1	38	179
	17H15 -17H30	32	2	1	0	0	1	35	165
	17H30 -17H45	47	2	0	0	0	0	49	166
	17H45 -18H00	47	3	0	0	0	0	50	172
18H00-19H00	18H00 -18H15	41	2	0	0	0	0	43	177
	18H15 -18H30	43	0	1	0	0	1	44	186
	18H30 -18H45	36	0	1	0	0	1	37	174
	18H45 -19H00	34	2	0	0	0	0	36	160
TOTAL		1995	91	24	15	0	39	2125	8025

Autor: Gina Ortiz



ANEXO B

ÍNDICE DE

CONDICIÓN DEL

PAVIMENTO

Anexo B-1. Índice de condición del pavimento muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro			FECHA: 11 de septiembre de 2019							
DATOS			TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA				
ABSCISA INICIAL 11+400			N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA FINAL 11+429			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO 1			2	EX	Exudación	m ²				
ÁREA DE MUESTREO 230 m ²			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ANCHO DE CARRIL 7.80 m			4	DL	Desnivel localizado	m				
TRAMO 1			5	CO	Corrugación	m ²				
			6	DE	Depresión	m ²				
			7	GB	Grieta de borde	m				
			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
			11	PA	Parche	m ²				
			12	AP	Agregado pulido	m ²				
			13	HU	Huecos	U				
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
			15	AH	Ahuellamiento	m ²				
			16	DZ	Desplazamiento	m ²				
			17	GP	Grieta parabólica	m ²				
			18	HI	Hinchamiento	m ²				
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
DL			x	0.5				0.5	0.217	0
DL		x		10				10	4.348	25
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		25.00
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT		75.00

Autor: Gina Ortiz

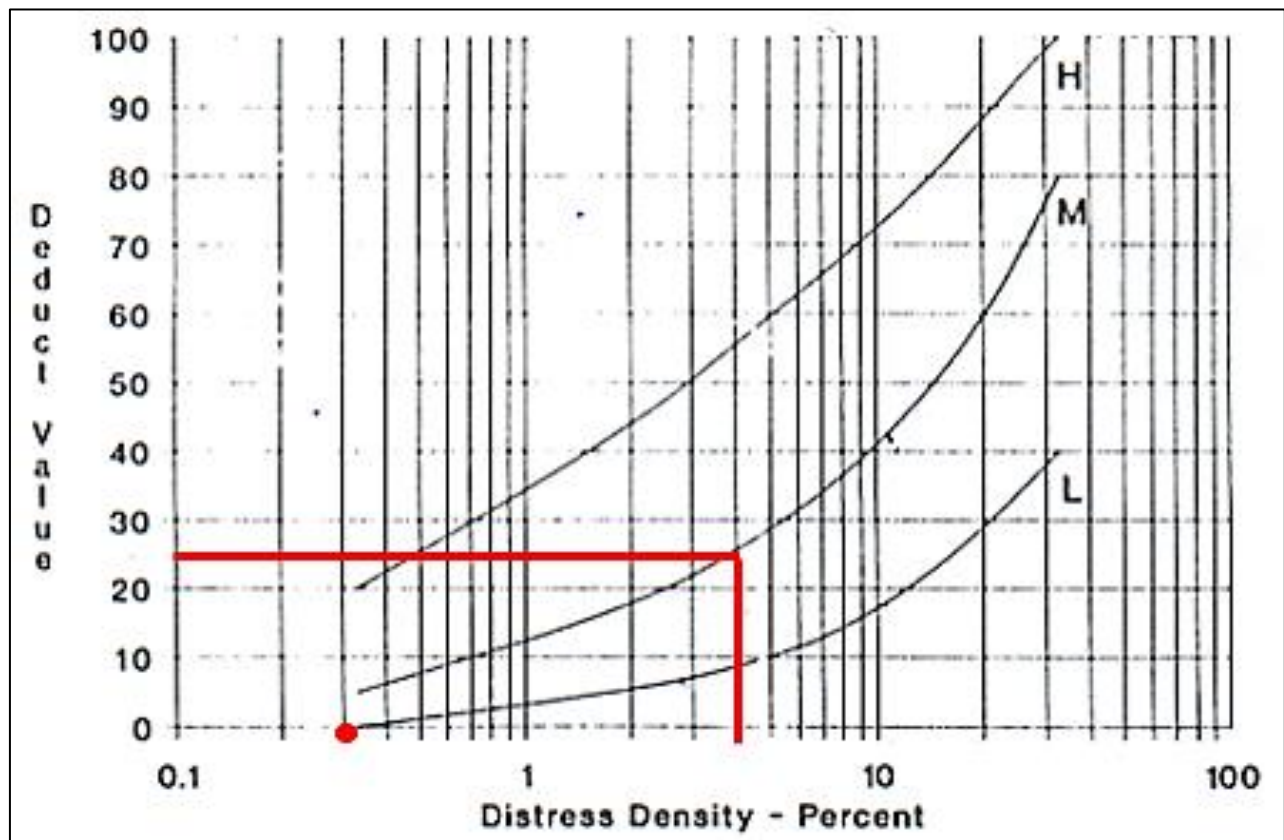


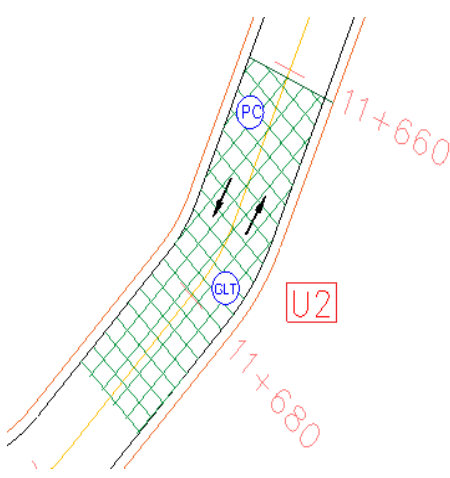


Figura 7. Valores deducidos para desnivel localizado

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela

Anexo B-2. Índice de condición del pavimento muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019								
DATOS			TIPOS DE FALLAS				ESQUEMA			
ABSCISA INICIAL <input type="text" value="11+661"/>			N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA FINAL <input type="text" value="11+690"/>			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO <input type="text" value="2"/>			2	EX	Exudación	m ²				
ÁREA DE MUESTREO <input type="text" value="230 m<sup>2</sup>"/>			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ANCHO DE CARRIL <input type="text" value="7.80 m"/>			4	DL	Desnivel localizado	m				
TRAMO <input type="text" value="1"/>			5	CO	Corrugación	m ²				
			6	DE	Depresión	m ²				
			7	GB	Grieta de borde	m				
			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
			11	PA	Parche	m ²				
			12	AP	Agregado pulido	m ²				
			13	HU	Huecos	U				
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
			15	AH	Ahuellamiento	m ²				
			16	DZ	Desplazamiento	m ²				
			17	GP	Grieta parabólica	m ²				
			18	HI	Hinchamiento	m ²				
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
PC		X		6.2				6.2	2.696	30
GLT			X	0.6				0.6	0.2609	0
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		30.00
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	70.00	

Autor: Gina Ortiz

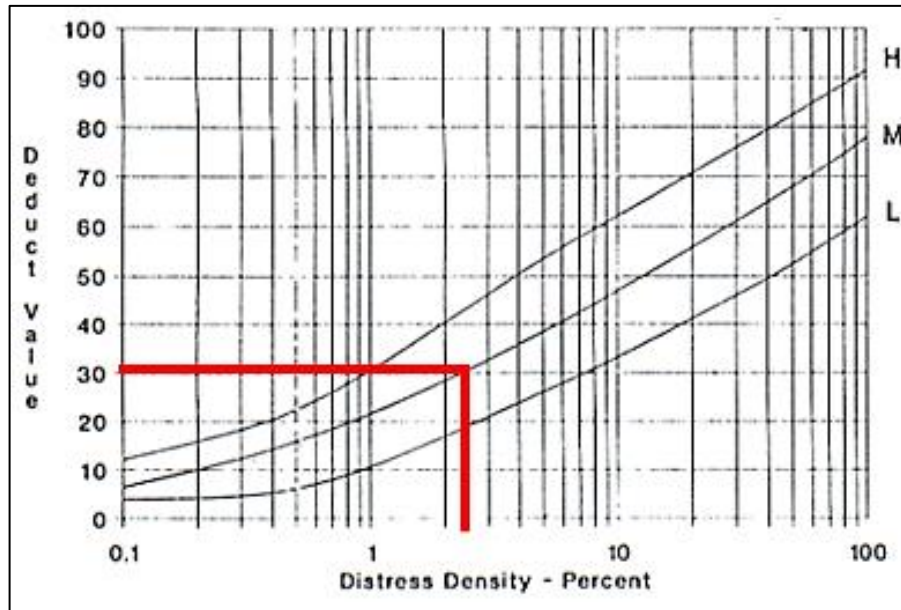


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

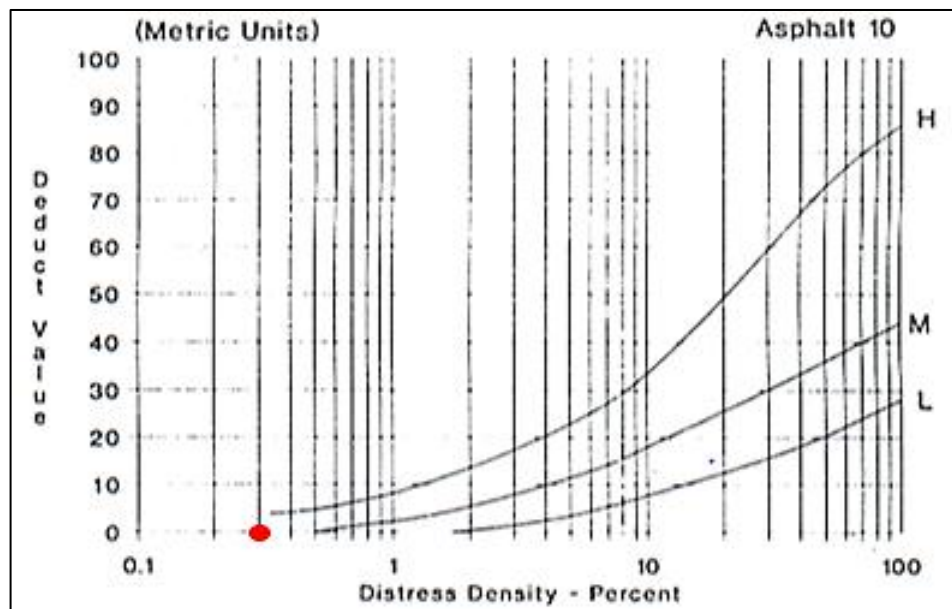


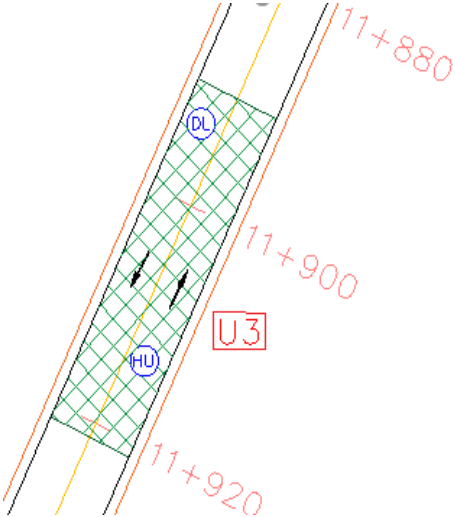


Figura 9. Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-3. Índice de condición del pavimento muestra 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019								
DATOS			TIPOS DE FALLAS				ESQUEMA			
ABSCISA INICIAL <input type="text" value="11+893"/>			N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA FINAL <input type="text" value="11+922"/>			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO <input type="text" value="3"/>			2	EX	Exudación	m ²				
ÁREA DE MUESTREO <input type="text" value="230 m<sup>2</sup>"/>			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ANCHO DE CARRIL <input type="text" value="7.80 m"/>			4	DL	Desnivel localizado	m				
TRAMO <input type="text" value="1"/>			5	CO	Corrugación	m ²				
			6	DE	Depresión	m ²				
			7	GB	Grieta de borde	m				
			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
			11	PA	Parche	m ²				
			12	AP	Agregado pulido	m ²				
			13	HU	Huecos	U				
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
			15	AH	Ahuellamiento	m ²				
			16	DZ	Desplazamiento	m ²				
			17	GP	Grieta parabólica	m ²				
			18	HI	Hinchamiento	m ²				
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
HU			X	1	1			2	0.870	19
DL			X	0.6				0.6	0.261	0
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		19
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	81	

Autor: Gina Ortiz

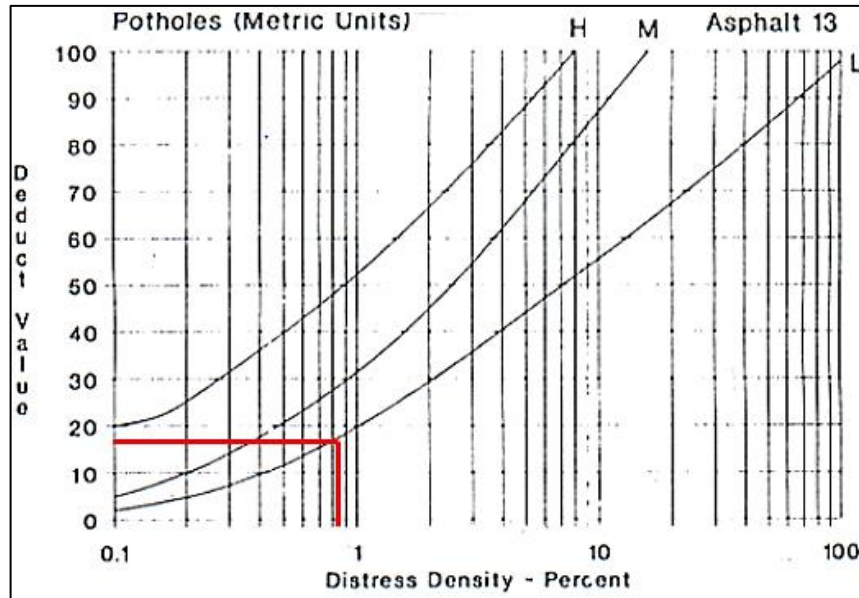


Figura 10. Valores deducidos para huecos

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

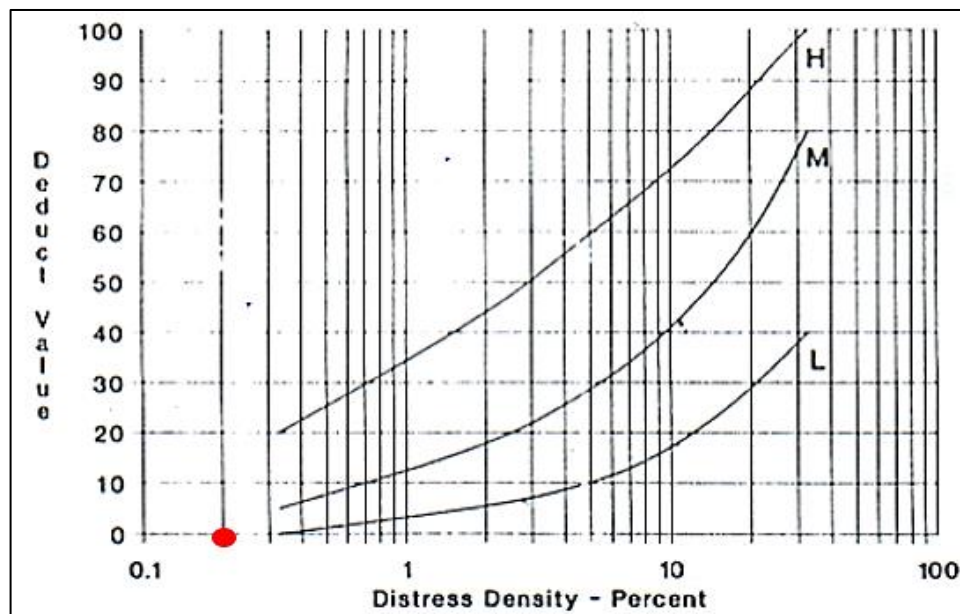


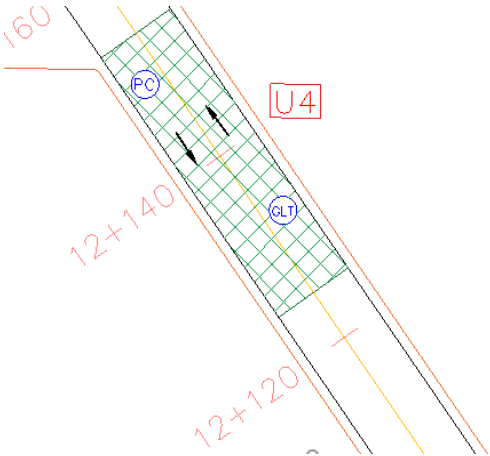


Figura 7. Valores deducidos para desnivel localizado

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-4. Índice de condición del pavimento muestra 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019								
DATOS			TIPOS DE FALLAS				ESQUEMA			
ABSCISA INICIAL <input type="text" value="12+125"/>			N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA FINAL <input type="text" value="12+154"/>			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO <input type="text" value="4"/>			2	EX	Exudación	m ²				
ÁREA DE MUESTREO <input type="text" value="230 m<sup>2</sup>"/>			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ANCHO DE CARRIL <input type="text" value="7.80 m"/>			4	DL	Desnivel localizado	m				
TRAMO <input type="text" value="1"/>			5	CO	Corrugación	m ²				
			6	DE	Depresión	m ²				
			7	GB	Grieta de borde	m				
			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
			11	PA	Parche	m ²				
			12	AP	Agregado pulido	m ²				
			13	HU	Huecos	U				
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
			15	AH	Ahuellamiento	m ²				
			16	DZ	Desplazamiento	m ²				
			17	GP	Grieta parabólica	m ²				
			18	HI	Hinchamiento	m ²				
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
PC			X	0.84				0.84	0.365	4
GLT		X		4.2				4.2	1.826	5
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		9
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	91	

Autor: Gina Ortiz

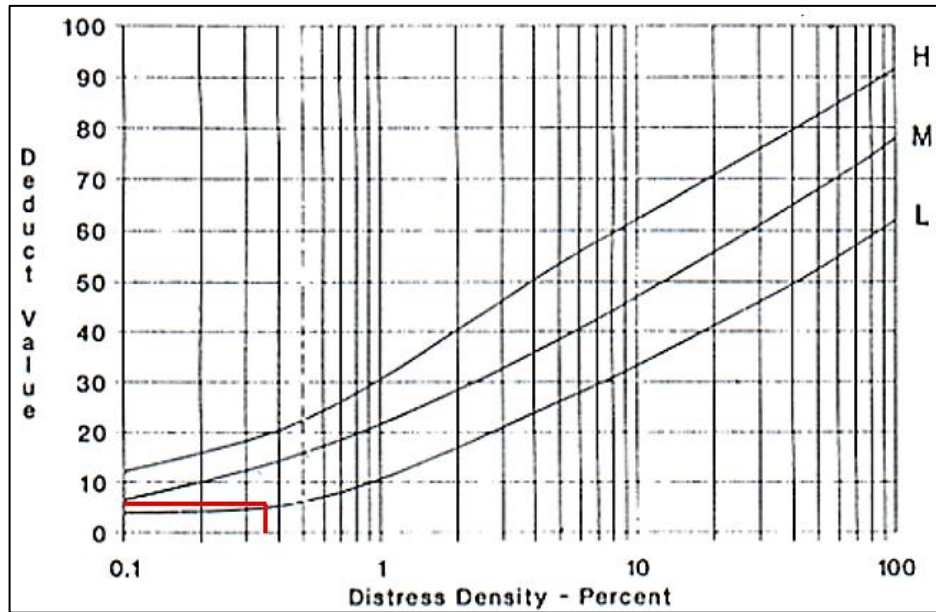


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

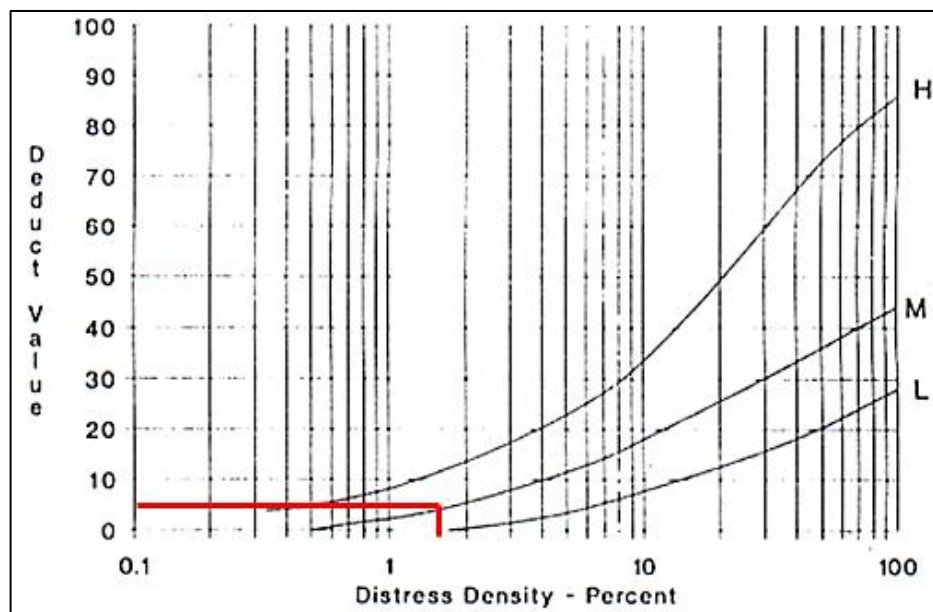


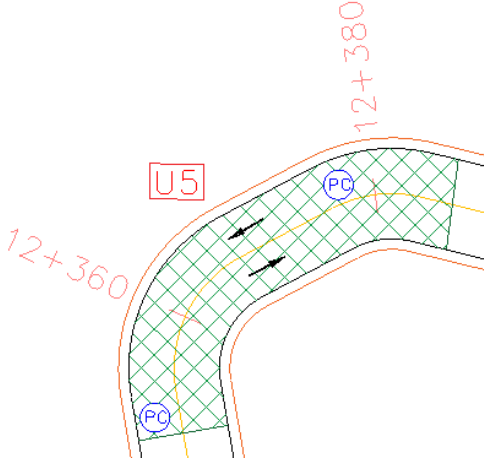


Figura 9. Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-5. Índice de condición del pavimento muestra 5

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019								
DATOS			TIPOS DE FALLAS				ESQUEMA			
			N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA INICIAL <input type="text" value="12+357"/>			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
ABSCISA FINAL <input type="text" value="12+386"/>			2	EX	Exudación	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO <input type="text" value="5"/>			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ÁREA DE MUESTREO <input type="text" value="230 m<sup>2</sup>"/>			4	DL	Desnivel localizado	m				
ANCHO DE CARRIL <input type="text" value="7.80 m"/>			5	CO	Corrugación	m ²				
TRAMO <input type="text" value="1"/>			6	DE	Depresión	m ²				
			7	GB	Grieta de borde	m				
			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
			11	PA	Parche	m ²				
			12	AP	Agregado pulido	m ²				
			13	HU	Huecos	U				
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
			15	AH	Ahuellamiento	m ²				
			16	DZ	Desplazamiento	m ²				
			17	GP	Grieta parabólica	m ²				
			18	HI	Hinchamiento	m ²				
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
PC	X			10.45				10.45	4.543	52
PC			X	3.3				3.3	1.435	12
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		64
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	36	

Autor: Gina Ortiz

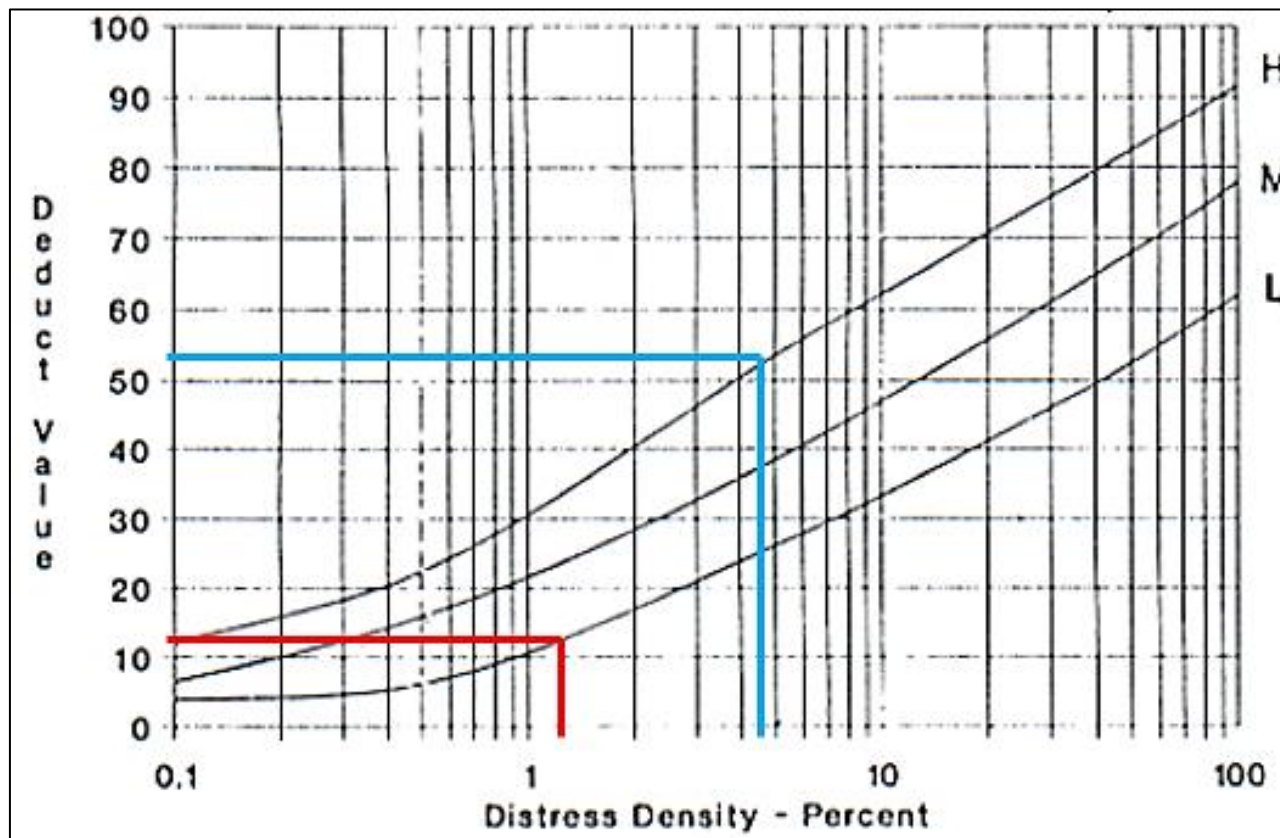


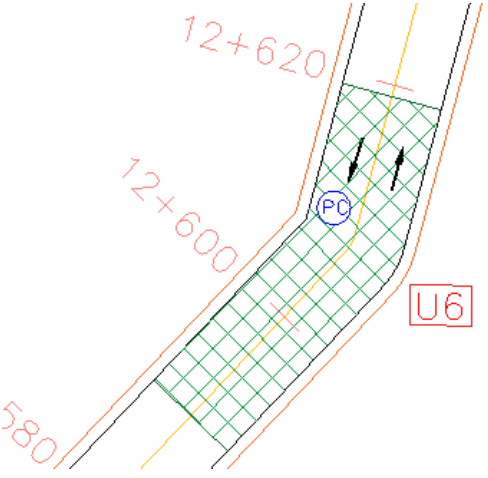


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-6. Índice de condición del pavimento muestra 6

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz							
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019							
DATOS		TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA				
ABSCISA INICIAL 12+589	N° 1	Código PC	Fallas Piel de cocodrilo	Unidad m ²					
ABSCISA FINAL 12+618	2	EX	Exudación	m ²					
UNIDAD DE MUESTREO 6	3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²					
ÁREA DE MUESTREO 230 m ²	4	DL	Desnivel localizado	m					
ANCHO DE CARRIL 7.80 m	5	CO	Corrugación	m ²					
TRAMO 1	6	DE	Depresión	m ²					
	7	GB	Grieta de borde	m					
	8	GR	Grieta de reflexión de junta	m					
	9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m					
	10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m					
	11	PA	Parche	m ²					
	12	AP	Agregado pulido	m ²					
	13	HU	Huecos	U					
	14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²					
	15	AH	Ahuellamiento	m ²					
	16	DZ	Desplazamiento	m ²					
	17	GP	Grieta parabólica	m ²					
	18	HI	Hinchamiento	m ²					
	19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²					
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)						
PC			X	24			24	10.435	38
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		38
							CÁLCULO DE PCI		
							PCI = 100 - VDT	62	

Autor: Gina Ortiz

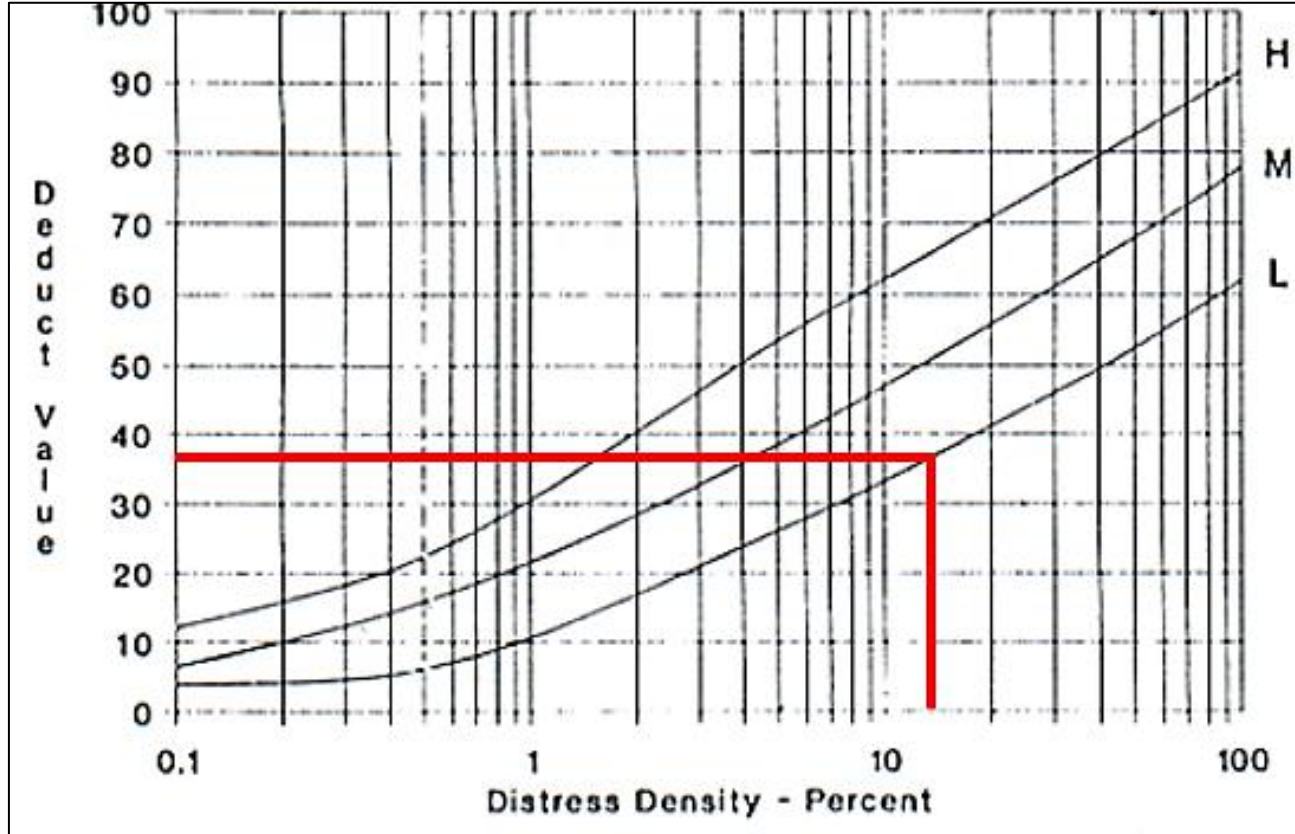


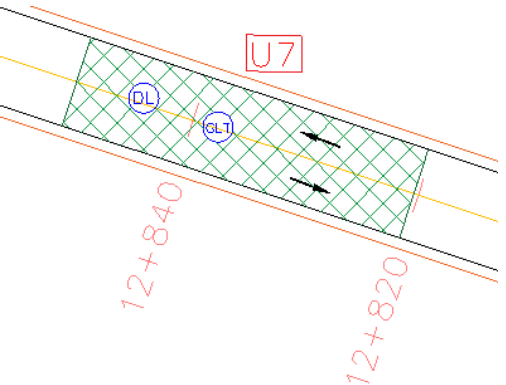


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-7. Índice de condición del pavimento muestra 7

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro FECHA: 11 de septiembre de 2019										
DATOS		TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA					
ABSCISA INICIAL 12+821	N°	Código	Fallas	Unidad						
ABSCISA FINAL 12+850	1	PC	Piel de cocodrilo	m ²						
UNIDAD DE MUESTREO 7	2	EX	Exudación	m ²						
ÁREA DE MUESTREO 230 m ²	3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²						
ANCHO DE CARRIL 7.80 m	4	DL	Desnivel localizado	m						
TRAMO 1	5	CO	Corrugación	m ²						
	6	DE	Depresión	m ²						
	7	GB	Grieta de borde	m						
	8	GR	Grieta de reflexión de junta	m						
	9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m						
	10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
	11	PA	Parche	m ²						
	12	AP	Agregado pulido	m ²						
	13	HU	Huecos	U						
	14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²						
	15	AH	Ahuellamiento	m ²						
	16	DZ	Desplazamiento	m ²						
	17	GP	Grieta parabólica	m ²						
	18	HI	Hinchamiento	m ²						
	19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²						
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
DL			X	20				20	8.696	16
GLT		X		1.7	3.1			4.8	2.087	5
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)									21	
CÁLCULO DE PCI										
PCI = 100 - VDT									79	

Autor: Gina Ortiz

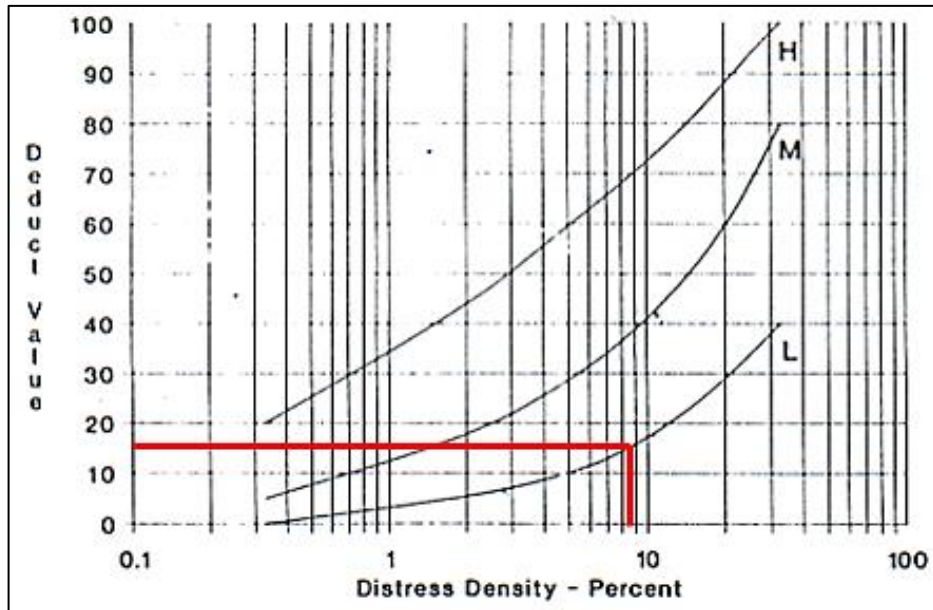


Figura 7. Valores deducidos para desnivel localizado

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

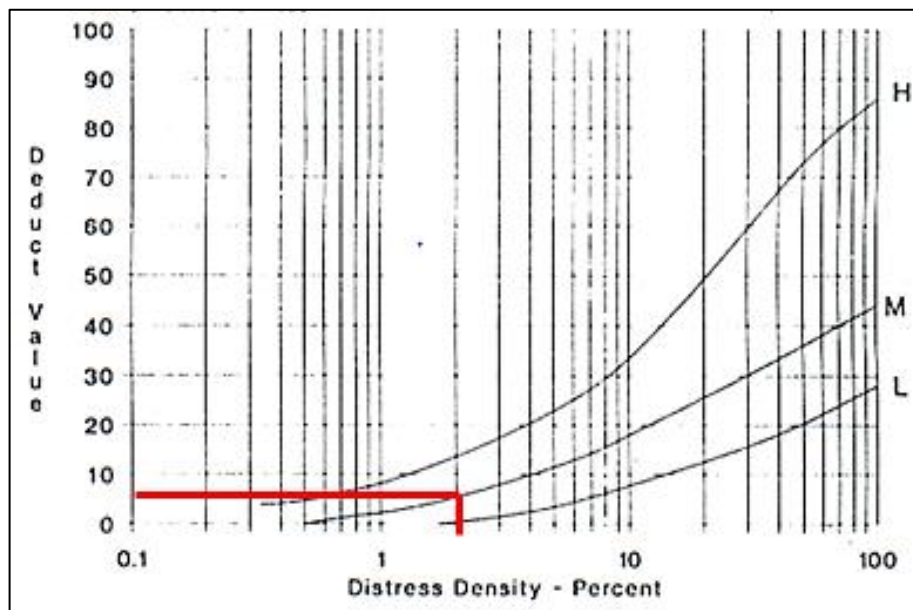


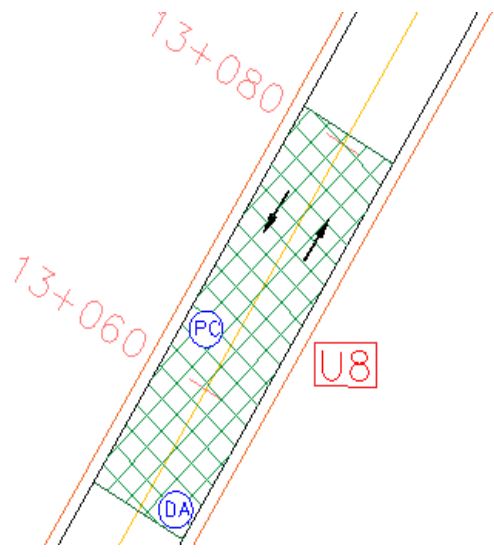


Figura 9. Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-8. Índice de condición del pavimento muestra 8

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro			FECHA: 11 de septiembre de 2019							
DATOS			TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA				
ABSCISA INICIAL	1	Código	Fallas	Unidad						
13+053	2	PC	Piel de cocodrilo	m ²						
ABSCISA FINAL	3	EX	Exudación	m ²						
13+082	4	AB	Agrietamiento en bloque	m ²						
UNIDAD DE MUESTREO	5	DL	Desnivel localizado	m						
8	6	CO	Corrugación	m ²						
ÁREA DE MUESTREO	7	DE	Depresión	m ²						
230 m ²	8	GB	Grieta de borde	m						
ANCHO DE CARRIL	9	GR	Grieta de reflexión de junta	m						
7.80 m	10	DCE	Desnivel carril / espaldón	m						
TRAMO	11	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
1	12	PA	Parche	m ²						
	13	AP	Agregado pulido	m ²						
	14	HU	Huecos	U						
	15	CF	Cruce de ferrocarril	m ²						
	16	AH	Ahuellamiento	m ²						
	17	DZ	Desplazamiento	m ²						
	18	GP	Grieta parabólica	m ²						
	19	HI	Hinchamiento	m ²						
		DA	Desprendimiento de agregados	m ²						
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
PC			X	7.9				7.9	3.435	21
DA			X	2.34				2.34	1.017	2
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		23
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	77	

Autor: Gina Ortiz

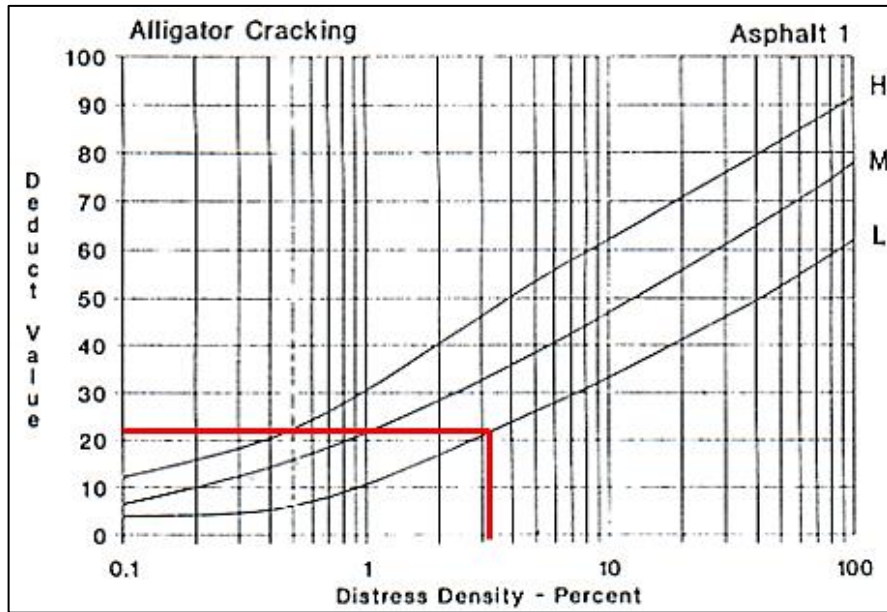


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

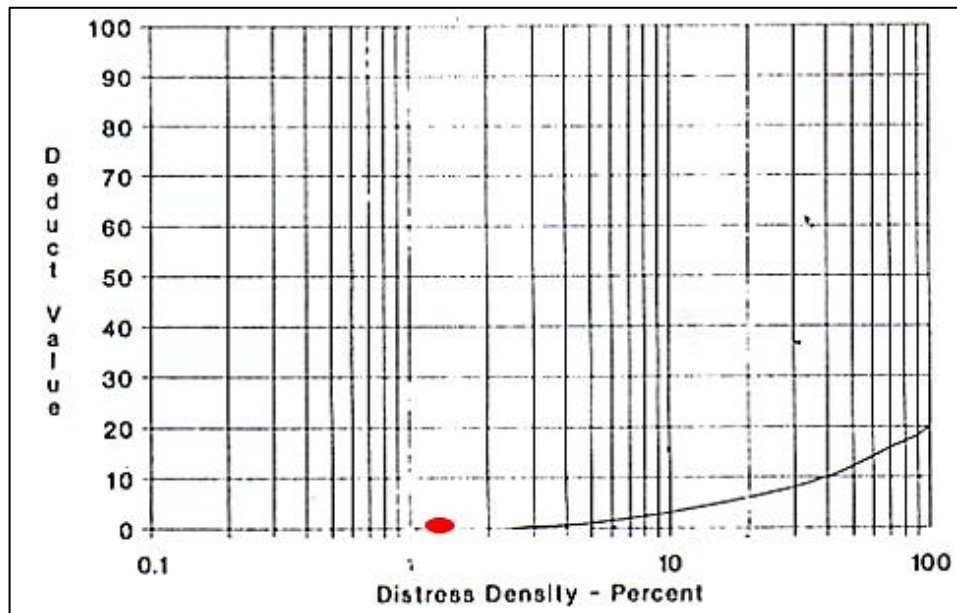


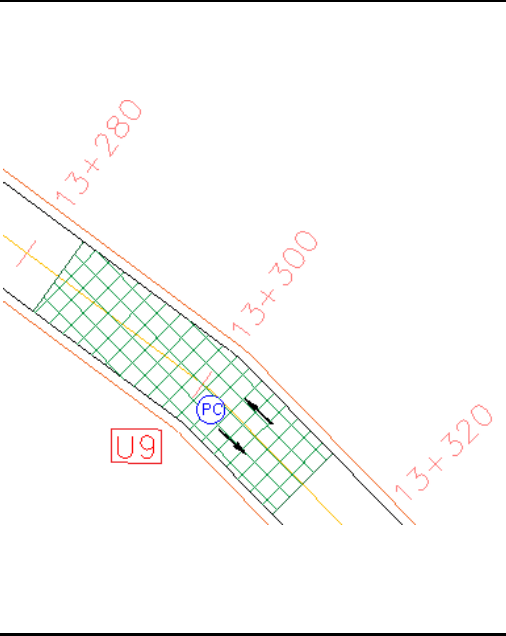


Figura 11. Valores deducidos para desprendimiento de agregados

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-9. Índice de condición del pavimento muestra 9

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz									
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019									
DATOS		TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA						
ABSCISA INICIAL <input type="text" value="13+285"/>	ABSCISA FINAL <input type="text" value="13+314"/>	UNIDAD DE MUESTREO <input type="text" value="9"/>	ÁREA DE MUESTREO <input type="text" value="230 m<sup>2</sup>"/>	ANCHO DE CARRIL <input type="text" value="7.80 m"/>	TRAMO <input type="text" value="1"/>	N°	Código	Fallas	Unidad		
						1	PC	Piel de cocodrilo	m ²		
						2	EX	Exudación	m ²		
						3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²		
						4	DL	Desnivel localizado	m		
						5	CO	Corrugación	m ²		
						6	DE	Depresión	m ²		
						7	GB	Grieta de borde	m		
						8	GR	Grieta de reflexión de junta	m		
						9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m		
						10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m		
						11	PA	Parche	m ²		
						12	AP	Agregado pulido	m ²		
						13	HU	Huecos	U		
						14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²		
						15	AH	Ahuellamiento	m ²		
						16	DZ	Desplazamiento	m ²		
						17	GP	Grieta parabólica	m ²		
						18	HI	Hincharamiento	m ²		
						19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²		
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)								
PC			X	7.8	1.98			9.78	4.252	25	
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)	25		
								CÁLCULO DE PCI			
								PCI = 100 - VDT	75		

Autor: Gina Ortiz

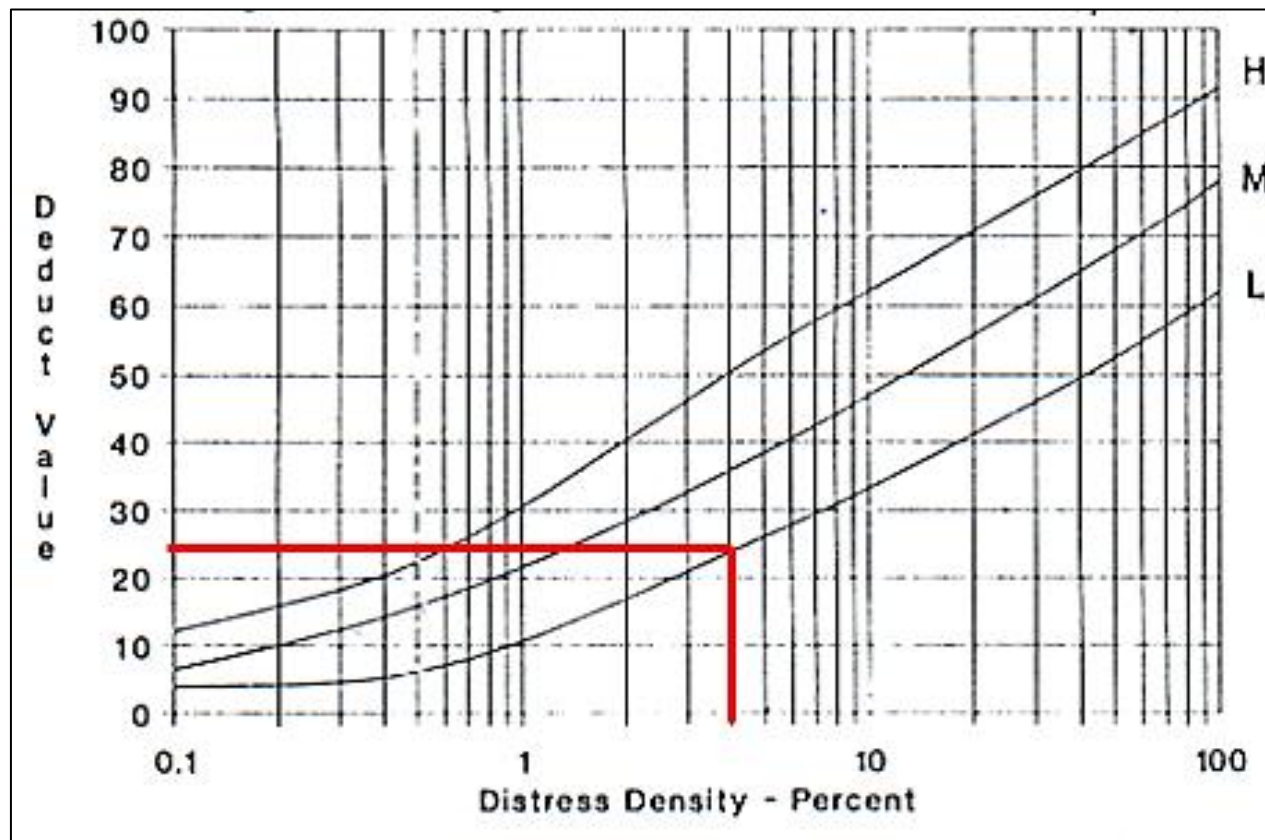


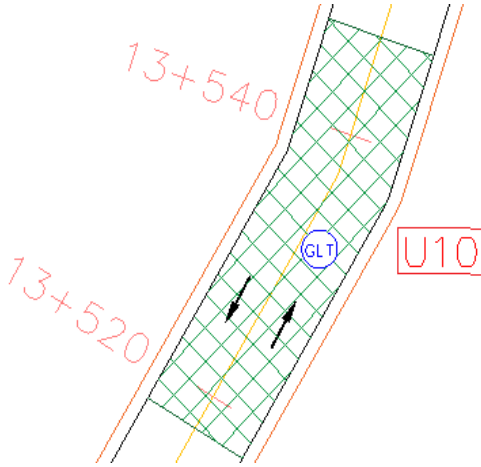


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-10. Índice de condición del pavimento muestra 10

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz							
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro FECHA: 11 de septiembre de 2019									
DATOS		TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA				
ABSCISA INICIAL	13+517	N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA FINAL	13+546	1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO	10	2	EX	Exudación	m ²				
ÁREA DE MUESTREO	230 m ²	3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ANCHO DE CARRIL	7.80 m	4	DL	Desnivel localizado	m				
TRAMO	1	5	CO	Corrugación	m ²				
		6	DE	Depresión	m ²				
		7	GB	Grieta de borde	m				
		8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
		9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
		10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
		11	PA	Parche	m ²				
		12	AP	Agregado pulido	m ²				
		13	HU	Huecos	U				
		14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
		15	AH	Ahuellamiento	m ²				
		16	DZ	Desplazamiento	m ²				
		17	GP	Grieta parabólica	m ²				
		18	HI	Hinchamiento	m ²				
		19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)						
GLT			X	9			9	3.913	4
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		4
							CÁLCULO DE PCI		
							PCI = 100 - VDT		96

Autor: Gina Ortiz

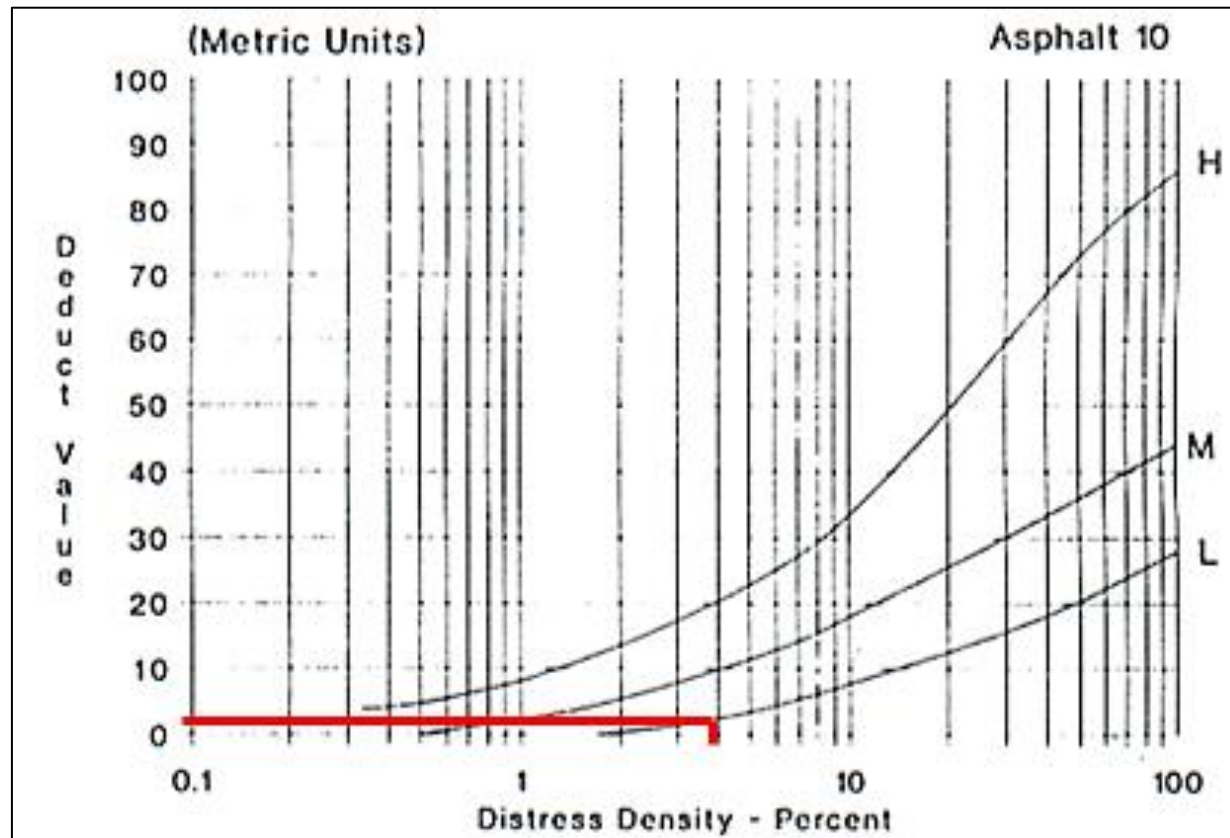


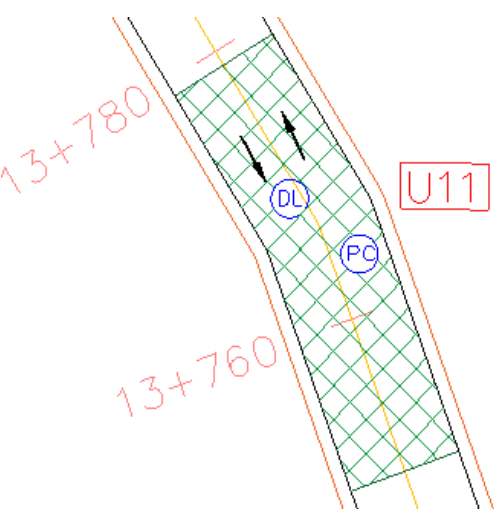


Figura 9. Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-11. Índice de condición del pavimento muestra 11

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 FICM								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro			FECHA: 11 de septiembre de 2019			EVALUADO POR: Gina Ortiz				
DATOS			TIPOS DE FALLAS				ESQUEMA			
			N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA INICIAL <input type="text" value="13+749"/>			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
			2	EX	Exudación	m ²				
			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ABSCISA FINAL <input type="text" value="13+778"/>			4	DL	Desnivel localizado	m				
			5	CO	Corrugación	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO <input type="text" value="11"/>			6	DE	Depresión	m ²				
			7	GB	Grieta de borde	m				
ÁREA DE MUESTREO <input type="text" value="230 m²"/>			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
ANCHO DE CARRIL <input type="text" value="7.80 m"/>			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
			11	PA	Parche	m ²				
TRAMO <input type="text" value="1"/>			12	AP	Agregado pulido	m ²				
			13	HU	Huecos	U				
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
			15	AH	Ahuellamiento	m ²				
			16	DZ	Desplazamiento	m ²				
			17	GP	Grieta parabólica	m ²				
			18	HI	Hinchamiento	m ²				
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
PC			X	4				4	1.739	4
DL			X	8				8	3.478	9
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		13
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	87	

Autor: Gina Ortiz

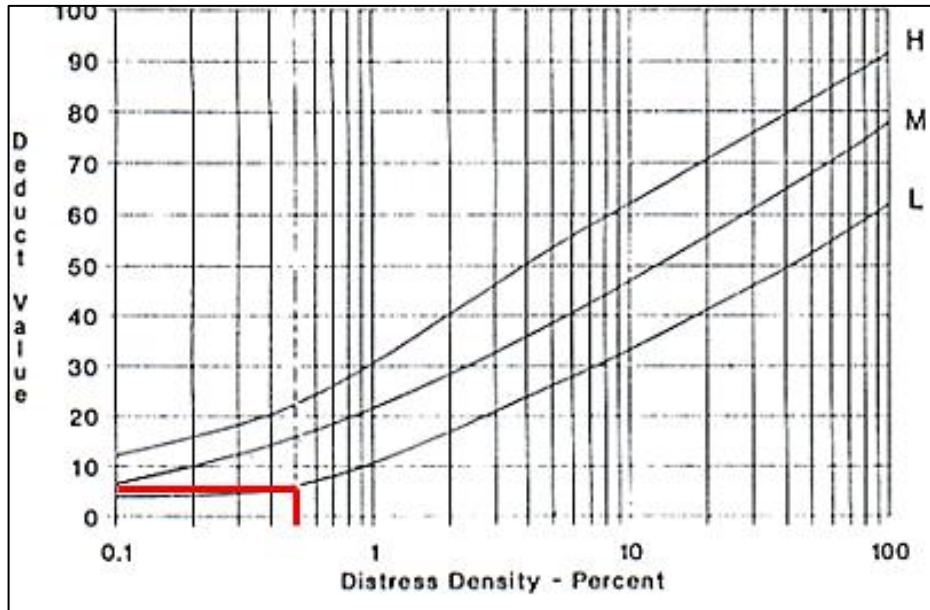


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

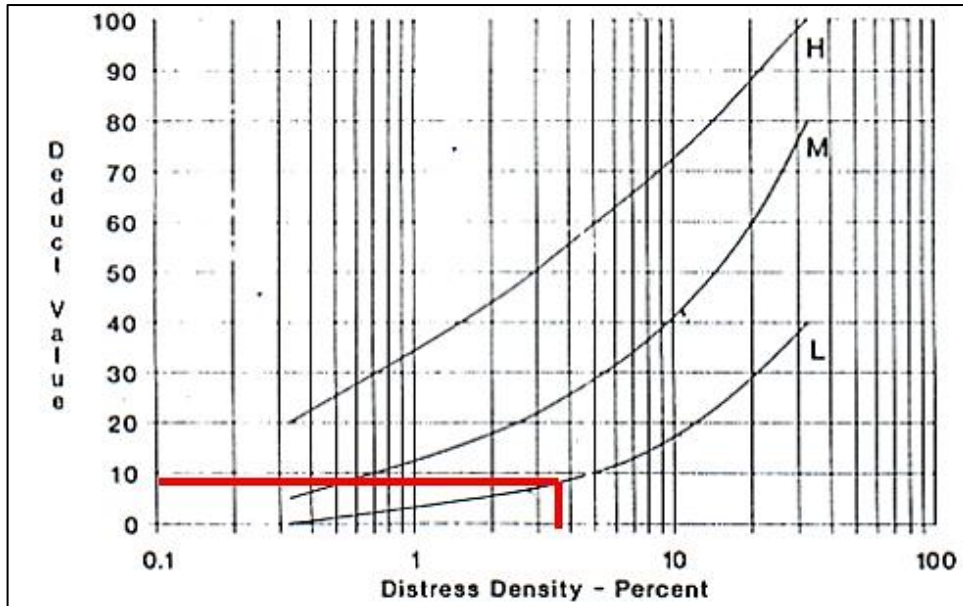


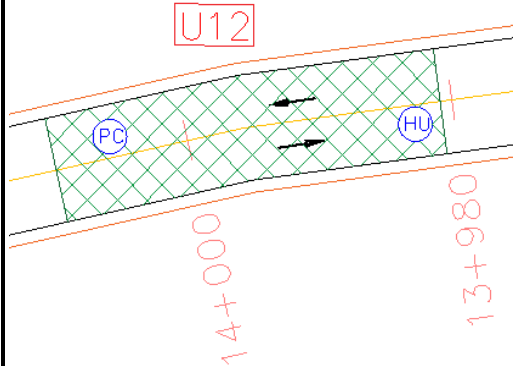


Figura 7. Valores deducidos para desnivel localizado

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-12. Índice de condición del pavimento muestra 12

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019								
DATOS			TIPOS DE FALLAS				ESQUEMA			
ABSCISA INICIAL <input type="text" value="13+981"/>			N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA FINAL <input type="text" value="14+010"/>			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO <input type="text" value="12"/>			2	EX	Exudación	m ²				
ÁREA DE MUESTREO <input type="text" value="230 m<sup>2</sup>"/>			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ANCHO DE CARRIL <input type="text" value="7.80 m"/>			4	DL	Desnivel localizado	m				
TRAMO <input type="text" value="1"/>			5	CO	Corrugación	m ²				
			6	DE	Depresión	m ²				
			7	GB	Grieta de borde	m				
			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
			11	PA	Parche	m ²				
			12	AP	Agregado pulido	m ²				
			13	HU	Huecos	U				
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
			15	AH	Ahuellamiento	m ²				
			16	DZ	Desplazamiento	m ²				
			17	GP	Grieta parabólica	m ²				
			18	HI	Hinchamiento	m ²				
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
PC			X	1				1	0.435	5
HU			X	1				1	0.435	10
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		15
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	85	

Autor: Gina Ortiz

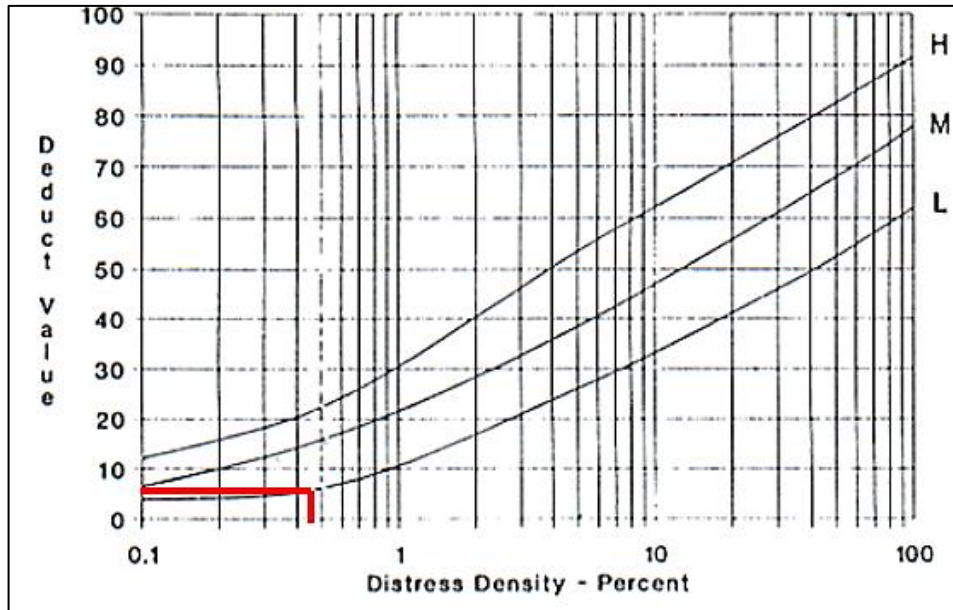


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

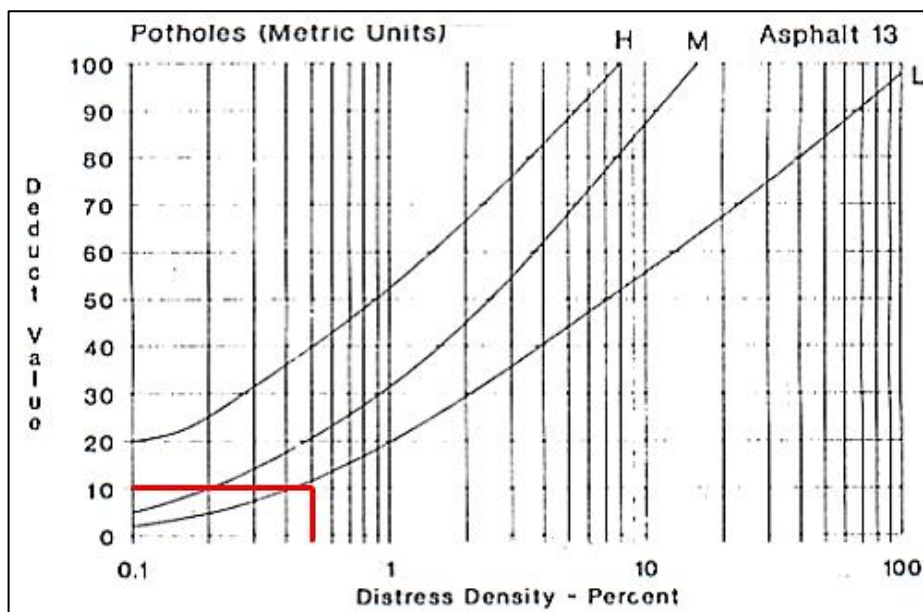


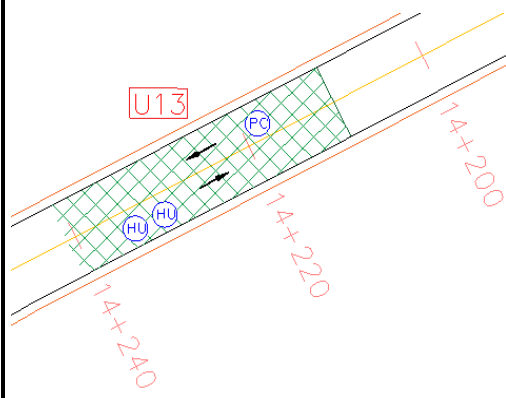


Figura 10. Valores deducidos para huecos

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-13. Índice de condición del pavimento muestra 13

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro			FECHA: 11 de septiembre de 2019							
DATOS			TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA				
ABSCISA INICIAL	N°	Código	Fallas	Unidad						
14+213	1	PC	Piel de cocodrilo	m ²						
	2	EX	Exudación	m ²						
	3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²						
ABSCISA FINAL	4	DL	Desnivel localizado	m						
14+242	5	CO	Corrugación	m ²						
	6	DE	Depresión	m ²						
UNIDAD DE MUESTREO	7	GB	Grieta de borde	m						
13	8	GR	Grieta de reflexión de junta	m						
	9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m						
ÁREA DE MUESTREO	10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
230 m ²	11	PA	Parche	m ²						
	12	AP	Agregado pulido	m ²						
ANCHO DE CARRIL	13	HU	Huecos	U						
7.80 m	14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²						
	15	AH	Ahuellamiento	m ²						
TRAMO	16	DZ	Desplazamiento	m ²						
1	17	GP	Grieta parabólica	m ²						
	18	HI	Hinchamiento	m ²						
	19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²						
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
PC			X	2				2	0.870	10
HU			X	1	1			2	0.870	19
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		29
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	71	

Autor: Gina Ortiz

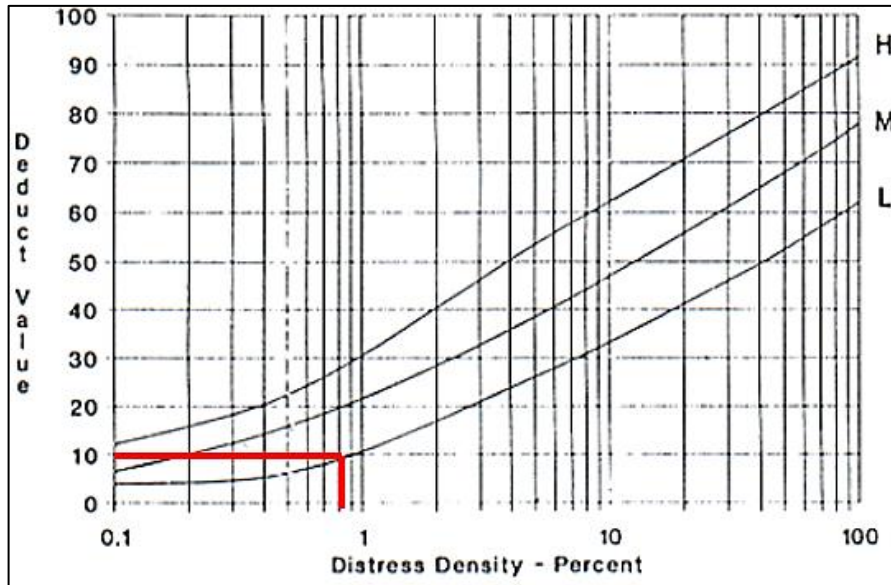


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

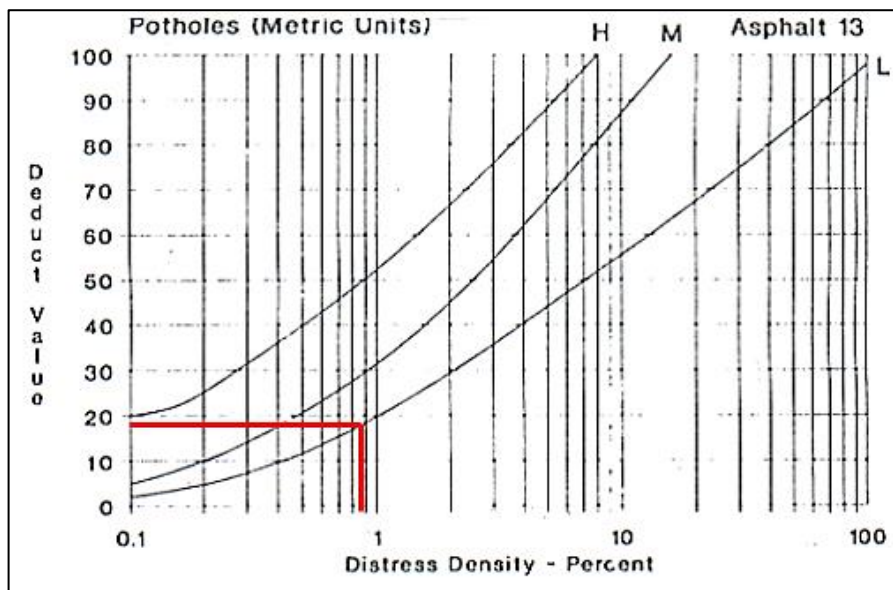


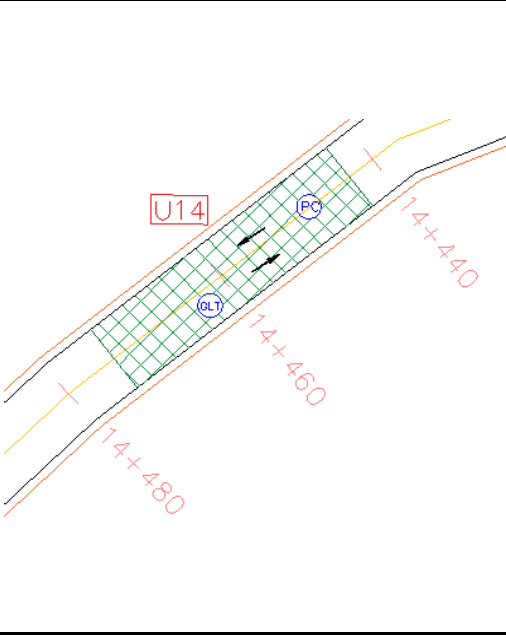


Figura 10. Valores deducidos para huecos

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-14. Índice de condición del pavimento muestra 14

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz								
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019								
DATOS			TIPOS DE FALLAS				ESQUEMA			
			N°	Código	Fallas	Unidad				
ABSCISA INICIAL <input type="text" value="14+445"/>			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²				
			2	EX	Exudación	m ²				
			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²				
ABSCISA FINAL <input type="text" value="14+474"/>			4	DL	Desnivel localizado	m				
			5	CO	Corrugación	m ²				
UNIDAD DE MUESTREO <input type="text" value="14"/>			6	DE	Depresión	m ²				
			7	GB	Grieta de borde	m				
ÁREA DE MUESTREO <input type="text" value="230 m<sup>2</sup>"/>			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m				
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m				
ANCHO DE CARRIL <input type="text" value="7.80 m"/>			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
			11	PA	Parche	m ²				
TRAMO <input type="text" value="1"/>			12	AP	Agregado pulido	m ²				
			13	HU	Huecos	U				
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²				
			15	AH	Ahuellamiento	m ²				
			16	DZ	Desplazamiento	m ²				
			17	GP	Grieta parabólica	m ²				
			18	HI	Hinchamiento	m ²				
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²				
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)							
PC			X	6				6	2.609	20
GLT			X	6.6				6.6	2.870	3
								VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		23
								CÁLCULO DE PCI		
								PCI = 100 - VDT	77	

Autor: Gina Ortiz

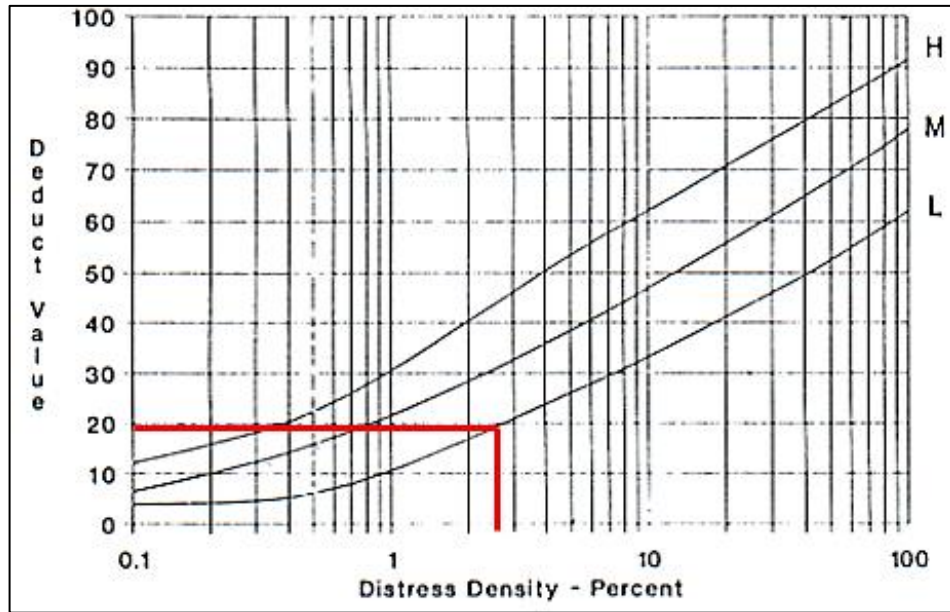


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

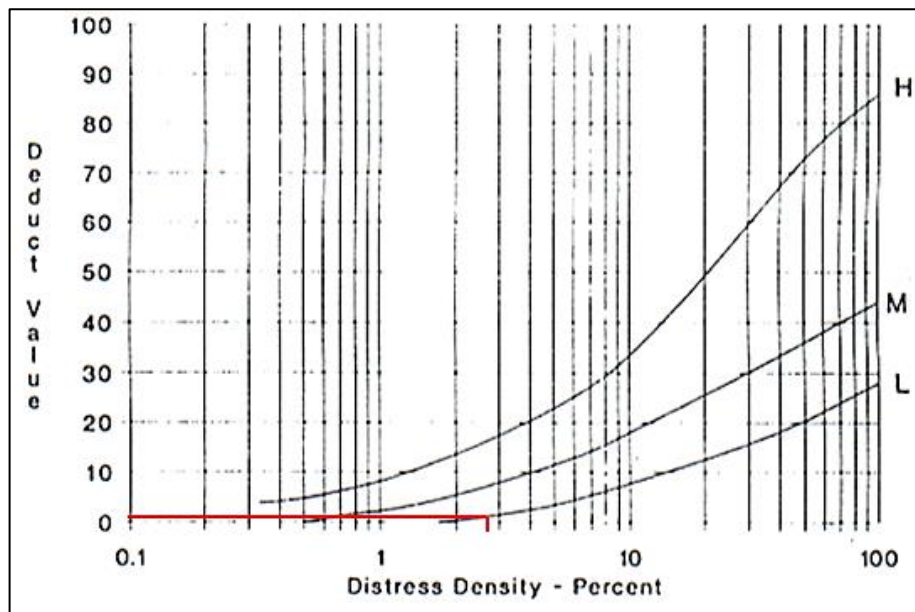


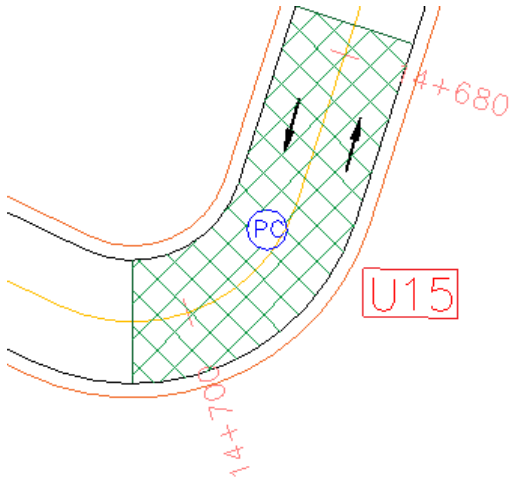


Figura 9. Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-15. Índice de condición del pavimento muestra 15

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz					
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019					
DATOS		TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA		
ABSCISA INICIAL 14+677	N°	Código	Fallas	Unidad			
ABSCISA FINAL 14+706	1	PC	Piel de cocodrilo	m ²			
UNIDAD DE MUESTREO 15	2	EX	Exudación	m ²			
ÁREA DE MUESTREO 230 m ²	3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²			
ANCHO DE CARRIL 7.80 m	4	DL	Desnivel localizado	m			
TRAMO 1	5	CO	Corrugación	m ²			
	6	DE	Depresión	m ²			
	7	GB	Grieta de borde	m			
	8	GR	Grieta de reflexión de junta	m			
	9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m			
	10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m			
	11	PA	Parche	m ²			
	12	AP	Agregado pulido	m ²			
	13	HU	Huecos	U			
	14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²			
	15	AH	Ahuellamiento	m ²			
	16	DZ	Desplazamiento	m ²			
	17	GP	Grieta parabólica	m ²			
	18	HI	Hinchamiento	m ²			
	19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²			
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)				
PC			X	4.8	4.8	2.087	18
VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)							18
CÁLCULO DE PCI							
PCI = 100 - VDT							82

Autor: Gina Ortiz

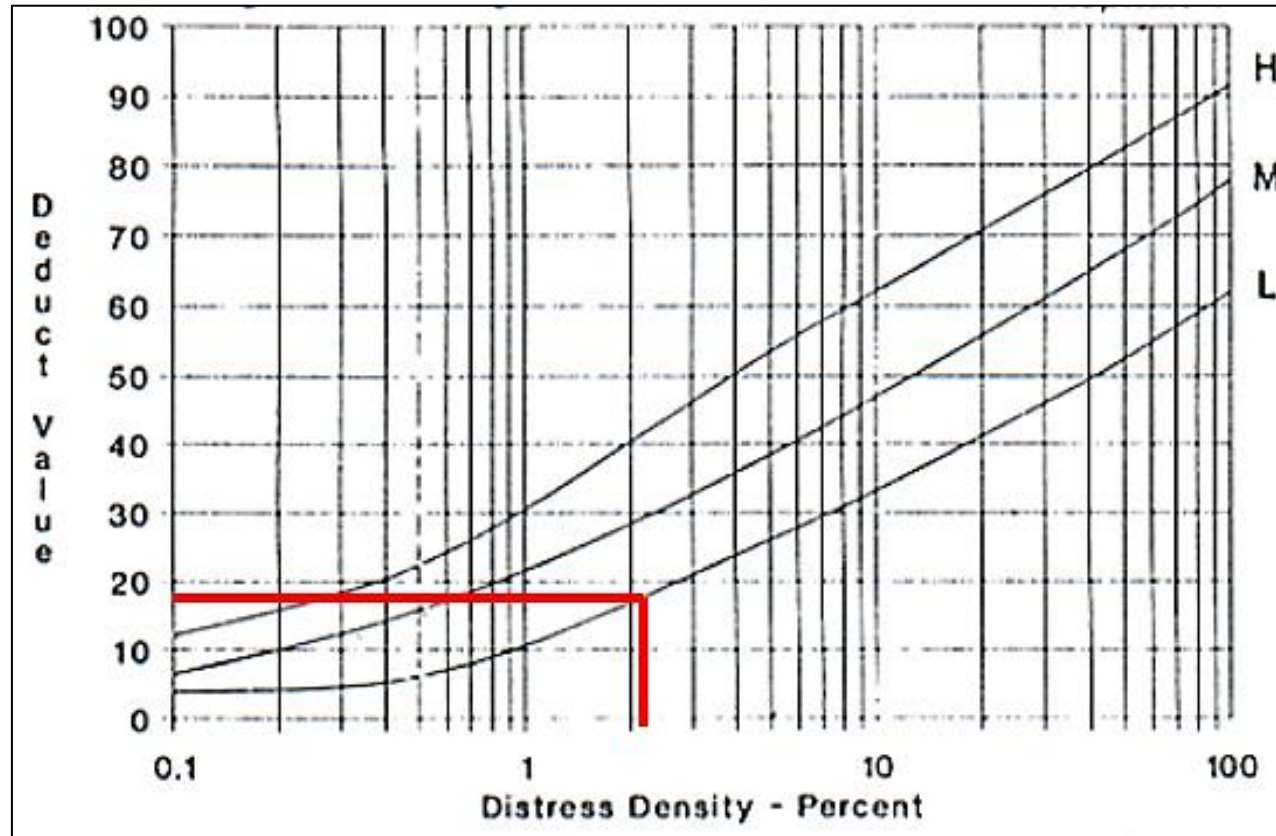


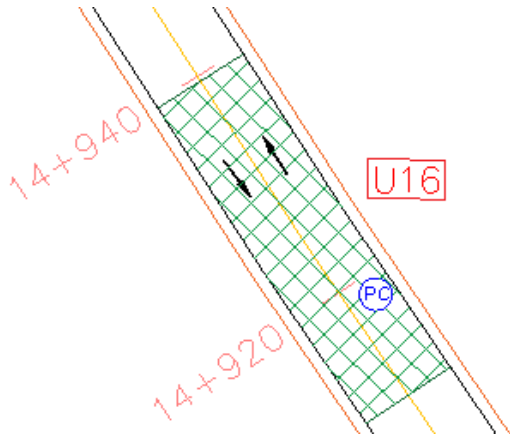


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-16. Índice de condición del pavimento muestra 16

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz							
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro		FECHA: 11 de septiembre de 2019							
DATOS			TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA			
ABSCISA INICIAL 14+909			N°	Código	Fallas	Unidad			
ABSCISA FINAL 14+938			1	PC	Piel de cocodrilo	m ²			
UNIDAD DE MUESTREO 16			2	EX	Exudación	m ²			
ÁREA DE MUESTREO 230 m ²			3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²			
ANCHO DE CARRIL 7.80 m			4	DL	Desnivel localizado	m			
TRAMO 1			5	CO	Corrugación	m ²			
			6	DE	Depresión	m ²			
			7	GB	Grieta de borde	m			
			8	GR	Grieta de reflexión de junta	m			
			9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m			
			10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m			
			11	PA	Parche	m ²			
			12	AP	Agregado pulido	m ²			
			13	HU	Huecos	U			
			14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²			
			15	AH	Ahuellamiento	m ²			
			16	DZ	Desplazamiento	m ²			
			17	GP	Grieta parabólica	m ²			
			18	HI	Hinchamiento	m ²			
			19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²			
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)						
PC			X	5			5	2.174	18
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		18
							CÁLCULO DE PCI		
							PCI = 100 - VDT		82

Autor: Gina Ortiz

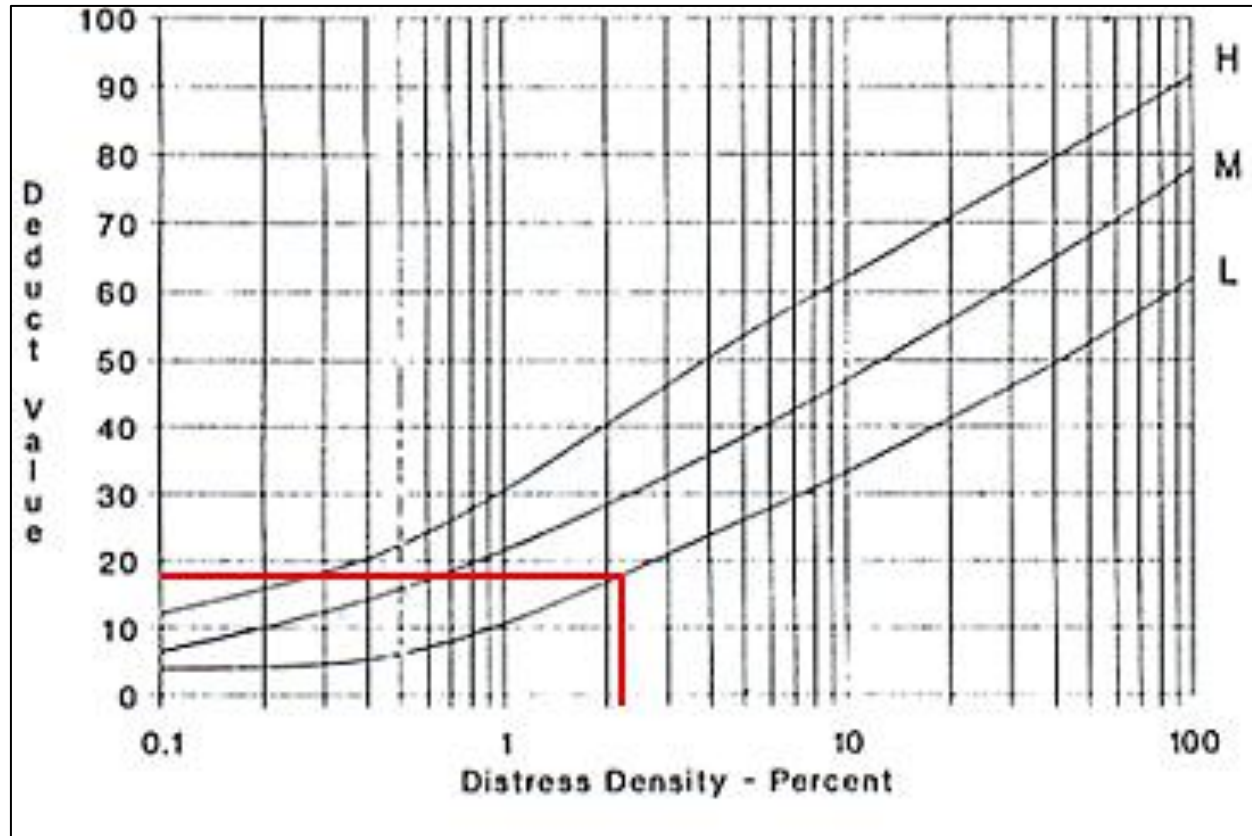


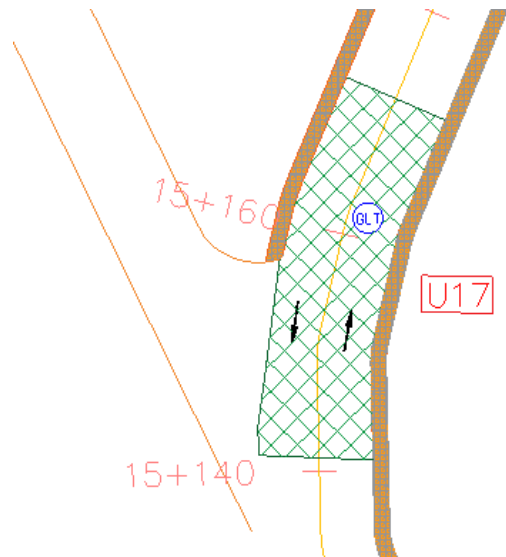


Figura 8. Valores deducidos para piel de cocodrilo

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

Anexo B-17. Índice de condición del pavimento muestra 17

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		 EVALUADO POR: Gina Ortiz							
PROYECTO: Vía Patate -Píllaro FECHA: 11 de septiembre de 2019									
DATOS		TIPOS DE FALLAS			ESQUEMA				
ABSCISA INICIAL 15+141	N° 1	Código PC	Fallas Piel de cocodrilo	Unidad m ²					
ABSCISA FINAL 15+170	2	EX	Exudación	m ²					
UNIDAD DE MUESTREO 17	3	AB	Agrietamiento en bloque	m ²					
ÁREA DE MUESTREO 230 m ²	4	DL	Desnivel localizado	m					
ANCHO DE CARRIL 7.80 m	5	CO	Corrugación	m ²					
TRAMO 1	6	DE	Depresión	m ²					
	7	GB	Grieta de borde	m					
	8	GR	Grieta de reflexión de junta	m					
	9	DCE	Desnivel carril / espaldón	m					
	10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m					
	11	PA	Parche	m ²					
	12	AP	Agregado pulido	m ²					
	13	HU	Huecos	U					
	14	CF	Cruce de ferrocarril	m ²					
	15	AH	Ahuellamiento	m ²					
	16	DZ	Desplazamiento	m ²					
	17	GP	Grieta parabólica	m ²					
	18	HI	Hinchamiento	m ²					
	19	DA	Desprendimiento de agregados	m ²					
FALLA CÓD.	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	ALTO (H)	MEDIO (M)	BAJO (L)						
GLT		X		1.1	1.5		2.6	1.130	3
							VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)		3
							CÁLCULO DE PCI		
							PCI = 100 - VDT		97

Autor: Gina Ortiz

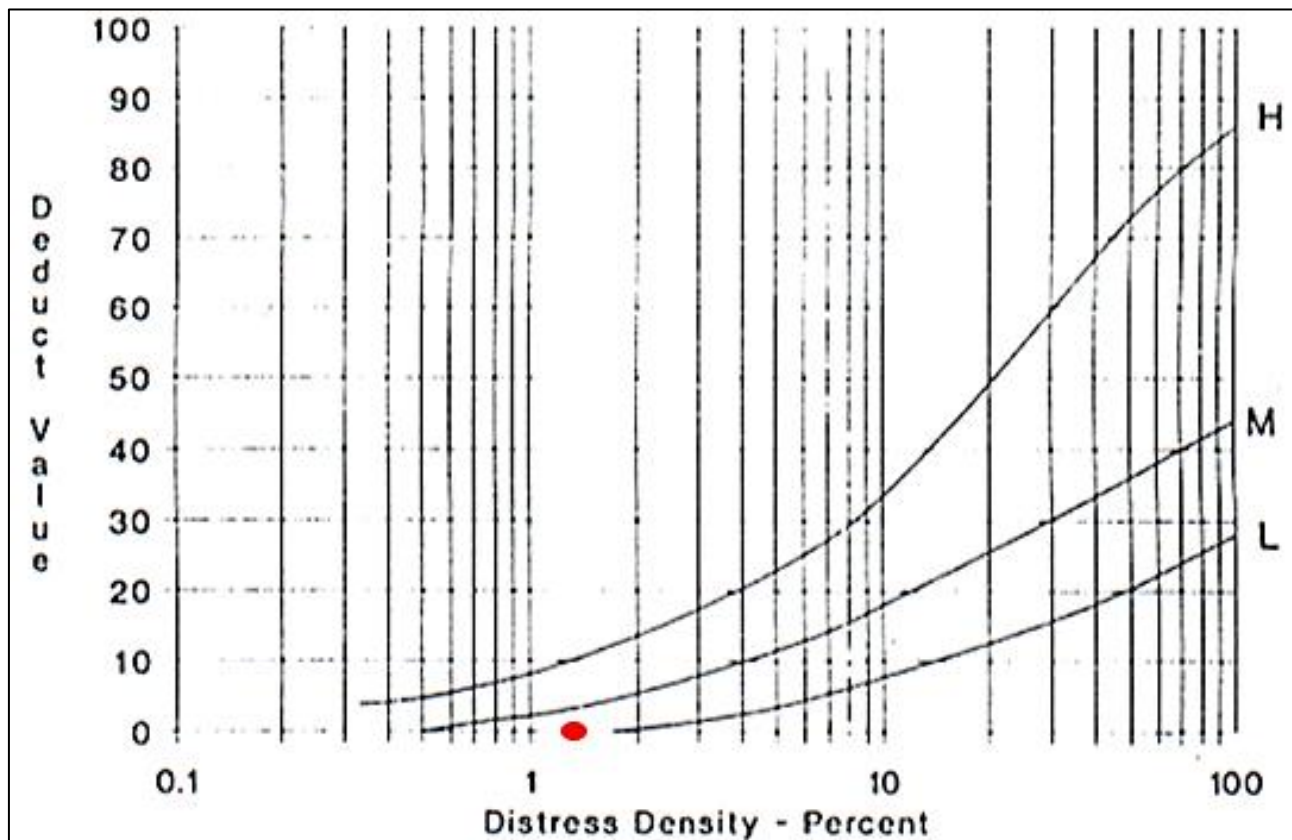


Figura 9. Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

Fuente: PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras de Luis Vásquez Varela.

ANEXO C

ESTUDIO DE SUELOS

CALICATA 1

MUESTRA 1

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 11+600



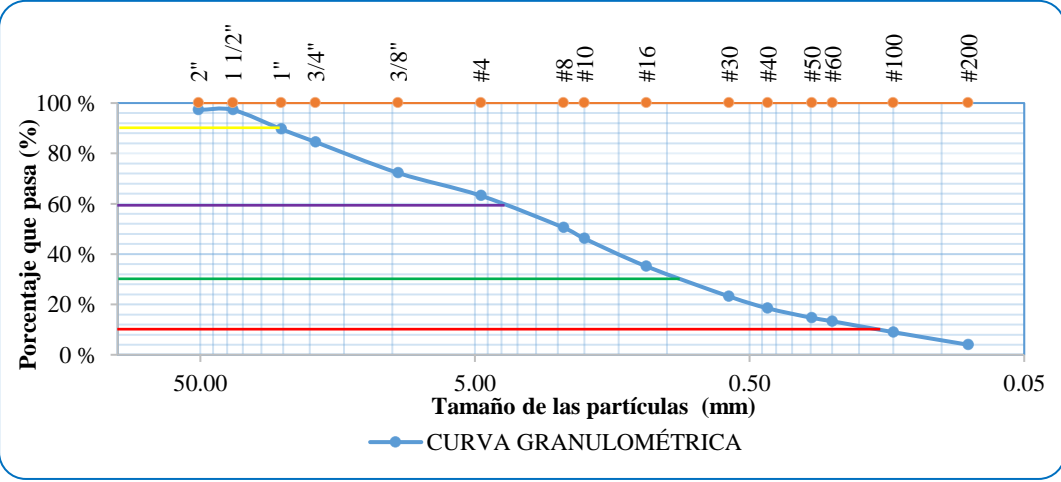
COORDENADA NORTE: 9863774.62

COORDENADA ESTE: 777590.85

ENSAYOS:



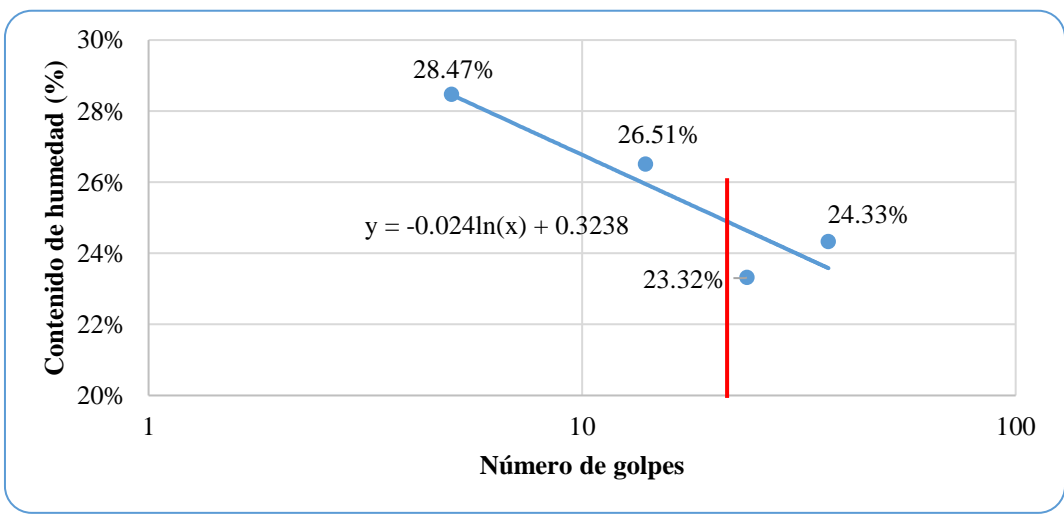
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITES DE ATERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR
- ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

Anexo C-1. Análisis granulométrico calicata 1 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS					
ESPECIFICACIONES					
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	8000		
Muestra	Material Granular	Abscisa:	km 11 + 600		
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret / Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.80	218.00	2.73	97.28	-
1 1/2"	38.10	218.00	2.73	97.28	-
1"	25.40	828.00	10.35	89.65	-
3/4"	19.05	1238.00	15.48	84.53	-
3/8"	9.53	2220.00	27.75	72.25	-
#4	4.76	2944.00	36.80	63.20	-
Pasa #4		5056.00	63.20		
#8	2.38	50.20	12.69	50.51	-
#10	2.00	67.20	16.99	46.21	-
#16	1.19	110.90	28.04	35.16	-
#30	0.60	158.20	39.99	23.21	-
#40	0.43	176.90	44.72	18.48	-
#50	0.30	191.90	48.51	14.69	-
#60	0.25	197.30	49.88	13.32	-
#100	0.15	214.40	54.20	9.00	-
#200	0.08	234.20	59.21	3.99	-
Pasa #200		15.80	3.99		
Total muestra				8000.00	
Total - Cuarteo (gr)				250.00	
CLASIFICACIÓN					
Grava				36.80	
Arena(Fina)				3.99	
Finos (Limos)				59.21	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material			
AASHTO M145	A-1-b	Cantos, Grava y Arena			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA					
Diámetro efectivo (D10)	—	0.202 mm			
Diámetro Equiparable (D30)	—	0.913 mm			
Diámetro Dimensional (D60)	—	4.102 mm			
Diámetro (D90)	—	25.420 mm			
Coefficiente de uniformidad (Cu)		20.5 00			
Coefficiente de curvatura (Cc)		0.9878			



Autor: Gina Ortiz

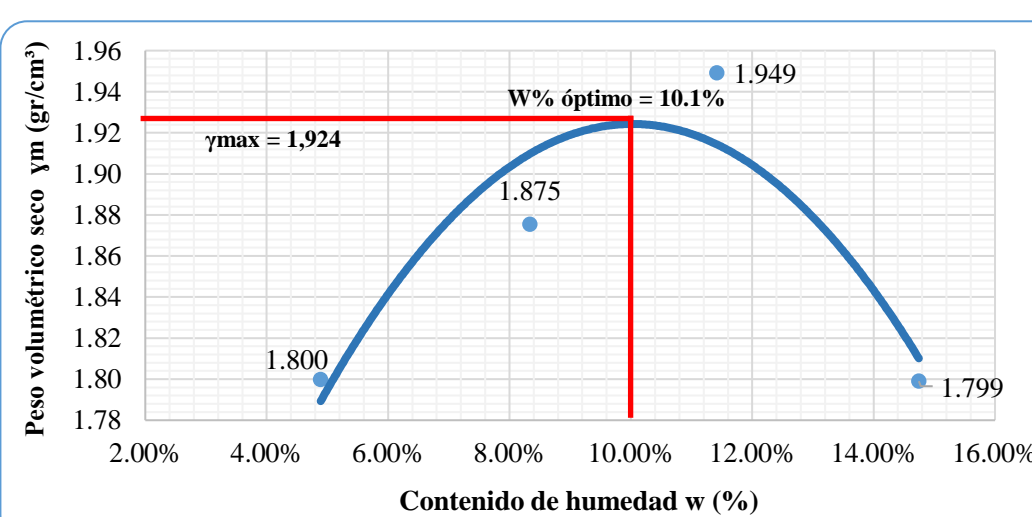
Anexo C-2. Límites de Atterberg calicata 1 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO: Copa de Casagrande	NORMAS: AASHTO: T-90-70; ASTM: D-424-71; INEN 691			MUESTRA: Cantos, grava y arena		ABSCISA: km 11 + 600		
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	1	5	4	11	8	9	12	14
Peso de la muestra hum+ rec	30.3	31.8	28.3	30.5	32.6	32.3	28.5	27.8
Peso de la muestra seca+ rec	28.5	29.7	27	29	30.7	30.4	27.1	26.8
Peso del recipiente	22.2	22.3	22.8	22.2	22.4	22.4	22.4	21.5
Peso del agua (Ww)	1.8	2.1	1.3	1.5	1.9	1.9	1.4	1
Peso de la muestra seca (Ws)	6.3	7.4	4.2	6.8	8.3	8	4.7	5.3
Contenido de humedad (w%)	28.57%	28.38%	30.95%	22.06%	22.89%	23.75%	29.79%	18.87%
Promedio de (w%)	28.47%		26.51%		23.32%		24.33%	
Número de golpes	5		14		24		37	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE LÍQUIDO								
24.65%								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	90	11	5	27	22	7		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	6.00	5.60	5.30	8.50	9.10	8.80		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	5.80	5.40	5.10	8.30	8.80	8.50		
Peso del recipiente (Wr)	5.00	4.40	4.20	7.40	7.40	7.40		
Peso de agua (Ww)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30		
Peso muestra seca (Ws)	0.80	1.00	0.90	0.90	1.40	1.10		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25.00%	20.00%	22.22%	22.22%	21.43%	27.27%		
Promedio W% (L.P)	23.02%							
IP=LL - LP	1.63%							

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-3. Proctor modificado tipo B calicata 1 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 15531 gr					
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Cantos, grava y arena					
Abscisa: km 11 + 600	Norma: AASHTO T-180		Método: B					
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad inicial añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso suelo + recipiente	19939	20275	20602	20351				
Peso del recipiente	15531	15531	15531	15531				
Peso de la masa de suelo (Wm)	4408	4744	5071	4820				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la muestra	12.7	12.7	12.7	12.7				
Diámetro de la muestra	15.3	15.3	15.3	15.3				
Volumen de la muestra (Vm)	2334.94	2334.94	2334.94	2334.94				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Recipiente	6	5	8	1	13	4	28	15
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	129	134.9	137.2	135.8	129.1	128.5	135	137
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	125.1	129.5	129.5	127.6	119.2	118.5	121.5	121.8
Peso del recipiente Wr	32	32.9	33.3	33	31.5	31.9	23	25.5
Peso agua (Ww)	3.9	5.4	7.7	8.2	9.9	10	13.5	15.2
Peso de la muestra seca (ws)	93.1	96.6	96.2	94.6	87.7	86.6	98.5	96.3
Contenido de humedad w%	4.19%	5.59%	8.00%	8.67%	11.29%	11.55%	13.71%	15.78%
Contenido de humedad promedio	4.89%		8.34%		11.42%		14.74%	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1.888	2.032	2.172	2.064				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1.800	1.875	1.949	1.799				
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								





El gráfico muestra la relación entre el contenido de humedad (w) y el peso volumétrico seco (γ_m). La curva azul representa la función de compactación. El punto óptimo, donde se alcanza el máximo peso volumétrico seco (γ_{max} = 1,924 gr/cm³), ocurre a un contenido de humedad óptimo de 10.1%. Los datos experimentales mostrados son:

Contenido de humedad w (%)	Peso volumétrico seco γ _m (gr/cm ³)
4.19%	1.800
5.59%	1.875
8.67%	1.949
15.78%	1.799

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-4. CBR calicata 1 muestra 1

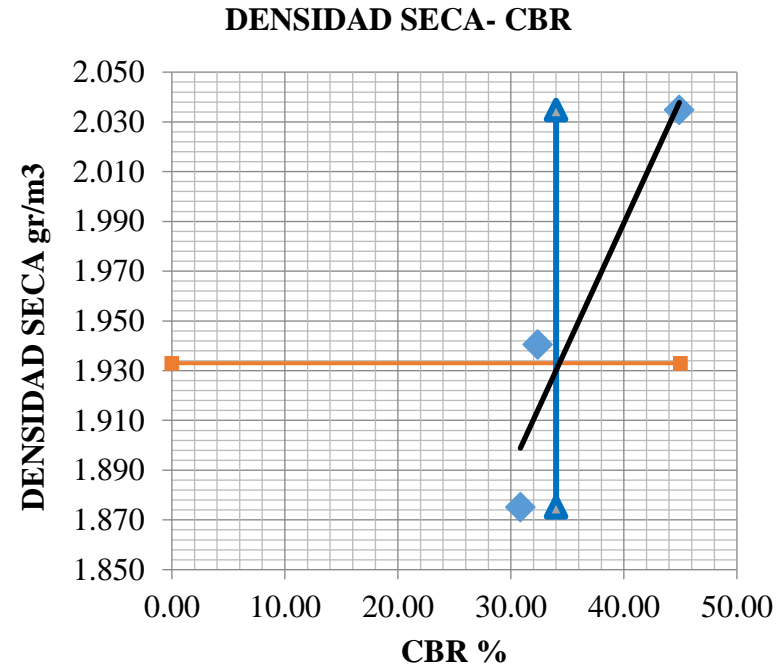
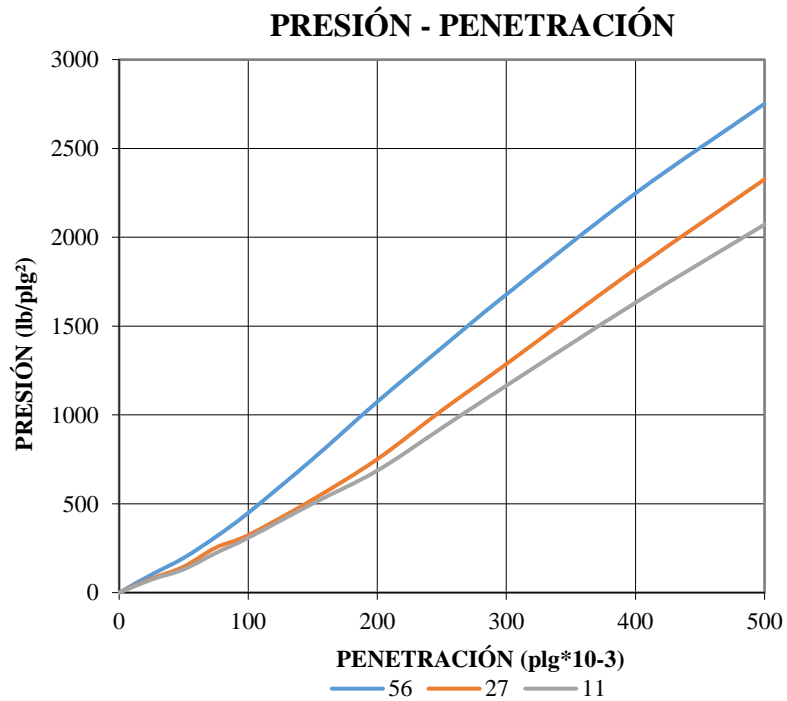
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR 						
ESPECIFICACIONES						
Tipo: Proctor Modificado			Peso del Martillo: 10 lb			
Norma: AASHTO T-180			Altura de caída: 18"			
Peso muestra (gr): 6000			Cont. de humedad óptimo (%): 10.10%			
Muestra: Cantos, grava y arena			Abscisa: km 11 + 600			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	B		B		B	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del remojo					
P. húmedo + molde	12315		12190		12000	
Peso molde	7391		7391		7391	
P. húmedo	4924		4799		4609	
Volumen muestra	2334.95		2334.95		2334.95	
Densidad humedad	2.109		2.055		1.974	
Densidad seca	1.918		1.863		1.779	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	11	13	14	15	12	10
P. hum. + recipiente	147.4	156.3	175.5	167.3	169.7	174.1
P. seco + recipiente	136.7	145.4	162.5	154.4	156	160.2
Peso recipiente	33.1	31.5	33	32.9	31.2	33.6
Peso agua	10.7	10.9	13	12.9	13.7	13.9
Peso de sólidos	103.6	113.9	129.5	121.5	124.8	126.6
Contenido humedad %	10.33%	9.57%	10.04%	10.62%	10.98%	10.98%

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-5. Ensayo de Carga vs Penetración para CBR calicata 1 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					Área del pistón= 3 plg ²			Norma: ASTM D 193 - 13			Cantos, grava y arena		ABSCISA		11+600
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	303.60	101.20			235.20	78.40			220.00	73.33		
1	0	1.27	50	585.80	195.27			437.60	145.87			392.00	130.67		
1	0	1.91	75	943.60	314.53			761.20	253.73			670.00	223.33		
2	0	2.54	100	1347.00	449.00	449.00	44.90	970.80	323.60	323.60	32.36	925.20	308.40	308.40	30.84
3	0	3.81	150	2256.40	752.13			1572.40	524.13			1504.00	501.33		
4	0	5.08	200	3222.80	1074.27			2253.80	751.27			2060.00	686.67		
5	0	6.35	250	4136.60	1378.87			3076.40	1025.47			2780.00	926.67		
6	0	7.62	300	5034.60	1678.20			3860.40	1286.80			3495.60	1165.20		
8	0	10.16	400	6742.00	2247.33			5465.20	1821.73			4895.20	1631.73		
10	0	12.70	500	8255.60	2751.87			6978.80	2326.27			6215.00	2071.67		
CBR Corregido							44.90				32.36				30.84

GRÁFICOS C.B.R.



DENSIDAD			RESISTENCIA			DENSIDAD MÁX		2.035			
Densidad 56	2.035	gr/cm³	CBR 56	44.90	%	95% DE DM		1.933	1.933	1.875	2.035
Densidad 27	1.941	gr/cm³	CBR 27	32.36	%			0	45	34	34
Densidad 11	1.875	gr/cm³	CBR 11	30.84	%	CBR PUNTUAL %		34.00			

Autor: Gina Ortiz

CALICATA 1

MUESTRA 2

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 11+600



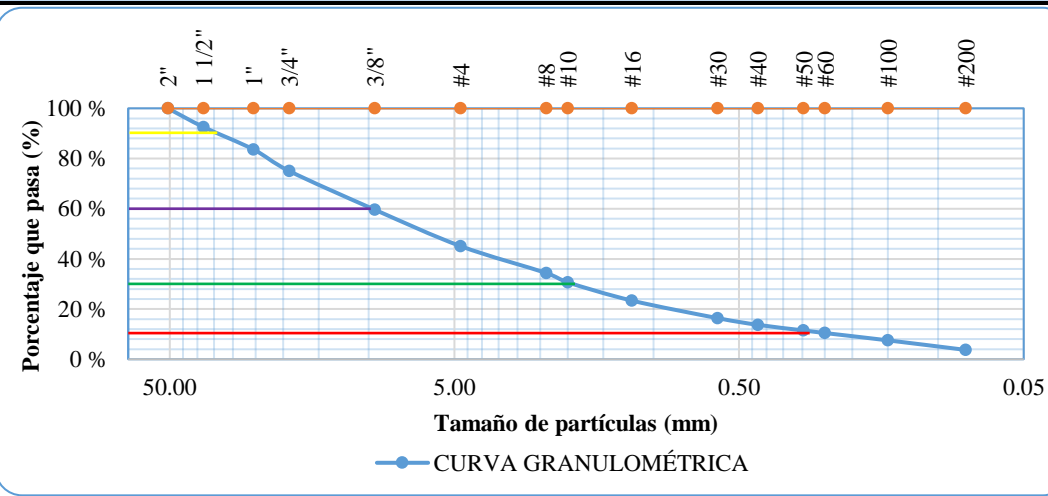
COORDENADA NORTE: 9863774.62

COORDENADA ESTE: 777590.85

ENSAYOS:



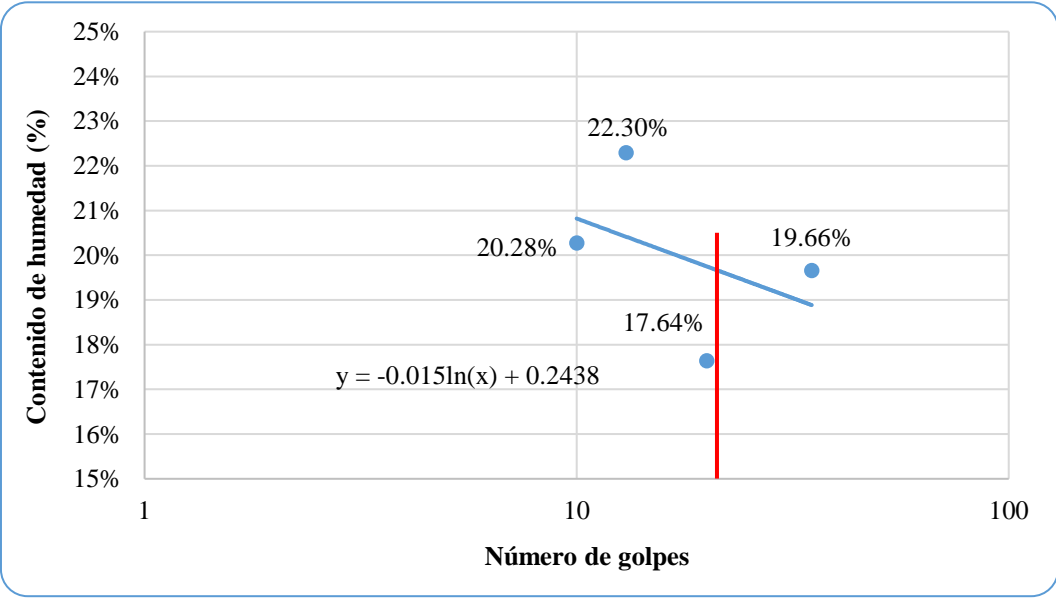
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITES DE ATERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR
- ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

Anexo C-6. Análisis granulométrico calicata 1 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS					
ESPECIFICACIONES					
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	8000		
Muestra	Subrasante	Abscisa:	km 11 + 600		
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	-
1 1/2"	38.10	595.00	7.44	92.56	-
1"	25.40	1312.00	16.40	83.60	-
3/4"	19.05	1996.00	24.95	75.05	-
3/8"	9.53	3231.00	40.39	59.61	-
#4	4.76	4393.00	54.91	45.09	-
Pasa #4		3607.00	45.09		
#8	2.38	59.40	10.71	34.37	-
#10	2.00	80.00	14.43	30.66	-
#16	1.19	120.40	21.71	23.37	-
#30	0.60	159.10	28.69	16.39	-
#40	0.43	173.90	31.36	13.72	-
#50	0.30	186.30	33.60	11.49	-
#60	0.25	192.00	34.63	10.46	-
#100	0.15	208.20	37.55	7.54	-
#200	0.08	229.30	41.35	3.73	-
Pasa #200		20.70	3.73		
Total muestra				8000.00	
Total - Cuarteo (gr)				250.00	
CLASIFICACIÓN					
Grava				54.91	
Arena (Fina)				3.73	
Finos (Limos)				41.35	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material			
AASHTO M145	A-3	Arena Fina			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA					
Diámetro efectivo (D10)	—	0.252 mm			
Diámetro Equiparable (D30)	—	1.902 mm			
Diámetro Dimensional (D60)	—	9.502 mm			
Diámetro (D90)	—	35.620 mm			
Coefficiente de uniformidad (Cu)		38.050			
Coefficiente de curvatura (Cc)		1.520			



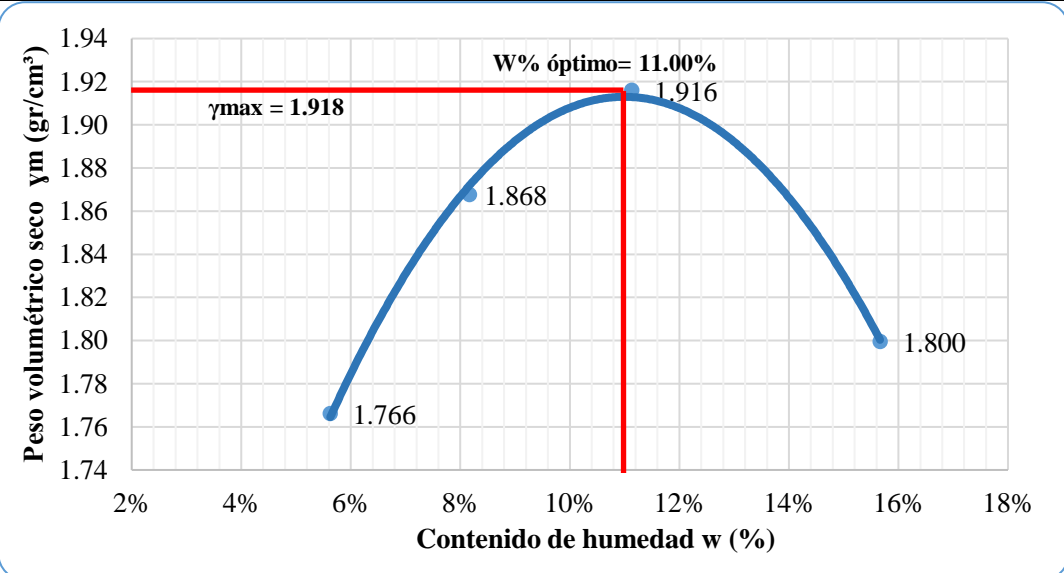
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-7. Límites de Atterberg calicata 1 muestra 2

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG </div>  </div>								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO: Copa de Casagrande	NORMAS: AASHTO: T-90-70; ASTM: D-424-71; INEN 691			MUESTRA: Arena fina	ABSCISA: km 11 + 600			
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	1	5	8	9	4	11	12	14
Peso de la muestra hum+ rec	33.8	30.8	31.7	32.3	30.1	28.9	37	34.9
Peso de la muestra seca+ rec	31.8	29.4	30	30.5	29	27.9	34.6	32.7
Peso del recipiente	22.2	22.3	22.4	22.4	22.8	22.2	22.4	21.5
Peso del agua (Ww)	2	1.4	1.7	1.8	1.1	1	2.4	2.2
Peso de la muestra seca (Ws)	9.6	7.1	7.6	8.1	6.2	5.7	12.2	11.2
Contenido de humedad (w%)	20.83%	19.72%	22.37%	22.22%	17.74%	17.54%	19.67%	19.64%
Promedio de (w%)	20.28%		22.30%		17.64%		19.66%	
Número de golpes	10		13		20		35	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE LÍQUIDO								
19.65 %								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	74	43	71	6	7	55		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+W_r)	5.40	6.80	7.20	5.00	8.80	5.20		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws+W_r)	5.20	6.70	7.10	4.90	8.60	5.10		
Peso del recipiente (W_r)	4.40	6.00	6.20	4.40	7.40	4.30		
Peso de agua (W_w)	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10		
Peso muestra seca (W_s)	0.80	0.70	0.90	0.50	1.20	0.80		
Contenido de humedad (w%=100 W_w/W_s)	25.00%	14.29%	11.11%	20.00%	16.67%	12.50%		
Promedio W% (L.P)	16.59%							
IP=LL - LP	3.06 %							



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-8. Proctor modificado tipo B calicata 1 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
ESPECIFICACIONES			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"	Peso del molde: 15531 gr	
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb	Muestra: Arena fina	
Abscisa: km 11 + 600	Norma: AASHTO T-180	Método: B	
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO			
Nº Molde	M1	M2	M3
Humedad inicial añadida	3%	6%	9%
Peso suelo + recipiente	19944	20310	20568
Peso del recipiente	15531	15531	15531
Peso de la masa de suelo (Wm)	4413	4779	5037
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO			
Longitud de la muestra	12.7	12.7	12.7
Diámetro de la muestra	15.4	15.4	15.4
Volumen de la muestra (Vm)	2365.57	2365.57	2365.57
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Nº Recipiente	14	9	15
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	139	138.8	135.9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	133.6	132.8	128.1
Peso del recipiente Wr	33	30.8	32.9
Peso agua (Ww)	5.4	6	7.8
Peso de la muestra seca (ws)	100.6	102	95.2
Contenido de humedad w%	5.37	5.88	8.19
Contenido de humedad promedio	5.63%		8.17%
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA			
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1.866	2.020	2.129
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO			
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1.766	1.868	1.916
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
 <p>The graph plots dry unit weight (γ_d in gr/cm³) on the y-axis against moisture content (w in %) on the x-axis. The curve is a downward-opening parabola. Key points are marked: (5.63%, 1.766), (8.17%, 1.868), (11.00%, 1.916), and (15.66%, 1.800). A horizontal red line at $\gamma_{max} = 1.918$ and a vertical red line at $w_{optimo} = 11.00\%$ intersect at the peak of the curve.</p>			



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-9. CBR calicata 1 muestra 2

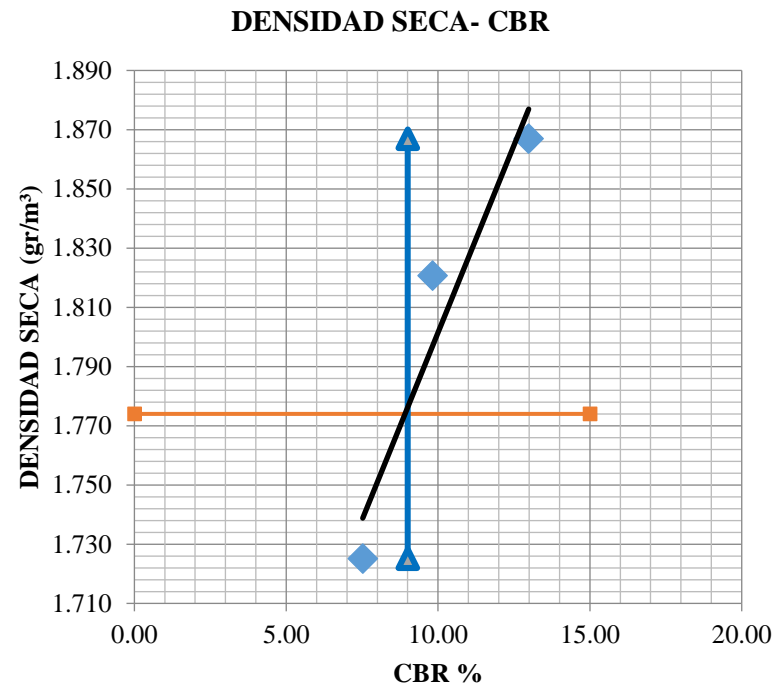
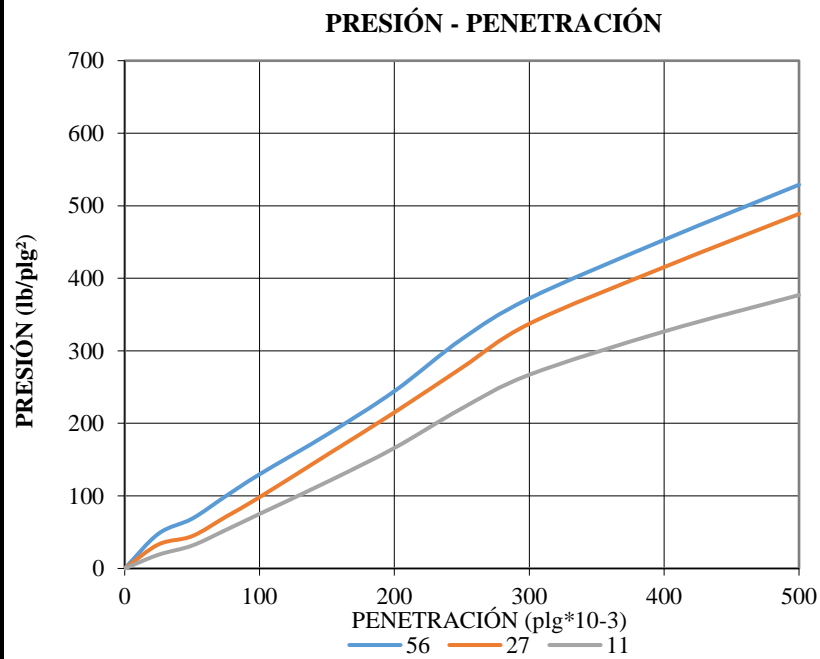
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo: Proctor Modificado			Peso del martillo: 10 lb			
Norma: AASHTO T-180			Altura de caída: 18"			
Peso Muestra (gr): 6000			Cont. de humedad óptimo (%): 11.00%			
Muestra: Arena fina			Abscisa: km 11 + 600			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	B		B		B	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Después del remojo					
P. húmedo + molde	11985		11886		11654	
Peso molde	7096		7096		7096	
P. húmedo	4889		4790		4558	
Volumen muestra	2377.52		2377.52		2377.52	
Densidad humedad	2.056		2.015		1.917	
Densidad seca	1.867		1.821		1.725	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	83	44	16	15	13	14
P. hum. + recipiente	119.4	119.6	141.8	142.2	113.1	114.1
P. seco + recipiente	111.2	111.3	131.4	131.6	105	105.9
Peso recipiente	30.8	29.05	33	32.9	31.5	33
Peso agua	8.2	8.3	10.4	10.6	8.1	8.2
Peso de sólidos	80.4	82.25	98.4	98.7	73.5	72.9
Contenido humedad %	10.20%	10.09%	10.57%	10.74%	11.02%	11.25%
Cont. hum promedio%	10.15%		10.65%		11.13%	

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-10. Ensayo de Carga vs Penetración para CBR calicata 1 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					Área del pistón = 3 plg ²		Norma: ASTM D 193 - 13		Arena fina	ABSCISA		11+600			
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	143.60	47.87			99.20	33.07			56.70	18.90		
1	0	1.27	50	205.90	68.63			133.60	44.53			94.60	31.53		
1	0	1.91	75	299.30	99.77			213.80	71.27			159.20	53.07		
2	0	2.54	100	389.50	129.83	129.83	12.98	294.60	98.20	98.20	9.82	225.60	75.20	75.20	7.52
3	0	3.81	150	553.80	184.60			469.80	156.60			357.60	119.20		
4	0	5.08	200	733.30	244.43			645.20	215.07			498.30	166.10		
5	0	6.35	250	948.80	316.27			830.00	276.67			662.00	220.67		
6	0	7.62	300	1116.80	372.27			1012.00	337.33			801.00	267.00		
8	0	10.16	400	1359.10	453.03			1246.20	415.40			980.10	326.70		
10	0	12.70	500	1586.90	528.97			1466.50	488.83			1130.60	376.87		
CBR Corregido							12.98				9.82				7.52

GRÁFICOS C.B.R.



DENSIDAD			RESISTENCIA			DENSIDAD MÁX			
Densidad 56	1.867	gr/cm ³	CBR 56	12.98	%	95% DE DM			
Densidad 27	1.821	gr/cm ³	CBR 27	9.82	%	1.774	1.774	1.725	1.867
Densidad 11	1.725	gr/cm ³	CBR 11	7.52	%	0	15	9	9
						CBR PUNTUAL			
						9.00			

Autor: Gina Ortiz

CALICATA 2

MUESTRA 1

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 12+600



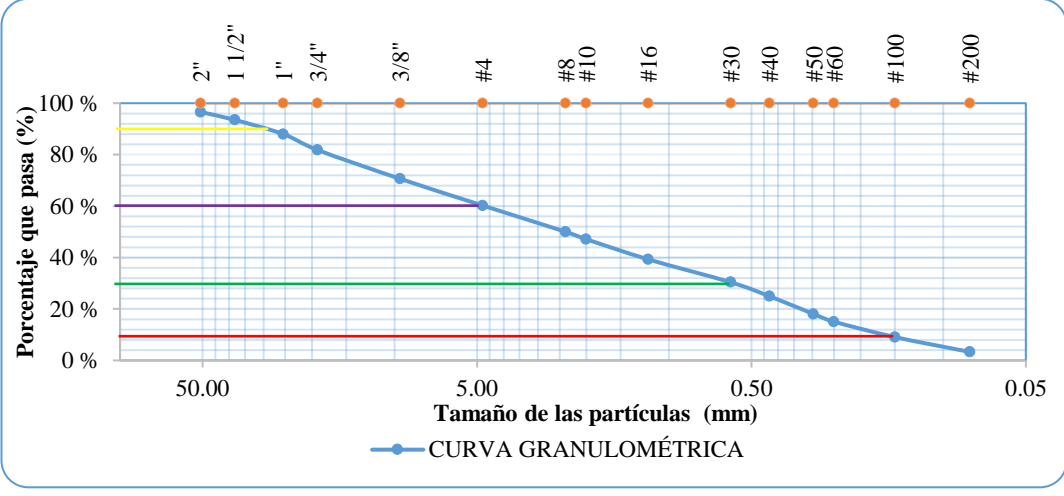
COORDENADA NORTE: 9863713.63

COORDENADA ESTE: 777358.82

ENSAYOS:



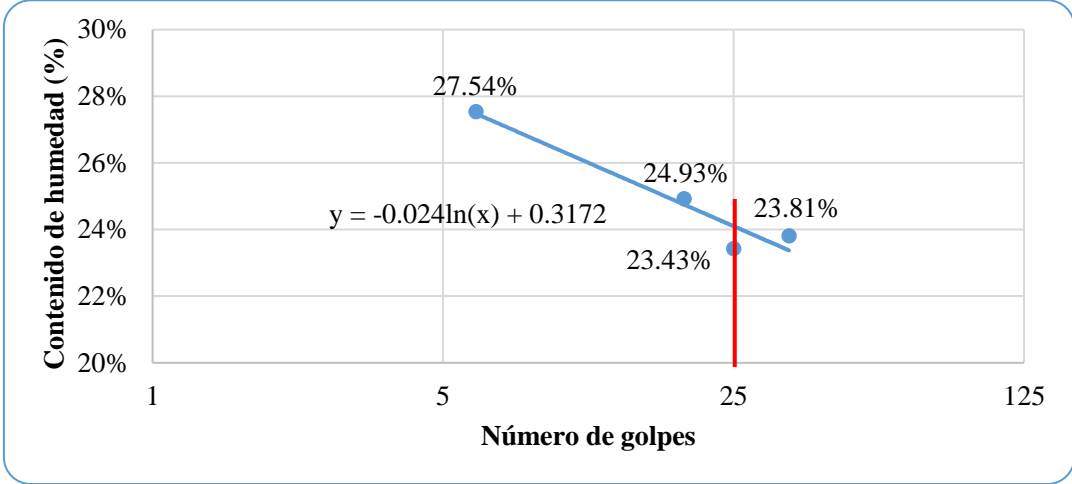
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITES DE ATERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR
- ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

Anexo C-11. Análisis granulométrico calicata 2 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS					
ESPECIFICACIONES					
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	8000		
Muestra	Material Granular	Abscisa:	km 12 + 600		
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.80	275.00	3.44	96.56	-
1 1/2"	38.10	521.00	6.51	93.49	-
1"	25.40	961.00	12.01	87.99	-
3/4"	19.05	1456.00	18.20	81.80	-
3/8"	9.53	2352.00	29.40	70.60	-
#4	4.76	3184.00	39.80	60.20	-
Pasa #4		4816.00	60.20		
#8	2.38	42.30	10.19	50.01	-
#10	2.00	54.30	13.08	47.12	-
#16	1.19	86.80	20.90	39.30	-
#30	0.60	123.80	29.81	30.39	-
#40	0.43	146.30	35.23	24.97	-
#50	0.30	175.10	42.16	18.04	-
#60	0.25	187.50	45.15	15.05	-
#100	0.15	212.30	51.12	9.08	-
#200	0.08	236.30	56.90	3.30	-
Pasa #200		13.70	3.30		
Total muestra				8000.00	
Total - Cuarteo (gr)				250.00	
CLASIFICACIÓN					
Grava				39.80	
Arena (Fina)				3.30	
Finos (Limos)				56.90	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material			
AASHTO M145	A-1-b	Cantos, Grava y Arena			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
 <p style="text-align: center;">—●— CURVA GRANULOMÉTRICA</p>					
PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA					
Diámetro efectivo (D10)	—	0.175 mm			
Diámetro Equiparable (D30)	—	0.582 mm			
Diámetro Dimensional (D60)	—	4.923 mm			
Diámetro (D90)	—	29.234 mm			
Coefficiente de uniformidad (Cu)		28.1058			
Coefficiente de curvatura (Cc)		0.391			



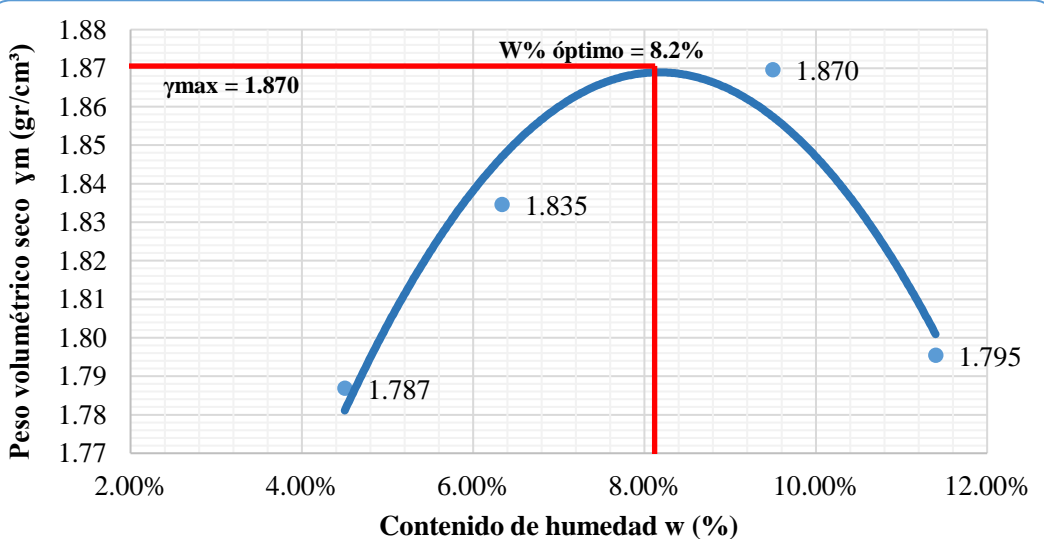
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-12. Límites de Atterberg calicata 2 muestra 1

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG </div>  </div>								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO: Copa de Casagrande	NORMAS: AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-71, INEN 691				MUESTRA: Cantos, grava y arena		ABSCISA: km 12 + 600	
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	16	40	22	21	12	60	35	30
Peso de la Muestra hum+ rec	24.6	26.1	25.4	24.4	23.1	21.4	19.5	19.7
Peso de la Muestra seca+ rec	21.6	22.9	22.7	21.6	21.2	19.1	17.9	18.1
Peso del recipiente	11.2	10.7	11.3	10.9	11.1	10.9	11.6	10.9
Peso del agua (Ww)	3	3.2	2.7	2.8	1.9	2.3	1.6	1.6
Peso de la muestra seca (Ws)	10.4	12.2	11.4	10.7	10.1	8.2	6.3	7.2
Contenido de humedad (w%)	28.8%	26.23%	23.68%	26.17%	18.81%	28.05%	25.40%	22.22%
Promedio de (w%)	27.54%		24.93%		23.43%		23.81%	
Número de golpes	6		19		25		34	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE LÍQUIDO								
24.00%								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	10	8	11	3	4	50		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+W_r)	11.50	6.80	7.70	7.40	10.60	5.70		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws+W_r)	11.10	6.50	7.50	7.20	10.40	5.60		
Peso del recipiente (W_r)	9.60	5.00	6.40	6.40	9.50	5.20		
Peso de agua (Ww)	0.40	0.30	0.20	0.20	0.20	0.10		
Peso muestra seca (Ws)	1.50	1.50	1.10	0.80	0.90	0.40		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	26.67 %	20.00%	18.18 %	25.00 %	22.22 %	25.00 %		
Promedio W% (L.P)	22.85%							
IP=LL - LP	1.15%							



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-13. Proctor modificado tipo B calicata 2 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
ESPECIFICACIONES			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 15600 gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Cantos, grava y arena
Abscisa: km 12+ 600	Norma: AASHTO T-180		Método: B
Peso inicial deseado	6000	6000	6000
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO			
Nº Molde	M1	M2	M3
Humedad inicial añadida	3%	6%	9%
Peso suelo + recipiente	19960	20155	20380
Peso del recipiente	15600	15600	15600
Peso de la masa de suelo (Wm)	4360	4555	4780
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO			
Longitud de la muestra	12.7	12.7	12.7
Diámetro de la muestra	15.3	15.3	15.3
Volumen de la muestra (Vm)	2334.94	2334.94	2334.94
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Nº Recipiente	57	58	12
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	133	130	146
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	129.9	124.5	138.2
Peso del recipiente Wr	30.9	30.8	25.2
Peso sguá (Ww)	3.1	5.5	7.8
Peso de la muestra seca (ws)	99	93.7	113
Contenido de humedad w%	3.13%	5.87%	6.90%
Contenido de humedad promedio	4.50%	6.34%	9.50%
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA			
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1.867	1.951	2.047
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO			
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1.787	1.835	1.870
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
 <p>The graph plots dry unit weight (γ_d) in gr/cm³ on the y-axis (ranging from 1.77 to 1.88) against moisture content (w) in % on the x-axis (ranging from 2.00% to 12.00%). A blue parabolic curve is shown with three data points: (4.5%, 1.787), (6.34%, 1.835), and (9.5%, 1.870). A vertical red line marks the peak at 8.2% moisture content, labeled 'W% óptimo = 8.2%'. A horizontal red line at the peak is labeled '$\gamma_{max} = 1.870$'.</p>			



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-14. CBR calicata 2 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR 						
ESPECIFICACIONES						
Tipo: Proctor Modificado			Peso del martillo: 10 lb			
Norma: AASHTO T-180			Altura de caída: 18"			
Peso Muestra (gr): 6000			Cont. de humedad óptimo (%): 8.20%			
Muestra: Cantos, grava y arena			Abscisa: km 12 + 600			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	B		B		B	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del remojo					
P. húmedo + molde	11910		11752		11582	
Peso molde	7096		7096		7096	
P. húmedo	4814		4656		4486	
Volumen muestra	2377.52		2377.52		2377.52	
Densidad humedad	2.025		1.958		1.887	
Densidad seca	1.869		1.801		1.732	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	5	6	3	4	1	2
P. hum. + recipiente	113.4	111.3	111.7	112.4	114.5	115.1
P. seco + recipiente	107.2	105.1	105.2	105.9	107.4	108.5
Peso recipiente	31.5	32.1	31.2	31.2	31.5	31.2
Peso agua	6.2	6.2	6.5	6.5	7.1	6.6
Peso de sólidos	75.7	73	74	74.7	75.9	77.3
Contenido humedad %	8.19%	8.49%	8.78%	8.70%	9.35%	8.54%
Cont. hum promedio%	8.34%		8.74%		8.95%	

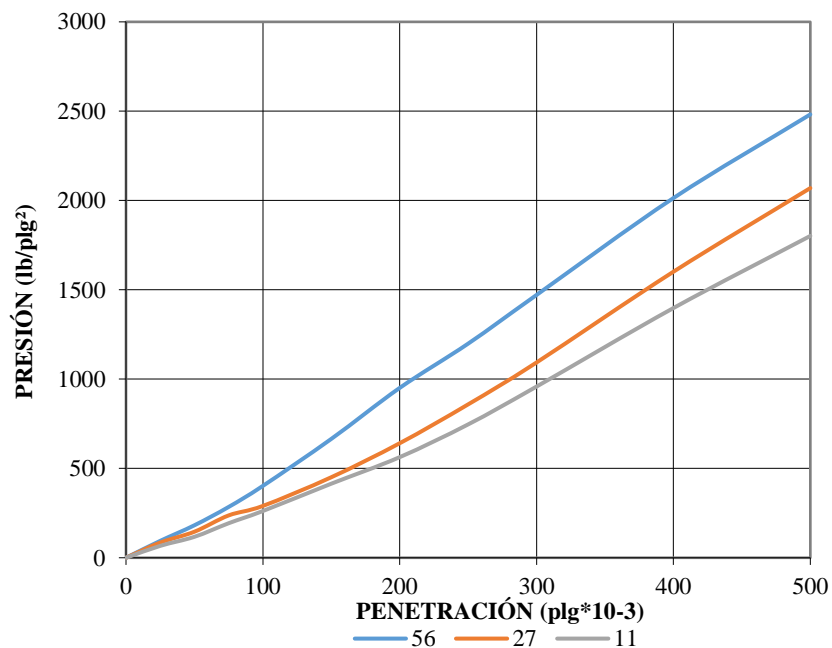
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-15. Ensayo de Carga vs Penetración para para CBR calicata 2 muestra 1

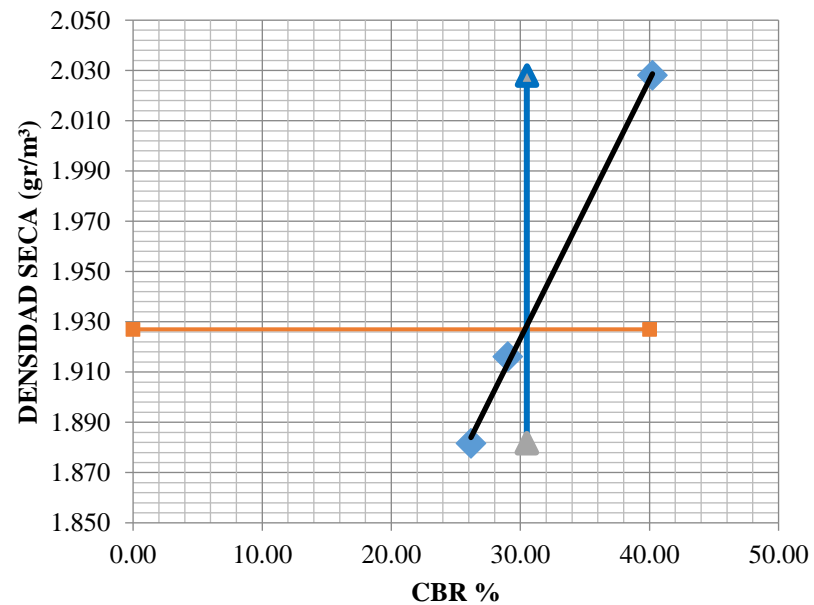
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					Área del pistón= 3 plg ²		NORMA: ASTM D 193 - 13			Cantos, grava y arena		ABSCISA:12+600			
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	283.60	94.53			255.20	85.07			200.00	66.67		
1	0	1.27	50	545.80	181.93			437.60	145.87			352.00	117.33		
1	0	1.91	75	853.60	284.53			711.20	237.07			580.00	193.33		
2	0	2.54	100	1207.00	402.33	402.33	40.23	870.80	290.27	290.27	29.03	785.20	261.73	261.73	26.17
3	0	3.81	150	1996.40	665.47			1352.40	450.80			1244.00	414.67		
4	0	5.08	200	2852.80	950.93			1923.80	641.27			1690.00	563.33		
5	0	6.35	250	3596.60	1198.87			2576.40	858.80			2240.00	746.67		
6	0	7.62	300	4414.60	1471.53			3280.40	1093.47			2875.60	958.53		
8	0	10.16	400	6041.00	2013.67			4804.20	1601.40			4194.20	1398.07		
10	0	12.70	500	7445.60	2481.87			6208.80	2069.60			5405.00	1801.67		
CBR Corregido							40.23				29.03				26.17

GRÁFICOS C.B.R.

PRESIÓN - PENETRACIÓN



DENSIDAD SECA- CBR



DENSIDAD			RESISTENCIA			DENSIDAD MÁX			
Densidad 56	2.028	gr/cm ³	CBR 56	40.23	%	2.028			
Densidad 27	1.916	gr/cm ³	CBR 27	29.03	%	95% DE DM			
Densidad 11	1.882	gr/cm ³	CBR 11	26.17	%	1.927	1.927	1.882	2.028
						0	40	30.5	30.5
						CBR PUNTUAL %		30.50	

Autor: Gina Ortiz

CALICATA 2

MUESTRA 2

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 12+600



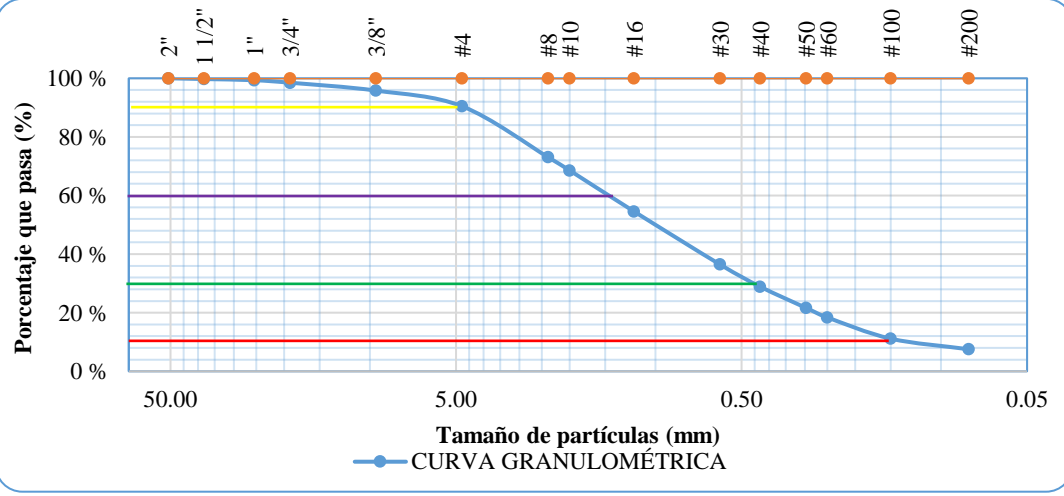
COORDENADA NORTE: 9863713.63

COORDENADA ESTE: 777358.82

ENSAYOS:



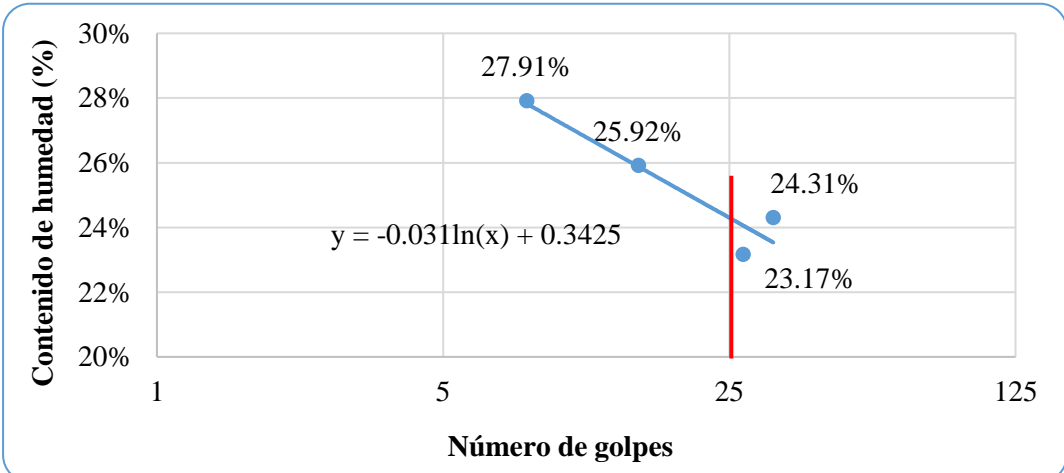
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITES DE ATERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR
- ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

Anexo C-16. Análisis granulométrico calicata 2 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS					
ESPECIFICACIONES					
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	8000		
Muestra	Subrasante	Abscisa:	km 12 + 600		
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	-
1 1/2"	38.10	21.00	0.26	99.74	-
1"	25.40	53.00	0.66	99.34	-
3/4"	19.05	121.00	1.51	98.49	-
3/8"	9.53	336.00	4.20	95.80	-
#4	4.76	764.00	9.55	90.45	-
Pasa #4		7236.00	90.45		
#8	2.38	48.00	17.37	73.08	-
#10	2.00	60.50	21.89	68.56	-
#16	1.19	99.20	35.89	54.56	-
#30	0.60	149.20	53.98	36.47	-
#40	0.43	170.20	61.58	28.87	-
#50	0.30	190.20	68.81	21.64	-
#60	0.25	199.20	72.07	18.38	-
#100	0.15	219.20	79.31	11.14	-
#200	0.08	229.20	82.92	7.53	-
Pasa #200		20.80	7.53		
Total muestra				8000.00	
Total - Cuarteo (gr)				250.00	
CLASIFICACIÓN					
Grava		9.55			
Arena(Fina)		7.53			
Finos (Limos)		82.92			
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material			
AASHTO M145	A-4	Suelos Limosos			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA					
Diámetro efectivo (D10)	—	0.142 mm			
Diámetro Equiparable (D30)	—	0.452 mm			
Diámetro Dimensional (D60)	—	1.592 mm			
Diámetro (D90)	—	4.923 mm			
Coefficiente de uniformidad (Cu)		11.197			
Coefficiente de curvatura (Cc)		0.897			



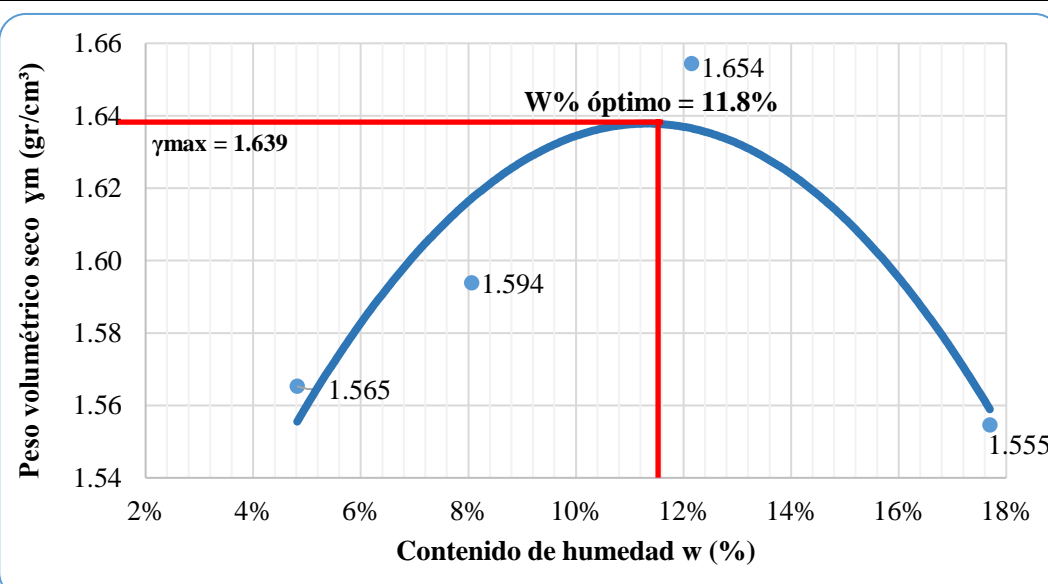
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-17. Límites de Atterberg calicata 2 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG 								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO: Copa de Casagrande			NORMAS: AASHTO: T-90-70; ASTM: D-424-71; INEN 691			MUESTRA: Suelo limoso		ABSCISA: km 12 + 600
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	11	14	68	3	42	13	14	7
Peso de la muestra hum+ rec	24.7	26.2	25.5	24.4	23.2	21.5	19.6	19.8
Peso de la muestra seca+ rec	21.6	23	22.6	21.6	21.3	19.2	18	18.1
Peso del recipiente	11.2	10.7	11.3	10.9	11.1	10.9	11.6	10.9
Peso del agua (Ww)	3.1	3.2	2.9	2.8	1.9	2.3	1.6	1.7
Peso de la muestra seca (Ws)	10.4	12.3	11.3	10.7	10.2	8.3	6.4	7.2
Contenido de humedad (w%)	29.81%	26.02%	25.66%	26.17%	18.63%	27.71%	25.00%	23.61%
Promedio de (w%)	27.91%		25.92%		23.17%		24.31%	
Número de golpes	8		15		27		32	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE LÍQUIDO								
24.27%								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	17	6	14	10	12	5		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	6.20	7.10	6.70	5.20	6.00	7.00		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	5.90	6.80	6.50	5.00	5.90	6.90		
Peso del recipiente (Wr)	4.60	5.60	5.60	4.30	5.30	6.40		
Peso de agua (Ww)	0.30	0.30	0.20	0.20	0.10	0.10		
Peso muestra seca (Ws)	1.30	1.20	0.90	0.70	0.60	0.50		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	23.08%	25.00%	22.22%	28.57%	16.67%	20.00%		
Promedio W% (L.P)	22.59%							
IP=LL - LP	1.68%							



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-18. Proctor modificado tipo B calicata 2 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 15100 gr					
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Suelo limoso					
Abscisa: km 12+600	Normas: AASHTO T-180		Método: B					
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad inicial añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso suelo + recipiente	18920	19110	19420	19360				
Peso del recipiente	15100	15100	15100	15100				
Peso de la masa de suelo (Wm)	3820	4010	4320	4260				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la muestra	12.5	12.5	12.5	12.5				
Diámetro de la muestra	15.4	15.4	15.4	15.4				
Volumen de la muestra (Vm)	2328.31	2328.31	2328.31	2328.31				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Recipiente	67	65	51	63	12	59	70	58
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	141.6	139.1	140.6	118.6	116.1	130.3	160.9	160.2
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	136	134.6	133.1	111.5	106.1	119.6	144.9	141.3
Peso del recipiente Wr	30.2	31	30.2	31.1	25.2	30	57.4	30.8
Peso agua (Ww)	5.6	4.5	7.5	7.1	10	10.7	16	18.9
Peso de la muestra seca (ws)	105.8	103.6	102.9	80.4	80.9	89.6	87.5	110.5
Contenido de humedad w%	5.29 %	4.34 %	7.29 %	8.83 %	12.36 %	11.94 %	18.29 %	17.10 %
Contenido de humedad promedio	4.82%		8.06%		12.15%		17.69%	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1.641		1.722		1.855		1.830	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1.565		1.594		1.654		1.555	
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
 <p> $\gamma_{max} = 1.639$ $W\% \text{ óptimo} = 11.8\%$ </p>								



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-19. CBR calicata 2 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo: Proctor Modificado			Peso del martillo: 10 lb			
Norma: AASHTO T-180			Altura de caída: 18"			
Peso muestra (gr): 6000			Cont. de humedad óptimo (%): 11.80%			
Muestra: Suelo limoso			Abscisa: km 12 + 600			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	B		B		B	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Después del remojo					
P. húmedo + molde	11571		11498		11326	
Peso molde	7391		7391		7391	
P. húmedo	4180		4107		3935	
Volumen muestra	2334.95		2334.95		2334.95	
Densidad humedad	1.790		1.759		1.685	
Densidad seca	1.603		1.572		1.496	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	5	6	3	4	1	2
P. hum. + recipiente	121	122.6	124.3	123.5	119.8	120
P. seco + recipiente	111.7	113.1	114.3	113.8	109.6	110.3
Peso recipiente	31.5	32.1	31.2	31.2	31.5	31.2
Peso agua	9.3	9.5	10	9.7	10.2	9.7
Peso de sólidos	80.2	81	83.1	82.6	78.1	79.1
Contenido humedad %	11.60%	11.73%	12.03%	11.74%	13.06%	12.26%
Cont. hum promedio%	11.66%		11.89%		12.66%	

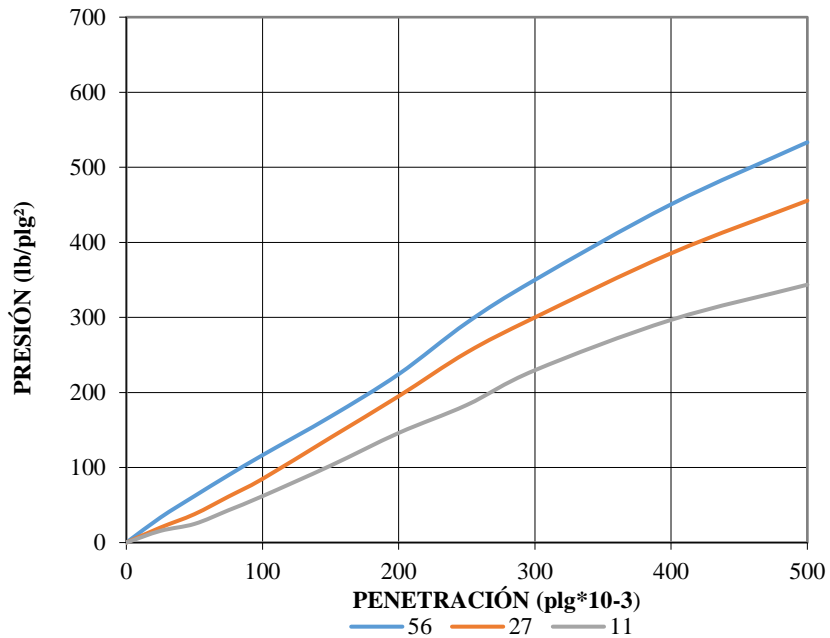
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-20. Ensayo de Carga vs Penetración para CBR calicata 2 muestra 2

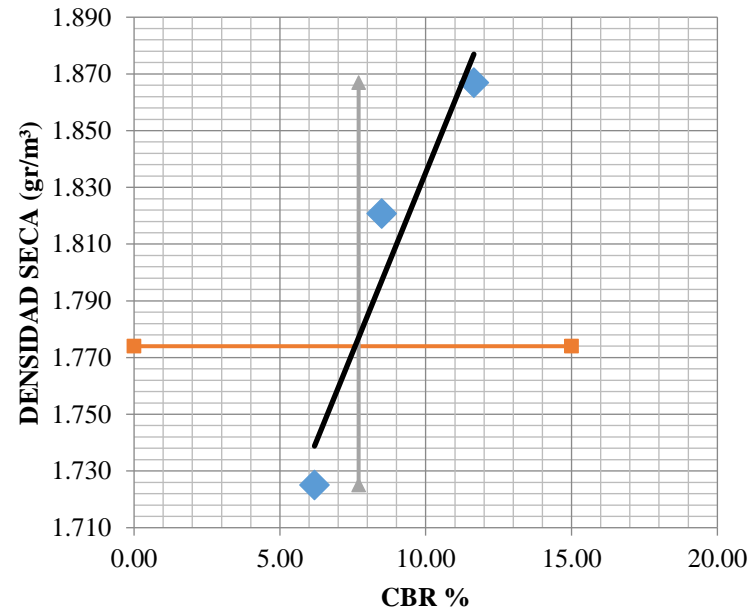
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					Área del pistón = 3 plg ²		NORMA: ASTM D 193 - 13			Suelo limoso	ABSCISA: 12+600				
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	100.00	33.33			60.00	20.00			46.70	15.57		
1	0	1.27	50	185.90	61.97			113.60	37.87			74.60	24.87		
1	0	1.91	75	269.30	89.77			183.80	61.27			129.20	43.07		
2	0	2.54	100	349.50	116.50	116.50	11.65	254.60	84.87	84.87	8.49	185.60	61.87	61.87	6.19
3	0	3.81	150	503.80	167.93			419.80	139.93			307.60	102.53		
4	0	5.08	200	673.30	224.43			585.20	195.07			438.30	146.10		
5	0	6.35	250	878.80	292.93			760.00	253.33			550.00	183.33		
6	0	7.62	300	1050.00	350.00			900.00	300.00			689.00	229.67		
8	0	10.16	400	1352.00	450.67			1156.20	385.40			890.10	296.70		
10	0	12.70	500	1600.00	533.33			1366.50	455.50			1030.60	343.53		
CBR Corregido							11.65				8.49				6.19

GRÁFICOS C.B.R.

PRESIÓN - PENETRACIÓN



DENSIDAD SECA- CBR



DENSIDAD			RESISTENCIA			DENSIDAD MÁX			
Densidad 56	1.867	gr/cm ³	CBR 56	11.65	%	1.867			
Densidad 27	1.821	gr/cm ³	CBR 27	8.49	%	95% DE DM			
Densidad 11	1.725	gr/cm ³	CBR 11	6.19	%	1.774	1.774	1.725	1.867
						0	15	7.7	7.7
						CBR PUNTUAL			
						7.70			

Autor: Gina Ortiz

CALICATA 3

MUESTRA 1

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 13+900



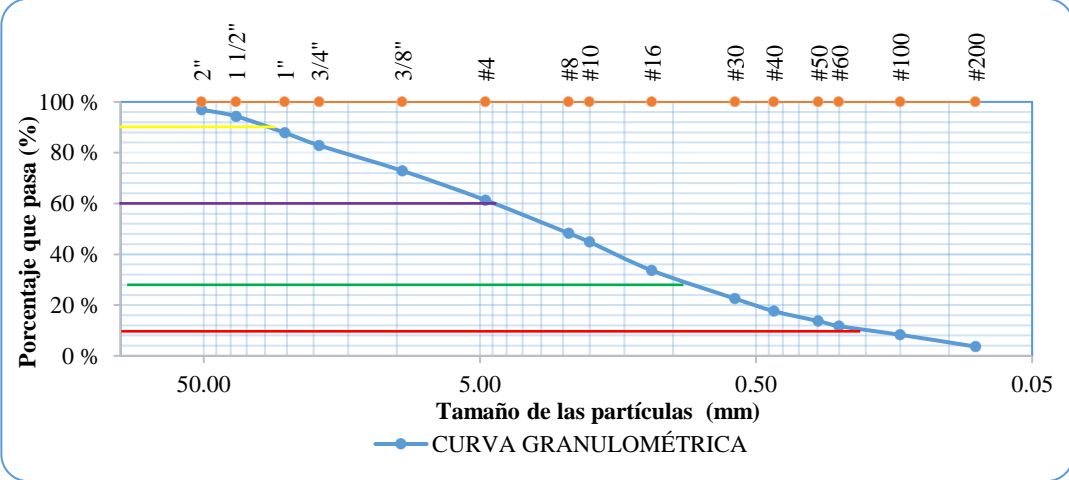
COORDENADA NORTE: 9864488.25

COORDENADA ESTE: 777506.4

ENSAYOS:



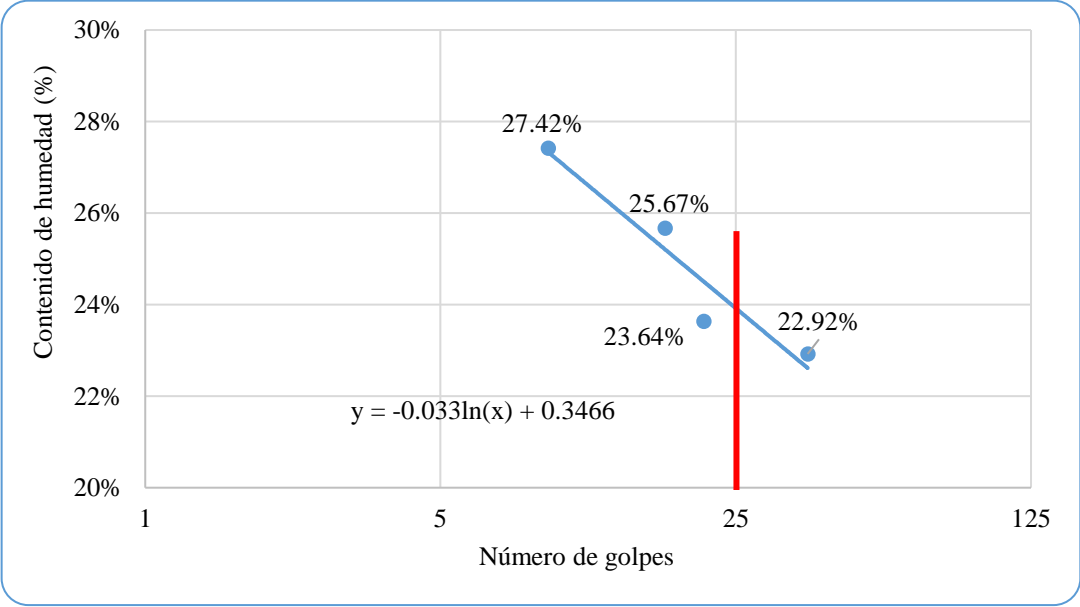
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITES DE ATERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR
- ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

Anexo C-21. Análisis granulométrico calicata 3 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS		 FCM			
ESPECIFICACIONES					
Norma:	ASTM-C136	Peso Muestra (gr):	8000		
Muestra	Material Granular	Abscisa:	km 13 + 900		
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.80	245.00	3.06	96.94	-
1 1/2"	38.10	455.00	5.69	94.31	-
1"	25.40	975.00	12.19	87.81	-
3/4"	19.05	1373.00	17.16	82.84	-
3/8"	9.53	2173.00	27.16	72.84	-
#4	4.76	3098.00	38.73	61.28	-
Pasa #4		4902.00	61.28		
#8	2.38	53.20	13.04	48.24	-
#10	2.00	67.20	16.47	44.80	-
#16	1.19	112.90	27.67	33.60	-
#30	0.60	158.10	38.75	22.52	-
#40	0.43	178.20	43.68	17.60	-
#50	0.30	194.20	47.60	13.68	-
#60	0.25	202.20	49.56	11.72	-
#100	0.15	216.20	52.99	8.28	-
#200	0.08	235.20	57.65	3.63	-
Pasa #200		14.80	3.63		
Total muestra				8000.00	
Total - Cuarteo (gr)				250.00	
CLASIFICACIÓN					
Grava				38.73	
Arena(Fina)				3.63	
Finos (Limos)				57.65	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material			
AASHTO M145	A-1-b	Cantos, Grava y Arena			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA					
Diámetro efectivo (D10)	—	0.182 mm			
Diámetro Equiparable (D30)	—	0.924 mm			
Diámetro Dimensional (D60)	—	4.308 mm			
Diámetro (D90)	—	29.845 mm			
Coefficiente de uniformidad (Cu)		23.889			
Coefficiente de curvatura (Cc)		1.103			



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-22. Límites de Atterberg calicata 3 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG 								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO: Copa de Casagrande	NORMAS: AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-71, INEN 691				MUESTRA: Cantos, grava y arena		ABSCISA: km 13 + 900	
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	18	21	7	15	12	50	13	11
Peso de la muestra hum+ rec	28.7	25.8	22.4	23.8	24.1	22	19.9	20.4
Peso de la muestra seca+ rec	25	22.7	20	21.4	21.8	19.8	18.1	18.7
Peso del recipiente	11.5	11.4	11.3	11.3	11.2	11.2	10.7	10.8
Peso del agua (Ww)	3.7	3.1	2.4	2.4	2.3	2.2	1.8	1.7
Peso de la muestra seca (Ws)	13.5	11.3	8.7	10.1	10.6	8.6	7.4	7.9
Contenido de humedad (w%)	27.41%	27.43%	27.59%	23.76%	21.70%	25.58%	24.32%	21.52%
Promedio de (w%)	27.42%		25.67%		23.64%		22.92%	
Número de golpes	9		17		21		37	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE LÍQUIDO								
24.03%								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	55	4	18	35	11	3		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	6.40	11.70	11.50	6.60	11.20	11.60		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	6.20	11.40	11.30	6.50	11.00	11.50		
Peso del recipiente (Wr)	5.20	10.20	10.60	6.00	10.30	10.80		
Peso de agua (Ww)	0.20	0.30	0.20	0.10	0.20	0.10		
Peso muestra seca (Ws)	1.00	1.20	0.70	0.50	0.70	0.70		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	20.00%	25.00%	28.57%	20.00%	28.57%	14.29%		
Promedio W% (L.P)	22.74%							
IP=LL - LP	1.29%							

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-23. Proctor modificado tipo B calicata 3 muestra 1



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 14563 gr					
Número de capas: 5	Peso del Martillo: 10 lb		Muestra: Cantos, grava y arena					
Abscisa: km 13+900	Norma: AASHTOT-180		Método: B					
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad inicial añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso suelo + recipiente	19110	19350	19560	19480				
Peso del recipiente	14563	14563	14563	14563				
Peso de la masa de suelo (Wm)	4547	4787	4997	4917				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la muestra	12.6	12.6	12.6	12.6				
Diámetro de la muestra	15.3	15.3	15.3	15.3				
Volumen de la muestra (Vm)	2316.56	2316.56	2316.56	2316.56				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Recipiente	1	5	12	58	26	22	54	56
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	127.5	133.4	135.8	134.3	128.6	127	133.5	135.5
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	123.8	128	129	127	118.2	118.2	120.4	120.4
Peso del recipiente Wr	32.1	32.8	33.2	32.8	31.7	31.7	23.2	24.8
Peso agua (Ww)	3.7	5.4	6.8	7.3	10.4	8.8	13.1	15.1
Peso de la muestra seca (ws)	91.7	95.2	95.8	94.2	86.5	86.5	97.2	95.6
Contenido de humedad w%	4.03%	5.67%	7.10%	7.75%	12.02%	10.17%	13.48%	15.79%
Contenido de humedad promedio	4.85%		7.42%		11.10%		14.64%	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1.963	2.066	2.157	2.123				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1.872	1.924	1.942	1.852				
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

El gráfico muestra una curva parabólica que relaciona el peso volumétrico seco (γ_m) con el contenido de humedad (w). El punto de máxima densidad se encuentra en $w = 9.8\%$ y $\gamma_m = 1.945$ gr/cm³. Los datos experimentales se detallan en la siguiente tabla:

Contenido de humedad w (%)	Peso volumétrico seco γ_m (gr/cm ³)
4.03%	1.872
5.67%	1.924
7.10%	1.942
7.75%	1.852



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-24. CBR calicata 3 muestra 1

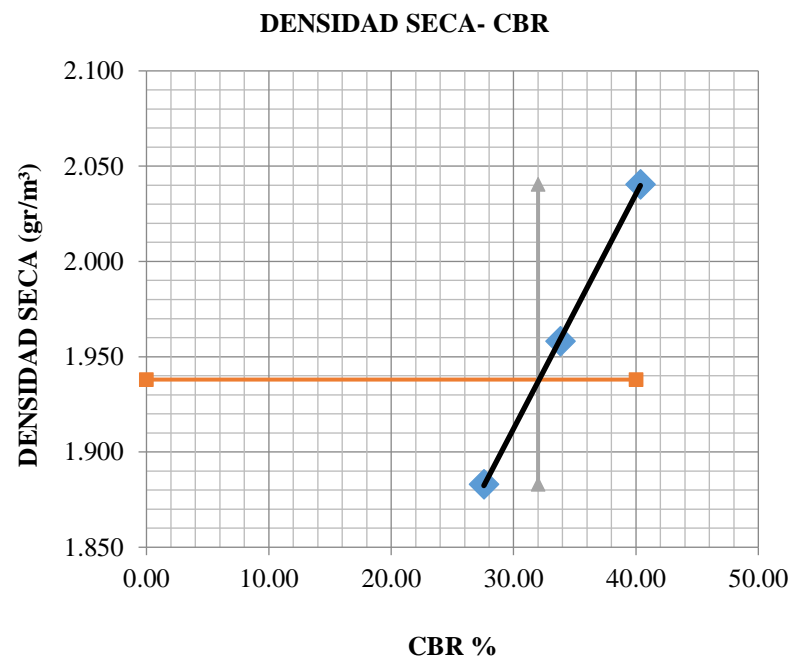
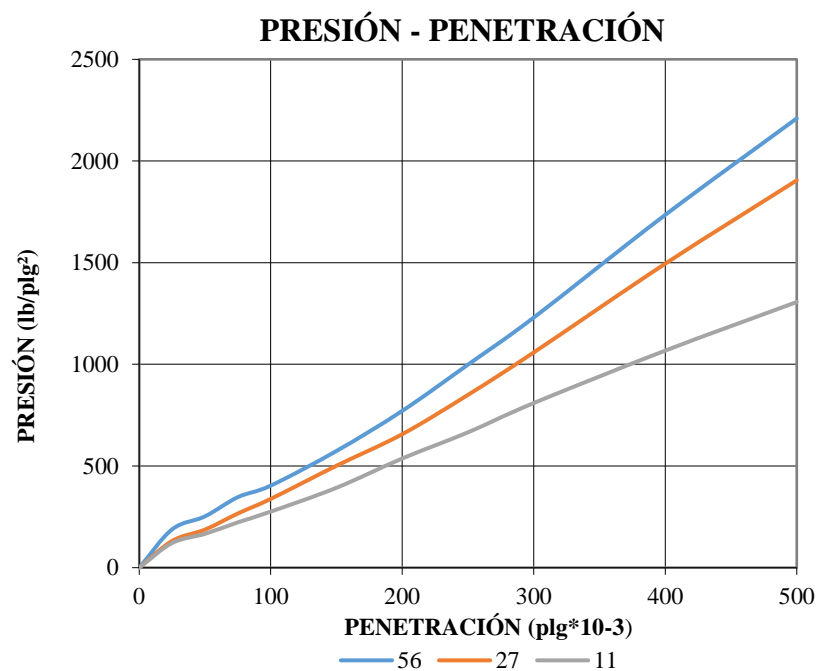
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo: Proctor Modificado	Peso del martillo: 10 lb					
Norma: AASHTO T-180	Altura de caída: 18"					
Peso muestra (gr): 6000	Cont. de humedad óptimo (%): 9.80%					
Muestra: Cantos, grava y arena	Abscisa: km 13 + 900					
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	B	B	B			
N° de capas	5	5	5			
N° de golpes	56	27	11			
Cond. Muestra	Antes del remojo					
P. húmedo + molde	12120	11975	11770			
Peso molde	7390	7390	7390			
P. húmedo	4730	4585	4380			
Volumen muestra	2334.95	2334.95	2334.95			
Densidad humedad	2.026	1.964	1.876			
Densidad seca	1.847	1.787	1.704			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	10	11	12	14	15	16
P. hum. + recipiente	133.8	134.4	136.5	139.1	149	147.4
P. seco + recipiente	124.9	125.4	127.3	129.4	138.3	136.9
Peso recipiente	33	32.1	33	32.9	31.2	33.6
Peso agua	8.9	9	9.2	9.7	10.7	10.5
Peso de sólidos	91.9	93.3	94.3	96.5	107.1	103.3
Contenido humedad %	9.68%	9.65%	9.76%	10.05%	9.99%	10.16%
Cont. hum promedio%	9.67%		9.90%		10.08%	

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-25. Ensayo de Carga vs Penetración para CBR calicata 3 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					Área del pistón = 3 plg ²			NORMA: ASTM D 193 - 13			Cantos, grava y arena		ABSCISA: 13+900		
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	565.20	188.40			395.00	131.67			364.00	121.33		
1	0	1.27	50	757.60	252.53			562.00	187.33			499.40	166.47		
1	0	1.91	75	1041.20	347.07			800.00	266.67			669.00	223.00		
2	0	2.54	100	1210.80	403.60	403.60	40.36	1015.20	338.40	338.40	33.84	827.20	275.73	275.73	27.57
3	0	3.81	150	1722.40	574.13			1504.00	501.33			1179.20	393.07		
4	0	5.08	200	2313.80	771.27			1970.00	656.67			1611.00	537.00		
5	0	6.35	250	2996.40	998.80			2550.00	850.00			1997.20	665.73		
6	0	7.62	300	3690.40	1230.13			3175.60	1058.53			2429.00	809.67		
8	0	10.16	400	5205.20	1735.07			4485.20	1495.07			3202.80	1067.60		
10	0	12.70	500	6628.80	2209.60			5715.00	1905.00			3919.60	1306.53		
CBR Corregido							40.36				33.84				27.57

GRÁFICOS C.B.R.



DENSIDAD			RESISTENCIA			DENSIDAD MÁX			
Densidad 56	2.028	gr/cm ³	CBR 56	40.23	%	2.028			
Densidad 27	1.916	gr/cm ³	CBR 27	29.03	%	95% DE DM			
Densidad 11	1.882	gr/cm ³	CBR 11	26.17	%	1.927	1.927	1.882	2.028
						0	40	30.5	30.5
						CBR PUNTUAL %			
						30.50			

Autor: Gina Ortiz

CALICATA 3

MUESTRA 2

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 13+900



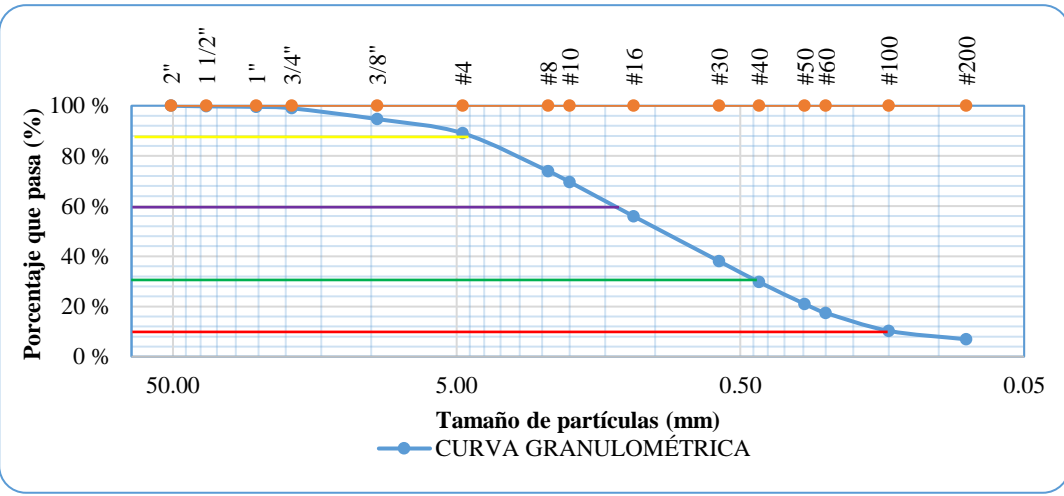
COORDENADA NORTE: 9864488.25

COORDENADA ESTE: 777506.4

ENSAYOS:



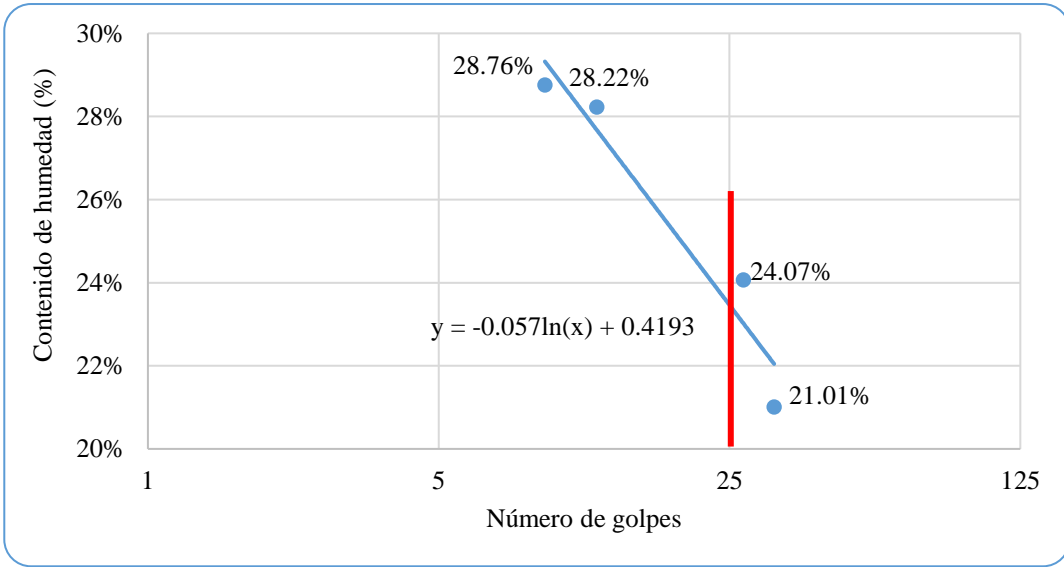
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITES DE ATERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR
- ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

Anexo C-26. Análisis granulométrico calicata 3 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS					
ESPECIFICACIONES					
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	8000		
Muestra	Subrasante	Abscisa:	km 13 + 900		
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	-
1 1/2"	38.10	20.00	0.25	99.75	-
1"	25.40	37.00	0.46	99.54	-
3/4"	19.05	82.00	1.03	98.98	-
3/8"	9.53	427.00	5.34	94.66	-
#4	4.76	877.00	10.96	89.04	-
Pasa #4		7123.00	89.04		
#8	2.38	42.40	15.10	73.94	-
#10	2.00	54.50	19.41	69.63	-
#16	1.19	92.90	33.09	55.95	-
#30	0.60	143.10	50.97	38.07	-
#40	0.43	166.50	59.30	29.74	-
#50	0.30	191.00	68.02	21.01	-
#60	0.25	201.00	71.59	17.45	-
#100	0.15	221.10	78.74	10.29	-
#200	0.08	230.60	82.13	6.91	-
Pasa #200		19.40	6.91		
Total muestra				8000.00	
Total - Cuarteo (gr)				250.00	
CLASIFICACIÓN					
Grava				10.96	
Arena(Fina)				6.91	
Finos (Limos)				82.13	
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material			
AASHTO M145	A-4	Suelos Limosos			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA					
Diámetro efectivo (D10)	—	0.152 mm			
Diámetro Equiparable (D30)	—	0.443 mm			
Diámetro Dimensional (D60)	—	1.351 mm			
Diámetro (D90)	—	4.921 mm			
Coefficiente de uniformidad (Cu)		9.004 mm			
Coefficiente de curvatura (Cc)		0.956 mm			



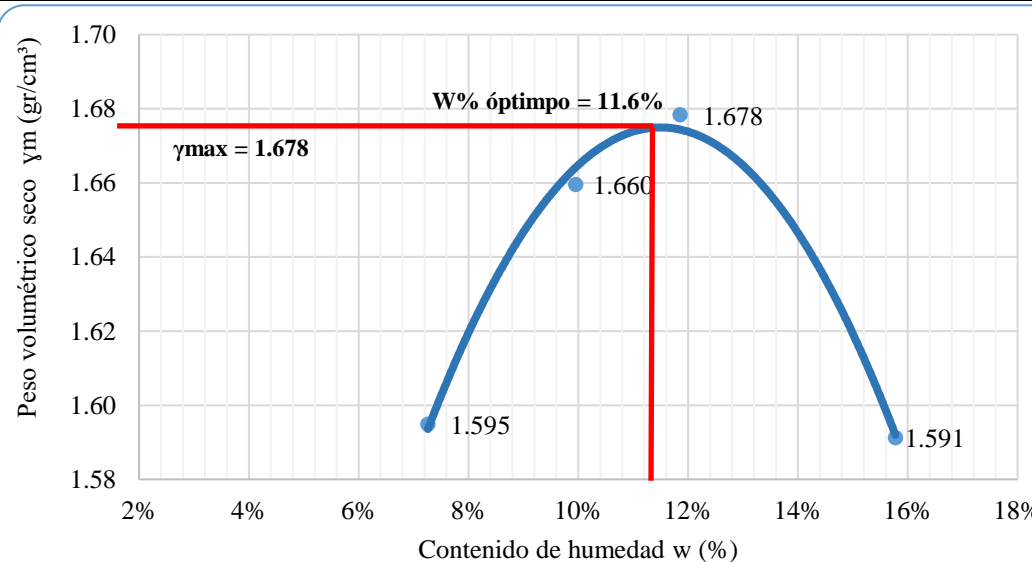
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-27. Límites de Atterberg calicata 3 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO: Copa De Casagrande	NORMAS: AASHTO: T-90-70 ASTM: D-424-71, INEN 691				MUESTRA: Suelo limoso	ABSCISA: km 13 + 900		
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	40	18	65	68	10	14	75	21
Peso de la muestra hum+ rec	26.1	22.8	21.9	22.5	22	20	18.6	19.4
Peso de la muestra seca+ rec	22.8	20.2	19.6	20	19.9	18.2	17	18.2
Peso del recipiente	11	11.4	11.3	11.3	11.2	10.7	10.8	10.8
Peso del agua (Ww)	3.3	2.6	2.3	2.5	2.1	1.8	1.6	1.2
Peso de la muestra seca (Ws)	11.8	8.8	8.3	8.7	8.7	7.5	6.2	7.4
Contenido de humedad (w%)	27.97%	29.55%	27.71%	28.74%	24.14%	24.00%	25.81%	16.22%
Promedio de (w%)	28.76%		28.22%		24.07%		21.01%	
Número de golpes	9		12		27		32	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE LÍQUIDO								
23.58%								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	60	61	2	4	66	41		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+W_r)	6.50	6.40	5.80	4.90	6.00	7.20		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws+W_r)	6.20	6.20	5.60	4.80	5.90	7.10		
Peso del recipiente (W_r)	5.10	5.30	4.80	4.20	5.50	6.60		
Peso de agua (Ww)	0.30	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10		
Peso muestra seca (Ws)	1.10	0.90	0.80	0.60	0.40	0.50		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	27.27%	22.22%	25.00%	16.67%	25.00%	20.00%		
Promedio W% (L.P)	22.69%							
IP=LL - LP	0.81%							



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-28. Proctor modificado tipo B calicata 3 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
ESPECIFICACIONES			
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"		Peso del molde: 15100 gr
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb		Muestra: Suelo limoso
Abscisa: km 13+900	Norma: AASHTO T-180		Método: B
Peso inicial deseado	6000	6000	6000 6000
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO			
Nº Molde	M1	M2	M3 M4
Humedad inicial añadida	3%	6%	9% 12%
Peso suelo + recipiente	19000	19260	19380 19300
Peso del recipiente	15100	15100	15100 15100
Peso de la masa de suelo (Wm)	3900	4160	4280 4200
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO			
Longitud de la muestra	12.4	12.4	12.4 12.4
Diámetro de la muestra	15.3	15.3	15.3 15.3
Volumen de la muestra (Vm)	2279.79	2279.79	2279.79 2279.79
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Nº Recipiente	25	64	28 14 60 45 61 19
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	149.5	146.9	134.2 131.8 147.7 137.7 153.3 148.3
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	141	138.6	124.1 122.3 134.6 125.9 135.5 132
Peso del recipiente Wr	24.7	23.5	23.1 26.4 26.4 24.2 23.9 27.5
Peso agua (Ww)	8.5	8.3	10.1 9.5 13.1 11.8 17.8 16.3
Peso de la muestra seca (ws)	116.3	115.1	101 95.9 108.2 101.7 111.6 104.5
Contenido de humedad w%	7.31%	7.21%	10.00% 9.91% 12.11% 11.60% 15.95% 15.60%
Contenido de humedad promedio	7.26%		9.95% 11.85% 15.77%
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA			
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1.711	1.825	1.877 1.842
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO			
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1.595	1.660	1.678 1.591
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO			
 <p>The graph plots dry unit weight (γ_d) in gr/cm³ on the y-axis (ranging from 1.58 to 1.70) against moisture content (w) in % on the x-axis (ranging from 2% to 18%). A blue parabolic curve is shown with four data points: (7.31%, 1.595), (7.21%, 1.660), (11.60%, 1.678), and (15.95%, 1.591). A vertical red line marks the peak at 11.6% moisture content, labeled 'W% óptimo = 11.6%'. A horizontal red line marks the peak's dry unit weight at 1.678, labeled '$\gamma_{max} = 1.678$'.</p>			



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-29. CBR calicata 3 muestra 2

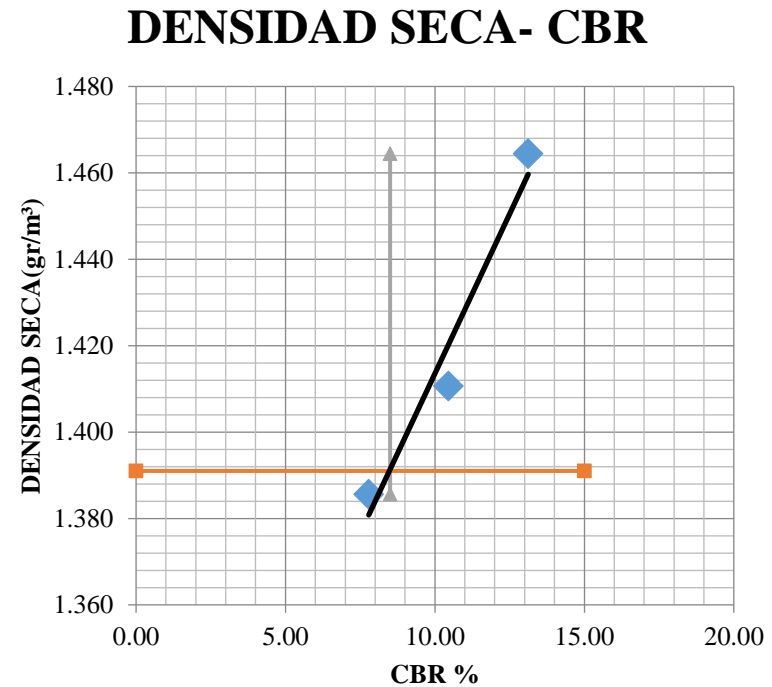
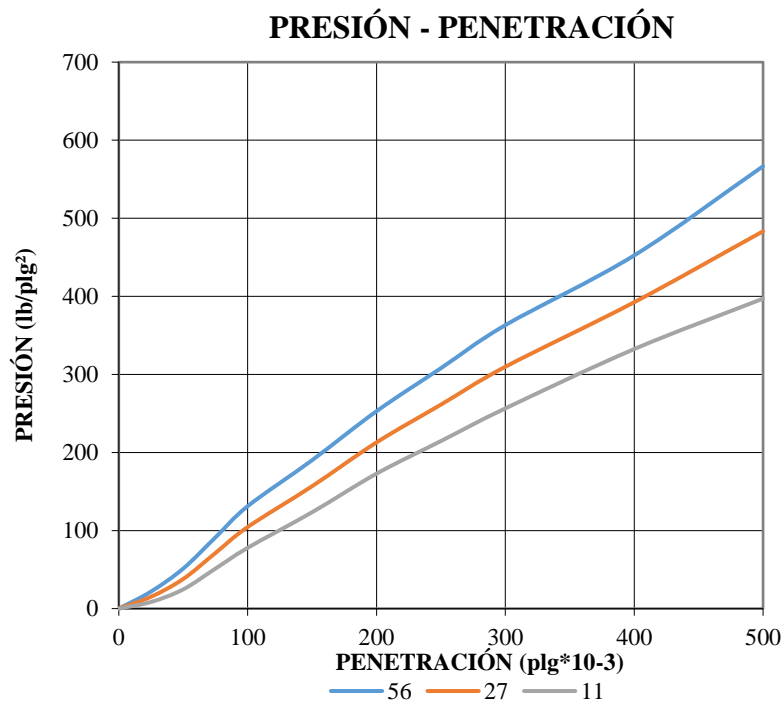
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR						
ESPECIFICACIONES						
Tipo: Proctor Modificado			Peso del martillo: 10 lb			
Norma: AASHTO T-180			Altura de caída: 18"			
Peso muestra (gr): 6000			Cont. de humedad óptimo (%): 11.60%			
Muestra: Suelo limoso			Abscisa: km 13+900			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	B		B		B	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Después del remojo					
P. húmedo + molde	10986		10850		10800	
Peso molde	7096		7096		7096	
P. húmedo	3890		3754		3704	
Volumen muestra	2377.52		2377.52		2377.52	
Densidad humedad	1.636		1.579		1.558	
Densidad seca	1.464		1.411		1.386	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	10	11	12	14	15	16
P. hum. + recipiente	118	117.7	119.4	120.1	119	118.5
P. seco + recipiente	108.9	108.9	109.9	111.1	109.3	109.1
Peso recipiente	33	32.1	33	32.9	31.2	33.6
Peso agua	9.1	8.8	9.5	9	9.7	9.4
Peso de sólidos	75.9	76.8	76.9	78.2	78.1	75.5
Contenido humedad %	11.99%	11.46%	12.35%	11.51%	12.42%	12.45%
Cont. hum promedio%	11.72%		11.93%		12.44%	

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-30. Ensayo de Carga vs Penetración para CBR calicata 3 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					Área del pistón= 3 plg ²		NORMA: ASTM D 193 - 13			Suelo limoso	ABSCISA: 13+900				
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	65.60	21.87			45.60	15.20			25.60	8.53		
1	0	1.27	50	154.00	51.33			114.00	38.00			74.00	24.67		
1	0	1.91	75	273.80	91.27			213.80	71.27			153.80	51.27		
2	0	2.54	100	393.60	131.20	131.20	13.12	313.60	104.53	104.53	10.45	233.60	77.87	77.87	7.79
3	0	3.81	150	570.40	190.13			470.40	156.80			370.40	123.47		
4	0	5.08	200	758.60	252.87			638.60	212.87			518.60	172.87		
5	0	6.35	250	924.00	308.00			784.00	261.33			644.00	214.67		
6	0	7.62	300	1089.40	363.13			929.40	309.80			769.40	256.47		
8	0	10.16	400	1357.40	452.47			1177.40	392.47			997.40	332.47		
10	0	12.70	500	1700.00	566.67			1450.00	483.33			1191.20	397.07		
CBR Corregido							13.12				10.45				7.79

GRÁFICOS C.B.R.



DENSIDAD			RESISTENCIA			DENSIDAD MÁX		1.464		
Densidad 56	1.464	gr/cm ³	CBR 56	13.12	%	95% DE DM	1.391	1.391	1.386	1.464
Densidad 27	1.411	gr/cm ³	CBR 27	10.45	%		0	15	8.5	8.5
Densidad 11	1.386	gr/cm ³	CBR 11	7.79	%	CBR PUNTUAL	8.50			

Autor: Gina Ortiz

CALICATA 4

MUESTRA 1

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 14+900



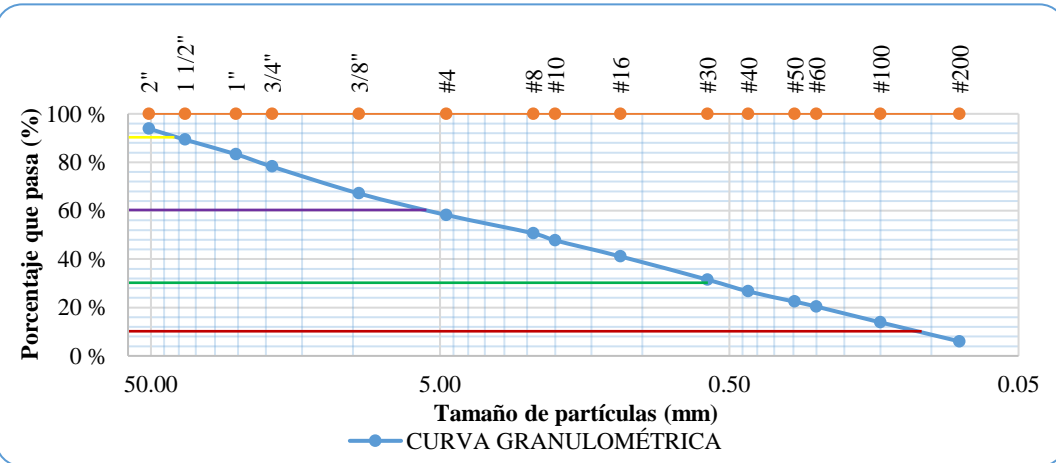
COORDENADA NORTE: 9864245.15

COORDENADA ESTE: 776780.29

ENSAYOS:



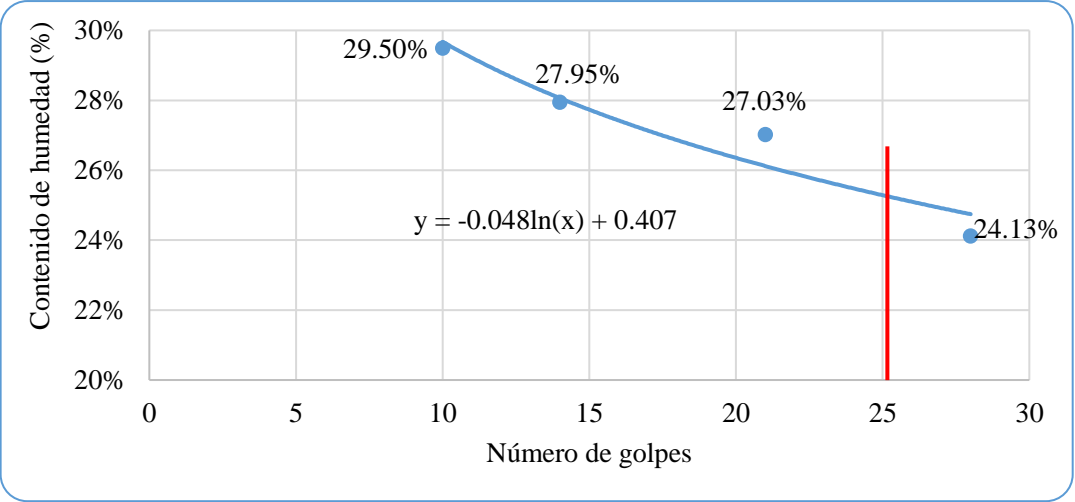
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITES DE ATERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR
- ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

Anexo C-31. Análisis granulométrico calicata 4 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS					
ESPECIFICACIONES					
Norma:	ASTM-C136	Peso muestra (gr):	8000		
Muestra	Material Granular	Abscisa:	km 14 + 900		
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.80	490.00	6.13	93.88	-
1 1/2"	38.10	855.00	10.69	89.31	-
1"	25.40	1335.00	16.69	83.31	-
3/4"	19.05	1745.00	21.81	78.19	-
3/8"	9.53	2633.00	32.91	67.09	-
#4	4.76	3343.00	41.79	58.21	-
Pasa #4		4657.00	58.21		
#8	2.38	32.60	7.59	50.62	-
#10	2.00	45.10	10.50	47.71	-
#16	1.19	73.50	17.11	41.10	-
#30	0.60	114.80	26.73	31.48	-
#40	0.43	135.60	31.57	26.64	-
#50	0.30	153.80	35.81	22.40	-
#60	0.25	162.50	37.84	20.37	-
#100	0.15	190.60	44.38	13.83	-
#200	0.08	224.30	52.23	5.98	-
Pasa #200		25.70	5.98		
Total muestra		8000.00			
Total - Cuarteo (gr)		250.00			
CLASIFICACIÓN					
Grava		41.79			
Arena(Fina)		5.98			
Finos (Limos)		52.23			
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material			
AASHTO M145	A-1-b	Cantos, Grava y Arena			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA					
Diámetro efectivo (D10)	—	0.124 mm			
Diámetro Equiparable (D30)	—	0.521 mm			
Diámetro Dimensional (D60)	—	5.301 mm			
Diámetro (D90)	—	39.023 mm			
Coefficiente de uniformidad (Cu)		44.167			
Coefficiente de curvatura (Cc)		0.425			

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-32. Límites de Atterberg calicata 4 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG 								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO: Copa de Casagrande	NORMAS: AASHTO: T-90-70; ASTM: D-424-71; INEN 691			MUESTRA: Cantos, grava y arena			ABSCISA: km 14+900	
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	63	10	15	18	12	76	14	16
Peso de la muestra hum+ rec	21.1	19.6	19.8	21.9	18.1	19.8	16.7	18.8
Peso de la muestra seca+ rec	18.8	17.8	17.9	19.6	16.6	18	15.6	17.3
Peso del recipiente	11	11.7	10.9	11.6	11	11.4	11.1	11
Peso del agua (Ww)	2.3	1.8	1.9	2.3	1.5	1.8	1.1	1.5
Peso de la muestra seca (Ws)	7.8	6.1	7	8	5.6	6.6	4.5	6.3
Contenido de humedad (w%)	29.49%	29.51%	27.14%	28.75%	26.79%	27.27%	24.44%	23.81%
Promedio de (w%)	29.50%		27.95%		27.03%		24.13%	
Número de golpes	10		14		21		28	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE LÍQUIDO								
25.25%								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	90	11	5	27	22	7		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	11.60	5.20	9.00	8.50	8.70	8.50		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	11.40	5.00	8.20	8.30	8.50	8.30		
Peso del recipiente (Wr)	10.70	4.40	4.30	7.40	7.40	7.40		
Peso de agua (Ww)	0.20	0.20	0.80	0.20	0.20	0.20		
Peso muestra seca (Ws)	0.70	0.60	3.90	0.90	1.10	0.90		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	28.57%	33.33%	20.51%	22.22%	18.18%	22.22%		
Promedio W% (L.P)	24.17%							
IP=LL - LP	1.08%							

Autor: Gina Ortiz

Anexo C-33. Proctor modificado tipo B calicata 4 muestra 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"			Peso del molde: 15531 gr				
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb			Muestra: Cantos, grava y arena				
Abscisa: km 14+900	Norma: AASHTO T-180			Método: B				
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad inicial añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso suelo + recipiente	19497	19741	19840	19820				
Peso del recipiente	15531	15531	15531	15531				
Peso de la masa de suelo (Wm)	3966	4210	4309	4289				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la muestra	12.7	12.7	12.7	12.7				
Diámetro de la muestra	15.3	15.3	15.3	15.3				
Volumen de la muestra (Vm)	2334.94	2334.94	2334.94	2334.94				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Recipiente	2	10	7	12	38	105	53	104
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	131.5	131.6	115.5	116.6	116.1	116.3	112.5	112.6
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	124.8	126.8	109	110.1	106.4	107	102.2	101.8
Peso del recipiente Wr	32.8	33.6	32.2	31.2	25.2	30.9	30.9	30.1
Peso agua (Ww)	6.7	4.8	6.5	6.5	9.7	9.3	10.3	10.8
Peso de la muestra seca (ws)	92	93.2	76.8	78.9	81.2	76.1	71.3	71.7
Contenido de humedad w%	7.28%	5.15%	8.46%	8.24%	11.95%	12.22%	14.45%	15.06%
Contenido de humedad promedio	6.22%		8.35%		12.08%		14.75%	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = Wm/Vm$ (gr/cm ³)	1.699	1.803	1.845	1.837				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m / (1+w)$ (gr/cm ³)	1.599	1.664	1.646	1.601				
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								

El gráfico muestra la relación entre el contenido de humedad (w%) y el peso volumétrico seco (γm) en gr/cm³. La curva representa el comportamiento del suelo durante el ensayo de Proctor modificado. El punto de máxima densidad se encuentra a un contenido de humedad óptimo del 10.4% y un peso volumétrico seco de 1.668 gr/cm³.

Contenido de humedad w (%)	Peso volumétrico seco γm (gr/cm³)
6.22%	1.599
8.35%	1.664
12.08%	1.646
14.75%	1.601



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-34. CBR calicata 4 muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR 						
ESPECIFICACIONES						
Tipo: Proctor Modificado			Peso del martillo: 10 lb			
Norma: AASHTO T-180			Altura de caída: 18"			
Peso Muestra (gr): 6000			Cont. de humedad óptimo (%): 10.40%			
Muestra: Cantos, grava y arena			Abscisa: km 14 + 900			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	B		B		B	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del remojo					
P. húmedo + molde	12450		12255		12200	
Peso molde	7096		7096		7096	
P. húmedo	5354		5159		5104	
Volumen muestra	2377.52		2377.52		2377.52	
Densidad humedad	2.252		2.170		2.147	
Densidad seca	2.043		1.956		1.932	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	5	6	11	12	15	2
P. hum. + recipiente	125.1	127	115.7	116.8	120.2	118.2
P. seco + recipiente	116.3	118.4	107.4	108.6	111.6	109.5
Peso recipiente	32.9	32	33.4	31.9	33	32.8
Peso agua	8.8	8.6	8.3	8.2	8.6	8.7
Peso de sólidos	83.4	86.4	74	76.7	78.6	76.7
Contenido humedad %	10.55%	9.95%	11.22%	10.69%	10.94%	11.34%
Cont. hum promedio%	10.25%		10.95%		11.14%	

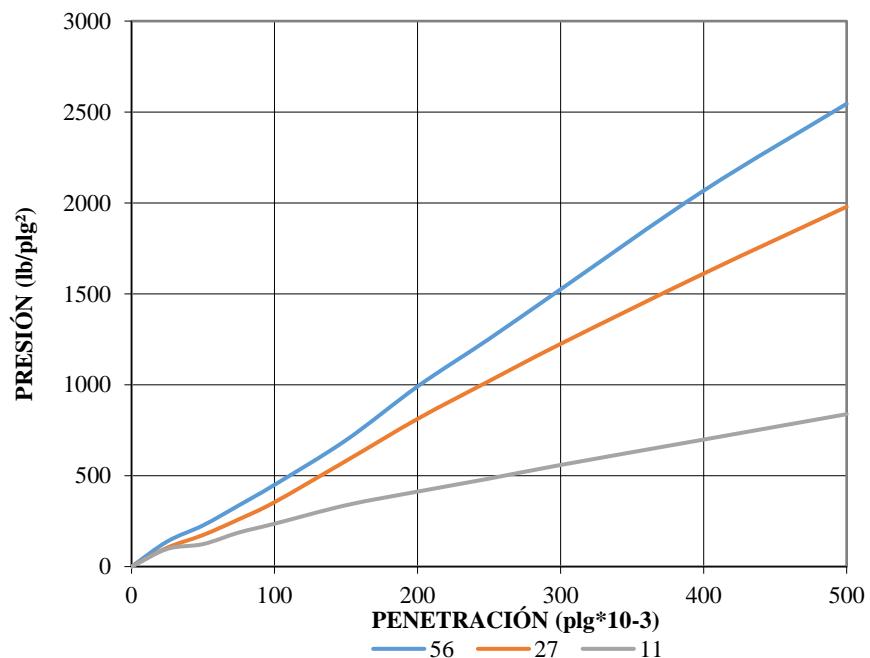
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-35. Ensayo de Carga vs Penetración para CBR calicata 4 muestra 1

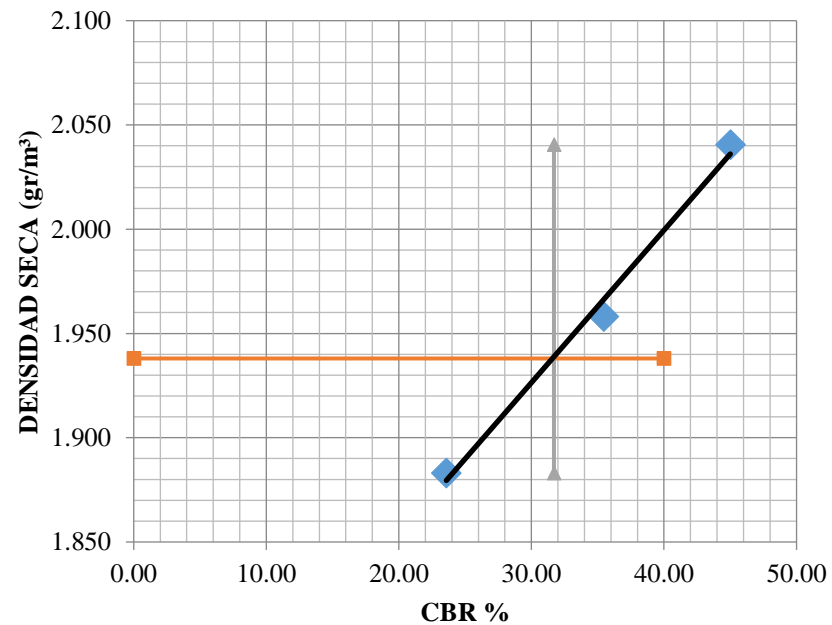
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón= 3 plg ²		NORMA: ASTM D 193 - 13			Cantos, grava y arena		ABSCISA: 14+900				
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	415.00	138.33			312.00	104.00			291.20	97.07		
1	0	1.27	50	680.00	226.67			521.00	173.67			371.00	123.67		
1	0	1.91	75	1010.00	336.67			780.00	260.00			562.00	187.33		
2	0	2.54	100	1350.00	450.00	450.00	45.00	1063.20	354.40	354.40	35.44	707.40	235.80	235.80	23.58
3	0	3.81	150	2086.40	695.47			1744.40	581.47			1012.40	337.47		
4	0	5.08	200	2972.80	990.93			2437.00	812.33			1237.60	412.53		
5	0	6.35	250	3756.60	1252.20			3061.20	1020.40			1451.40	483.80		
6	0	7.62	300	4574.60	1524.87			3674.00	1224.67			1676.60	558.87		
8	0	10.16	400	6202.00	2067.33			4834.00	1611.33			2095.60	698.53		
10	0	12.70	500	7635.60	2545.20			5937.00	1979.00			2514.60	838.20		
CBR Corregido							45.00				35.44				23.58

GRÁFICOS C.B.R.

PRESIÓN - PENETRACIÓN



DENSIDAD SECA - CBR



DENSIDAD			RESISTENCIA			DENSIDAD MÁX				
Densidad 56	2.041	gr/cm³	CBR 56	45.00	%	2.041				
Densidad 27	1.958	gr/cm³	CBR 27	35.44	%	95% DE DM				
Densidad 11	1.883	gr/cm³	CBR 11	23.58	%	1.938	1.938	1.883	2.041	
						0	40	31.7	31.7	
						CBR PUNTUAL %		31.70		

Autor: Gina Ortiz

CALICATA 4

MUESTRA 2

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 14+900



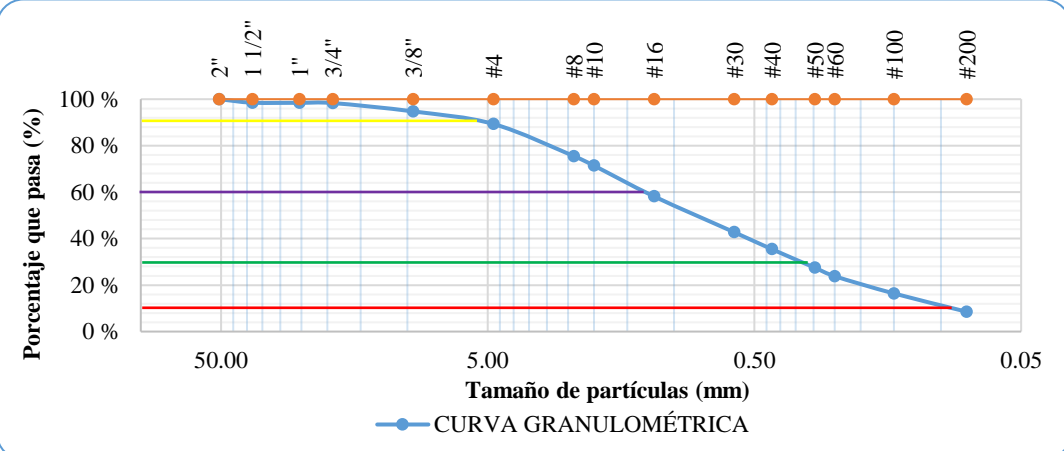
COORDENADA NORTE: 9864245.15

COORDENADA ESTE: 776780.29

ENSAYOS:

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LIMITES DE ATERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- CBR
- ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN PARA CBR

Anexo C-36. Análisis granulométrico calicata 4 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS					
ESPECIFICACIONES					
Norma:	ASTM-C136	Peso Muestra (gr):	8000		
Muestra	Subrasante	Abscisa:	km 14 + 900		
GRANULOMETRÍA					
Tamiz #	mm	Peso Ret/Acum. (gr)	Retenido (%)	Que pasa (%)	Especificación
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	-
1 1/2"	38.10	120.00	1.50	98.50	-
1"	25.40	125.00	1.56	98.44	-
3/4"	19.05	133.00	1.66	98.34	-
3/8"	9.53	420.00	5.25	94.75	-
#4	4.76	853.00	10.66	89.34	-
Pasa #4		7147.00	89.34		
#8	2.38	38.70	13.83	75.51	-
#10	2.00	50.10	17.90	71.43	-
#16	1.19	87.20	31.16	58.18	-
#30	0.60	130.40	46.60	42.74	-
#40	0.43	150.80	53.89	35.45	-
#50	0.30	173.10	61.86	27.48	-
#60	0.25	183.30	65.50	23.84	-
#100	0.15	204.10	72.94	16.40	-
#200	0.08	226.10	80.80	8.54	-
Pasa #200		23.90	8.54		
Total muestra		8000.00			
Total - Cuarteo (gr)		250.00			
CLASIFICACIÓN					
Grava		10.66			
Arena(Fina)		8.54			
Finos (Limos)		80.80			
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELO					
Norma	Clasificación de Grupo	Tipo de Material			
AASHTO M145	A-4	Suelos Limosos			
GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA					
Diámetro efectivo (D10)	0.09 mm				
Diámetro Equiparable (D30)	0.342 mm				
Diámetro Dimensional (D60)	1.254 mm				
Diámetro (D90)	5.1 mm				
Coefficiente de uniformidad (Cu)	13.889				
Coefficiente de curvatura (Cc)	1.028				



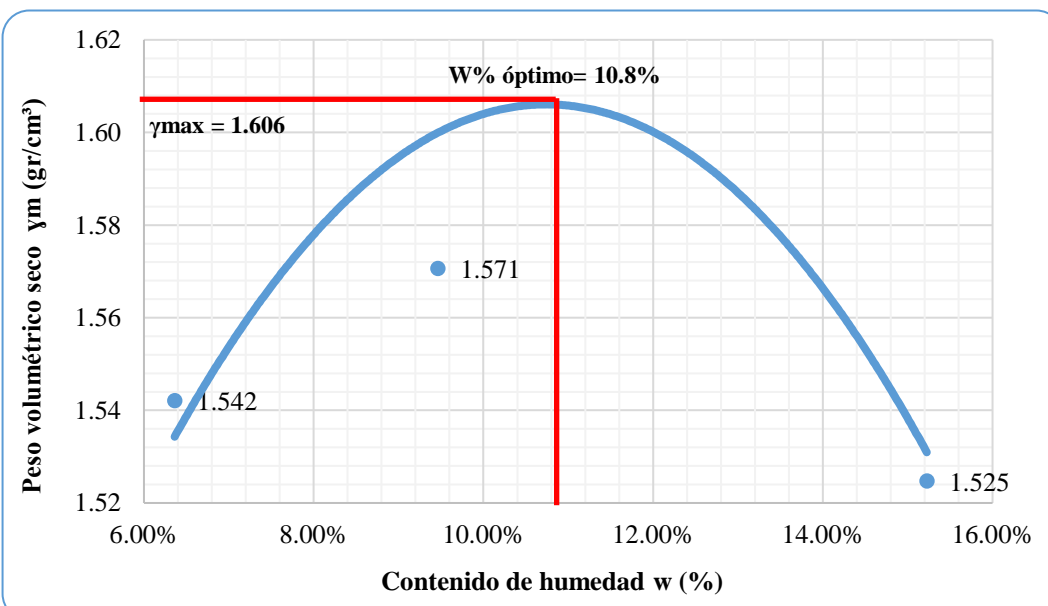
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-37. Límites de Atterberg calicata 4 muestra 2

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG </div> </div>								
ESPECIFICACIONES								
MÉTODO: Copa de casagrande	NORMAS: AASHTO: T-90-70 ; ASTM: D-424-71; INEN 691			MUESTRA: Suelo Limoso			ABSCISA: km 14+900	
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente	68	65	28	67	20	26	75	71
Peso de la muestra hum+ rec	17.4	16.2	17.6	17.8	18.1	17.1	17.2	17.6
Peso de la muestra seca+ rec	15.9	15.1	16.3	16.4	16.8	16	16.2	16.3
Peso del recipiente	10.7	10.8	11.1	11.2	11.3	11.1	10.9	11.4
Peso del agua (Ww)	1.5	1.1	1.3	1.4	1.3	1.1	1	1.3
Peso de la muestra seca (Ws)	5.2	4.3	5.2	5.2	5.5	4.9	5.3	4.9
Contenido de humedad (w%)	28.85%	25.58%	25.00%	26.92%	23.64%	22.45%	18.87%	26.53%
Promedio de (w%)	27.21%		25.96%		23.04%		22.70%	
Número de golpes	9		20		29		34	
GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO								
LÍMITE LÍQUIDO								
24.00%								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente N°	74	43	71	6	7	55		
Peso suelo húmedo + P. recipiente (Wm+Wr)	5.90	7.30	7.40	5.50	8.00	5.40		
Peso suelo seco + P. recipiente (Ws +Wr)	5.60	7.00	7.10	5.30	7.80	5.20		
Peso del recipiente (Wr)	4.20	5.80	6.00	4.20	7.00	4.30		
Peso de agua (Ww)	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20		
Peso muestra seca (Ws)	1.40	1.20	1.10	1.10	0.80	0.90		
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	21.43%	25.00%	27.27%	18.18%	25.00%	22.22%		
Promedio W% (L.P)	23.18%							
IP=LL - LP	0.82%							



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-38. Proctor modificado tipo B calicata 4 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes: 56	Altura de Caída: 18"	Peso del Molde	14563 gr					
Número de Capas: 5	Peso del martillo: 10 lb	Muestra	Suelo limoso					
Abscisa: km 14 + 900	Norma: AASHTO T-180	Método	B					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000					
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL SUELO EXTRAÍDO								
Nº Molde	M1	M2	M3	M4				
Humedad inicial añadida	3%	6%	9%	12%				
Peso suelo + recipiente	18264	18494	18725	18580				
Peso del recipiente	14563	14563	14563	14563				
Peso de la masa de suelo (Wm)	3701	3931	4162	4017				
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL SUELO								
Longitud de la muestra	12.6	12.6	12.6	12.6				
Diámetro de la muestra	15.1	15.2	15.2	15.2				
Volumen de la muestra (Vm)	2256.39	2286.38	2286.38	2286.38				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Nº Recipiente	80	83	62	87	29	44	31	46
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	115	115.6	126.8	125.6	123.4	122.3	118.4	117.9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	109.8	110.7	119	116.9	113.5	112.1	105.2	106.4
Peso del recipiente Wr	30.9	30.8	30.6	30.8	26.6	26.1	24.5	24.8
Peso agua (Ww)	5.2	4.9	7.8	8.7	9.9	10.2	13.2	11.5
Peso de la muestra seca (ws)	78.9	79.9	88.4	86.1	86.9	86	80.7	81.6
Contenido de humedad w%	6.59%	6.13%	8.82%	10.10%	11.39%	11.86%	16.36%	14.09%
Contenido de humedad promedio	6.36%		9.46%		11.63%		15.23%	
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LA MASA								
$\gamma_m = W_m/V_m$ (gr/cm ³)	1.640	1.719	1.820	1.757				
DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO								
$\gamma_d = \gamma_m/(1+w)$ (gr/cm ³)	1.542	1.571	1.631	1.525				
GRÁFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
								



Autor: Gina Ortiz

Anexo C-39. CBR calicata 4 muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CBR 						
ESPECIFICACIONES						
Tipo: Proctor Modificado			Peso del martillo: 10 lb			
Norma: AASHTO T-180			Altura de caída: 18"			
Peso muestra (gr): 6000			Cont. de humedad óptimo (%): 10.80%			
Muestra: Suelo limoso			Abscisa: km 14 + 900			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE	B		B		B	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Después del remojo					
P. húmedo + molde	11971		11795		11226	
Peso molde	7391		7391		7391	
P. húmedo	4580		4404		3835	
Volumen muestra	2334.95		2334.95		2334.95	
Densidad humedad	1.961		1.886		1.642	
Densidad seca	1.782		1.696		1.473	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente N°	71	105	104	15	33	6
P. hum. + recipiente	116.1	116.2	102.4	103.5	118.7	106.1
P. seco + recipiente	107.9	109.1	95.5	96.3	110.1	98.3
Peso recipiente	33.1	31.5	33	32.9	31.2	33.6
Peso agua	8.2	7.1	6.9	7.2	8.6	7.8
Peso de sólidos	74.8	77.6	62.5	63.4	78.9	64.7
Contenido humedad %	10.96%	9.15%	11.04%	11.36%	10.90%	12.06%
Cont. hum promedio%	10.06%		11.20%		11.48%	

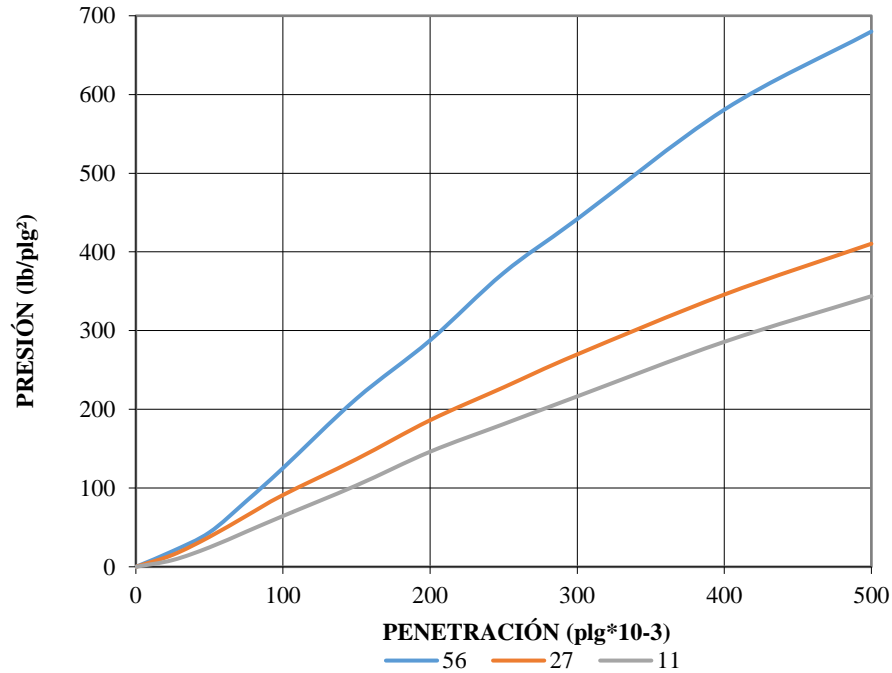
Autor: Gina Ortiz

Anexo C-40. Ensayo de Carga vs Penetración para CBR calicata 4 muestra 2

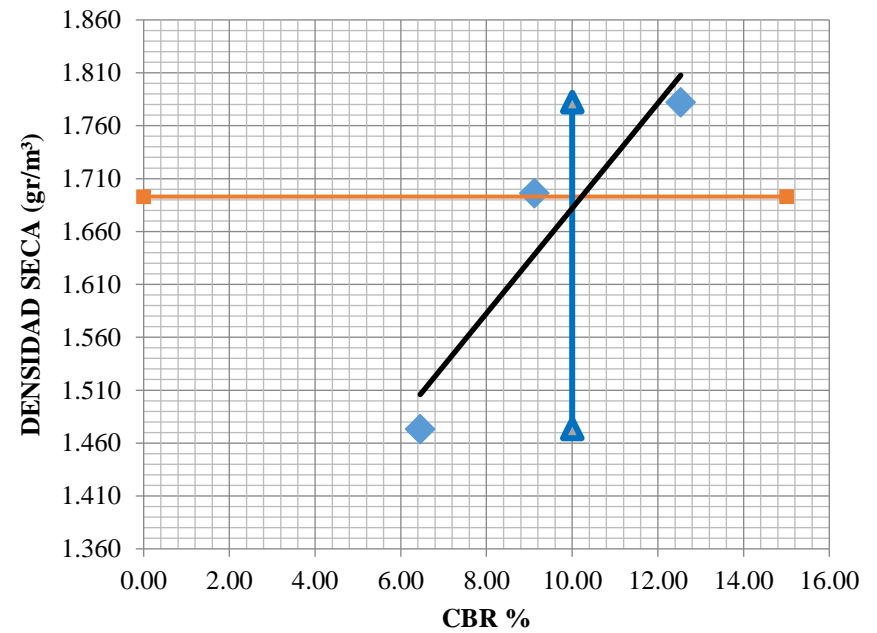
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 															
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					Área del pistón = 3 plg ²			NORMA: ASTM D 193 - 13			Suelo limoso		ABSCISA: 14+900		
Molde				C - 1				C - 2				C - 3			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%	lb	lb/pulg ²		%
		0.00	0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	0	0.64	25	59.80	19.93			45.60	15.20			25.60	8.53		
1	0	1.27	50	131.00	43.67			114.00	38.00			74.00	24.67		
1	0	1.91	75	250.00	83.33			193.80	64.60			133.80	44.60		
2	0	2.54	100	376.00	125.33	125.33	12.53	273.60	91.20	91.20	9.12	193.60	64.53	64.53	6.45
3	0	3.81	150	641.00	213.67			410.40	136.80			310.40	103.47		
4	0	5.08	200	863.00	287.67			558.60	186.20			438.60	146.20		
5	0	6.35	250	1120.00	373.33			684.00	228.00			544.00	181.33		
6	0	7.62	300	1325.00	441.67			809.40	269.80			649.40	216.47		
8	0	10.16	400	1742.00	580.67			1037.40	345.80			857.40	285.80		
10	0	12.70	500	2040.00	680.00			1231.20	410.40			1031.20	343.73		
CBR Corregido							12.53				9.12				6.45

GRÁFICOS C.B.R.

PRESIÓN - PENETRACIÓN



DENSIDAD SECA- CBR



DENSIDAD			RESISTENCIA			DENSIDAD MÁX		1.782			
Densidad 56	1.782	gr/cm³	CBR 56	12.53	%	95% DE DM		1.693	1.693	1.473	1.782
Densidad 27	1.696	gr/cm³	CBR 27	9.12	%	0		15	10	10	
Densidad 11	1.473	gr/cm³	CBR 11	6.45	%	CBR PUNTUAL		10.00			

Autor: Gina Ortiz

ANEXO D
FOTOGRAFÍAS

Anexo D-1. Fotografías



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
FOTOGRAFÍAS



TEMA: "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE – PÍLLARO EN EL TRAMO DE LA ABCISIA 11+400 HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA".



Descripción: Abscisado de la vía Patate - Pillaro en el tramo de abscisa 11+400 hasta 15+320.



Descripción: Extracción de las muestras de suelo para los ensayos respectivos



Descripción: Secado de las muestras de suelo extraídas.



Descripción: Medición de las deflexiones de la vía



Descripción: Medición de la temperatura del pavimento



Descripción: Mediciones a 0.25,0.50,1,5, y 8 m para realizar las lecturas con el dial.



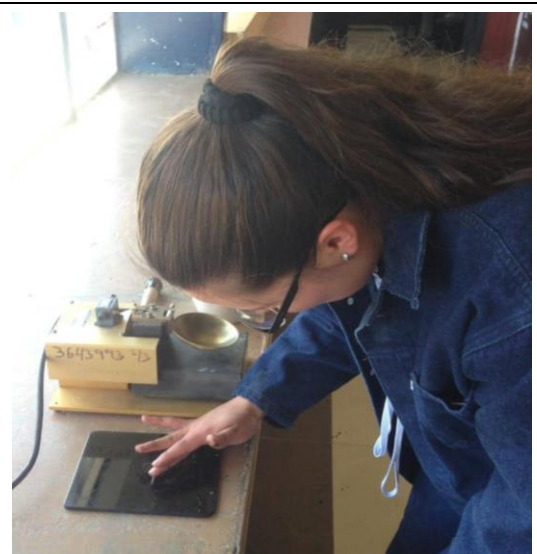
Descripción: Registro de las fallas existentes en la capa de rodadura.



Descripción: Análisis granulométrico de materiales finos.



Descripción: Determinación del límite líquido mediante el método Copa de Casagrande.



Descripción: Determinación del límite plástico.

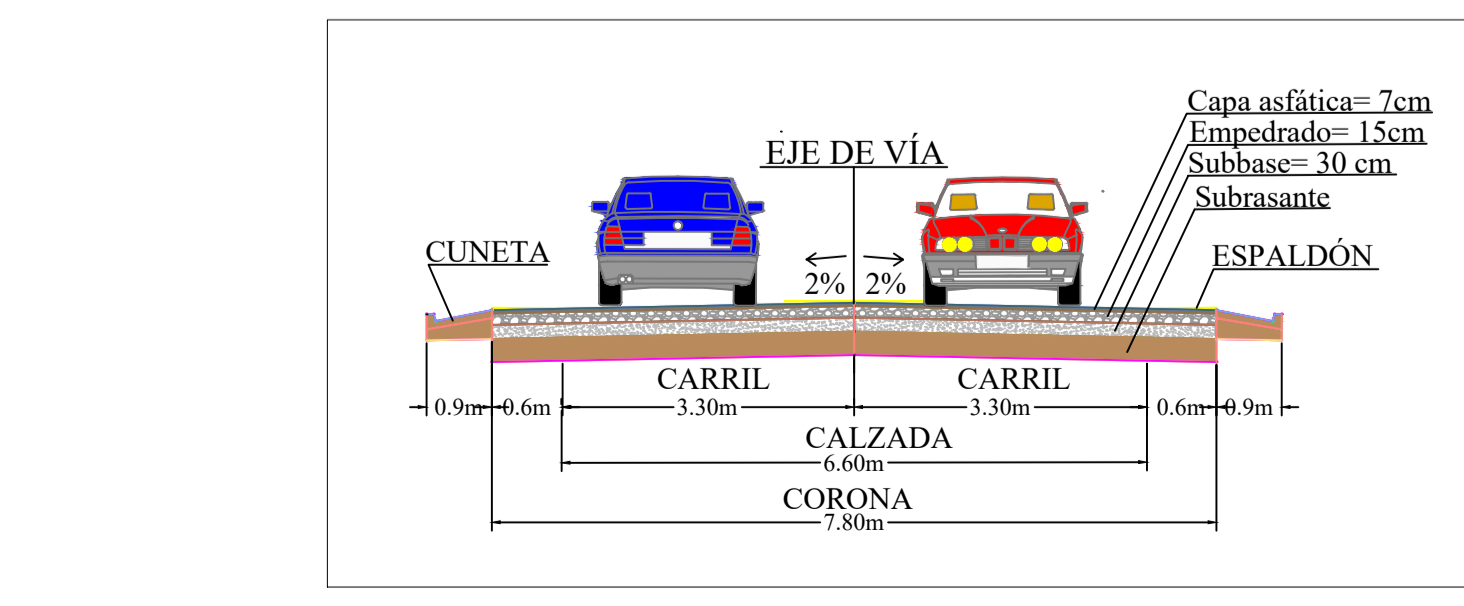
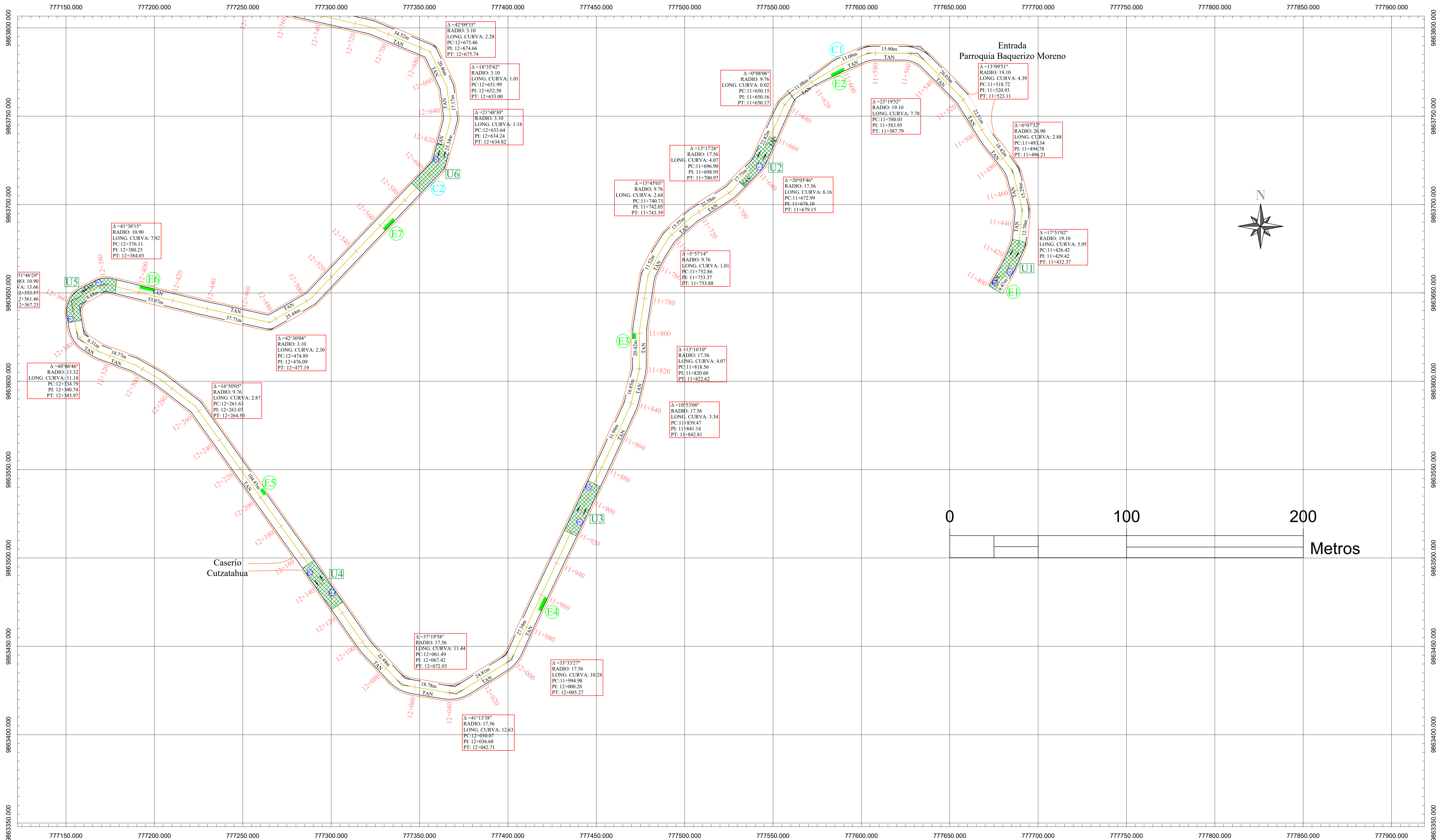


Descripción: Registro del peso de las muestras de suelo.



Descripción: Ejecución del ensayo CBR.

ANEXO F
PLANO VIAL



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TIPOS DE FALLAS

PC	Piel de cocodrilo
DL	Desnivel localizado
GLT	Grietas longitudinales y transversales
HU	Huecos
DA	Desprendimiento de agregados

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDADES DE MUESTREO

Código	Significado	Abscisa
U1	Unidad de muestreo 1	11+429
U2	Unidad de muestreo 2	11+690
U3	Unidad de muestreo 3	11+922
U4	Unidad de muestreo 4	12+154
U5	Unidad de muestreo 5	12+386
U6	Unidad de muestreo 6	12+618

VIGA BENKELMAN ESTACIONES

Código	Significado	Abscisa
E1	Estación 1	11+400
E2	Estación 2	11+600
E3	Estación 3	11+800
E4	Estación 4	11+960
E5	Estación 5	12+200
E6	Estación 6	12+400
E7	Estación 7	12+560

CALICATAS A CIELO ABIERTO

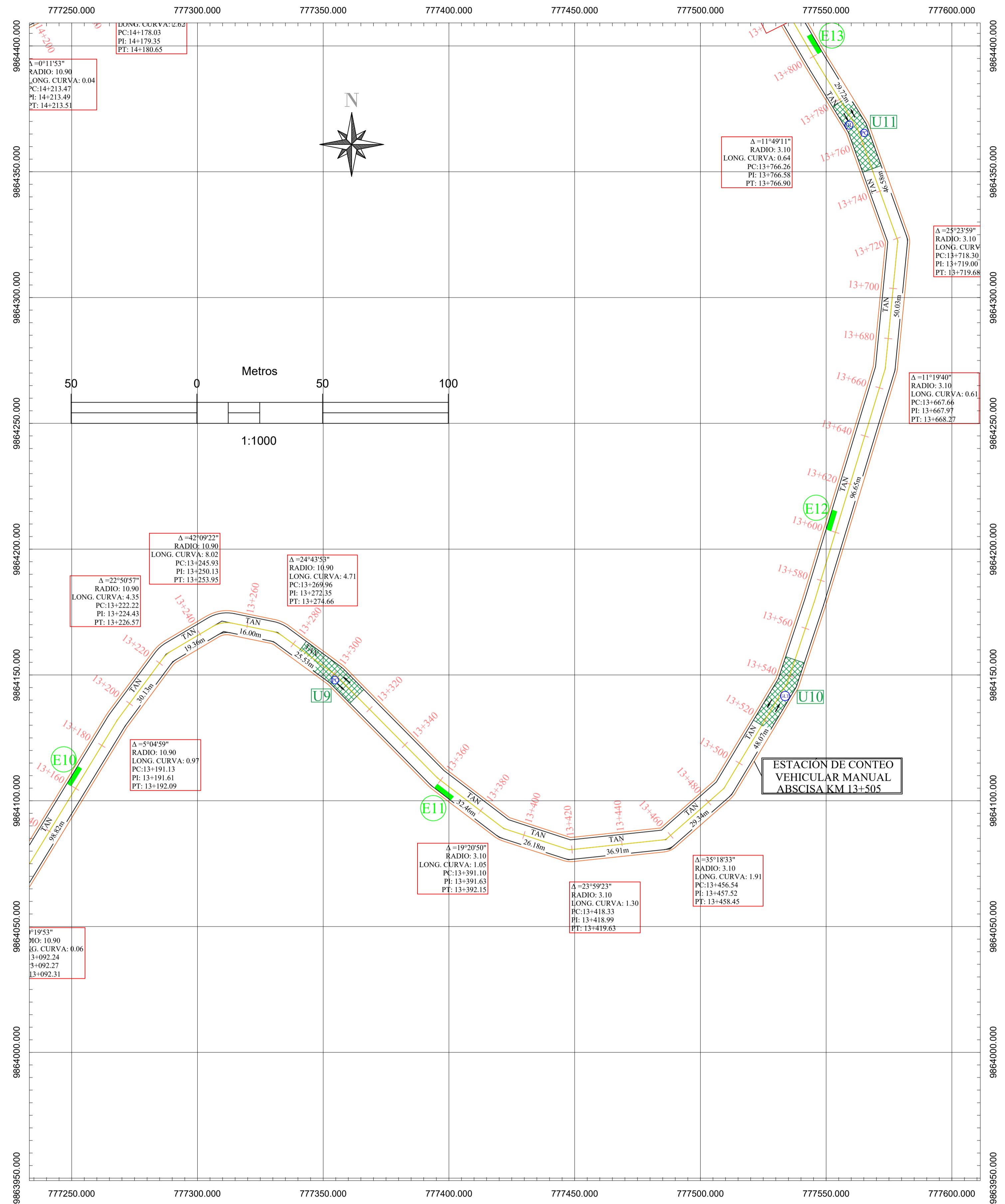
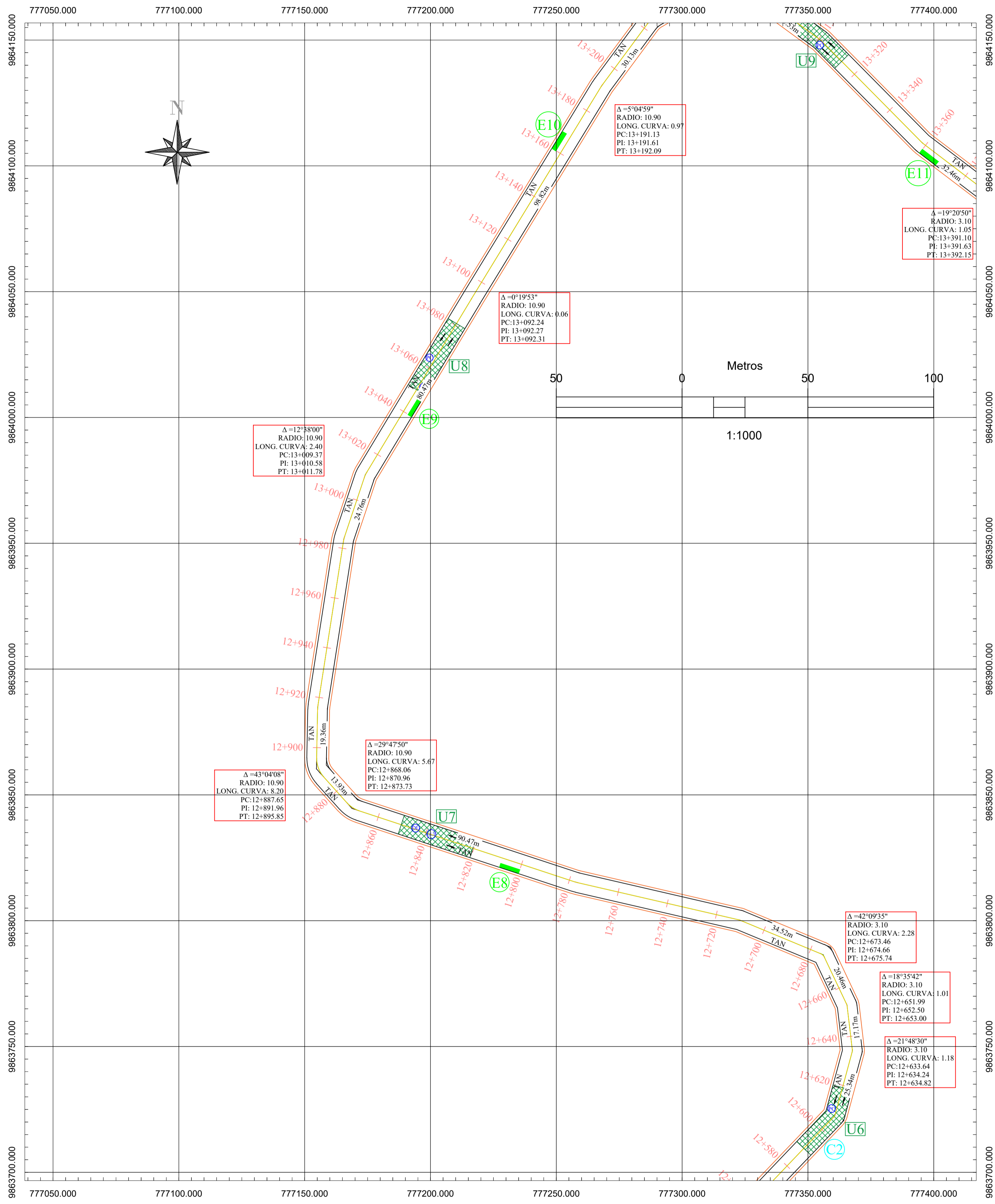
Código	Significado	Abscisa
C1	Calicata 1	11+600
C2	Calicata 2	12+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

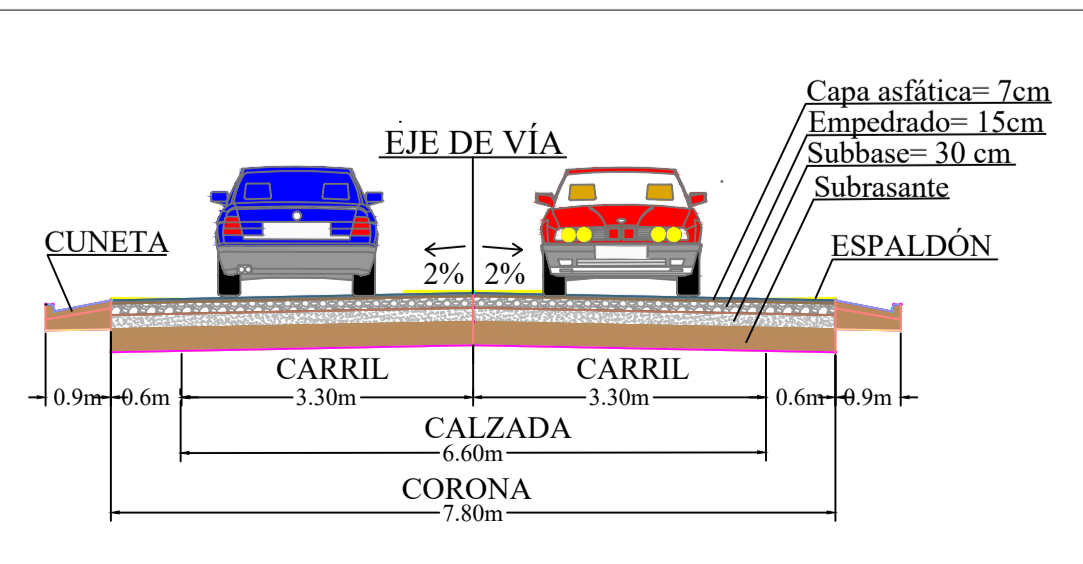
TRABAJO EXPERIMENTAL:
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIADO DE LA VÍA PATATE - PILLARO ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 KILÓMETRO 11+400 HASTA 12+640

CLASE II	NORMAS Y DISEÑO	CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA	LONGITUD: 3.92Km.	ESTUDIO: PARCIAL	PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTONES: PATATE - PILLARO
LEVANTO Y DIBUJO	GINA FANELLA	OFICINA ARQUITECTURA	DICIEMBRE - 2019	LÁMINA: 1/4	ESCALA: 1:1000	



ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR MANUAL
ABSCISA KM 13+505



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TIPOS DE FALLAS

PC	Piel de cocodrilo
DL	Desnivel localizado
GLT	Grietas longitudinales y transversales
HU	Huecos
DA	Desprendimiento de agregados

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDADES DE MUESTREO

Código	Significado	Abscisa
U6	Unidad de muestreo 6	12+618
U7	Unidad de muestreo 7	12+850
U8	Unidad de muestreo 8	13+082
U9	Unidad de muestreo 9	13+314
U10	Unidad de muestreo 10	13+546
U11	Unidad de muestreo 11	13+778

VIGA BENKELMAN

ESTACIONES

Código	Significado	Abscisa
E8	Estación 8	12+800
E9	Estación 9	13+040
E10	Estación 10	13+160
E11	Estación 11	13+360
E12	Estación 12	13+600
E13	Estación 13	13+800

CALICATAS A CIELO ABIERTO

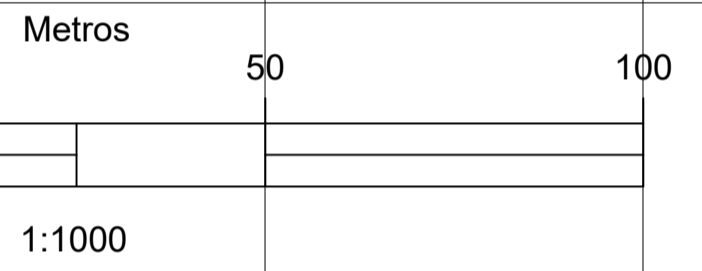
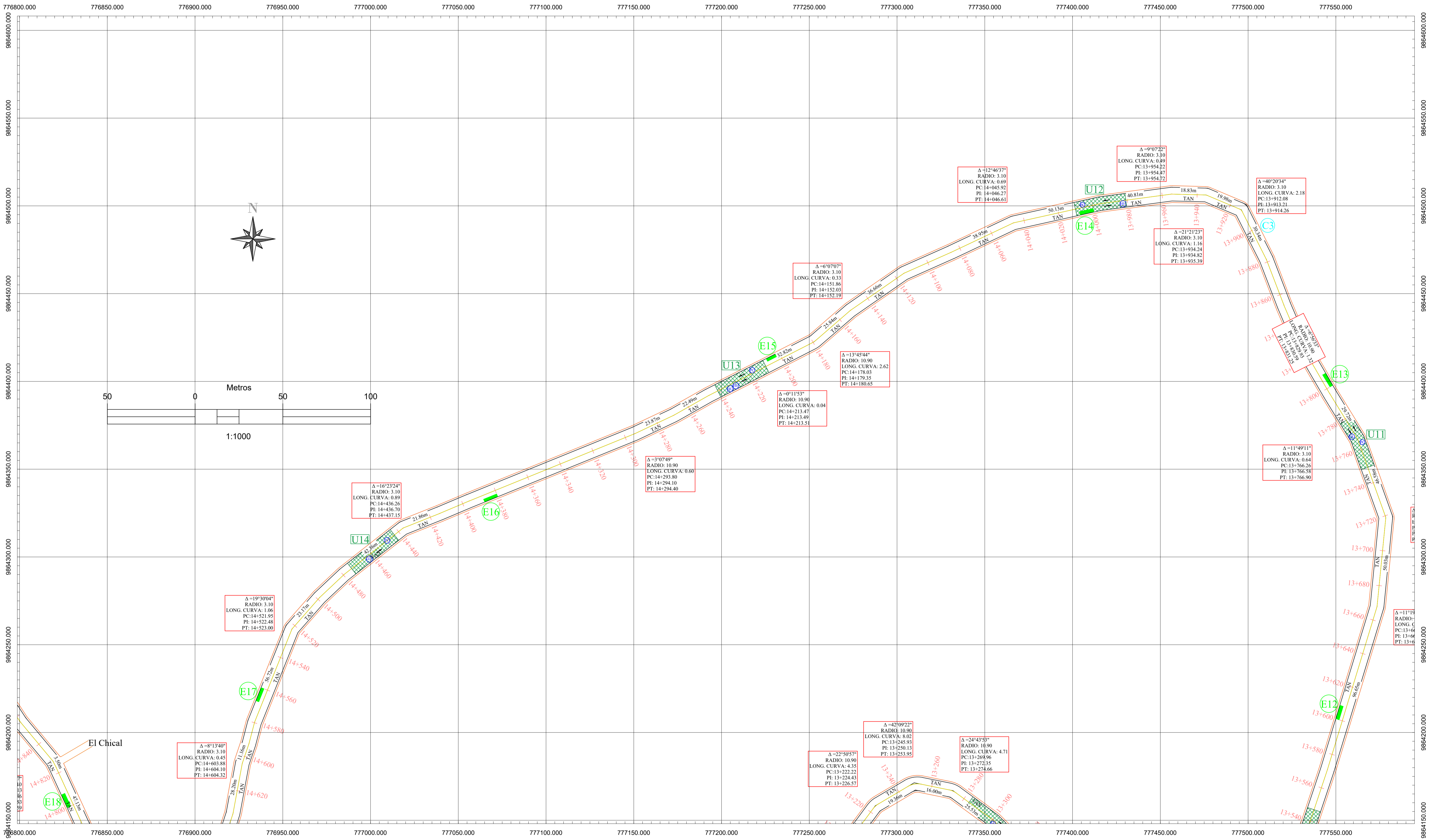
Código	Significado	Abscisa
C2	Calicata 2	12+600

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

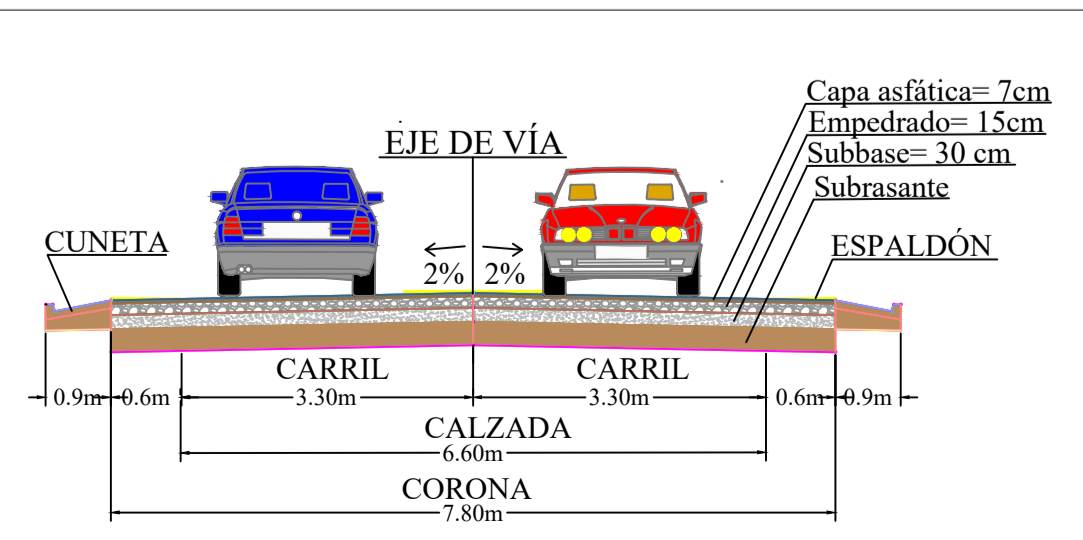
TRABAJO EXPERIMENTAL:
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

CONTENIDO:
LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIADO DE LA VÍA PATATE - PILLARO ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 KILÓMETRO 12+580 HASTA 13+800

CLASE DE NORMALIZACIÓN: ASFALTO	LONGITUD: 3.92Km.	ESTADO: PARCIAL	PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTONES: PATATE - PILLARO
LEVANTO Y DIBUJO: GENA FARRERA GUTIERREZ ARRAJANDA	FECHA: DICIEMBRE -2019	LÁMINA: 2/4	ESCALA: 1:1000	



El Chical



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TIPOS DE FALLAS

PC	Piel de cocodrilo
DL	Desnivel localizado
GLT	Grietas longitudinales y transversales
HU	Huecos
DA	Desprendimiento de agregados

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TIPOS DE FALLAS

UNIDADES DE MUESTREO

Código	Significado	Abscisa
U11	Unidad de muestreo 11	13+778
U12	Unidad de muestreo 12	14+010
U13	Unidad de muestreo 13	14+242
U14	Unidad de muestreo 14	14+474

VIGA BENKELMAN

ESTACIONES

Código	Significado	Abscisa
E12	Estación 12	13+600
E13	Estación 13	13+800
E14	Estación 14	14+000
E15	Estación 15	14+200
E16	Estación 16	14+380
E17	Estación 17	14+560

CALICATAS A CIELO ABIERTO

Código	Significado	Abscisa
C3	Calicata 3	13+900

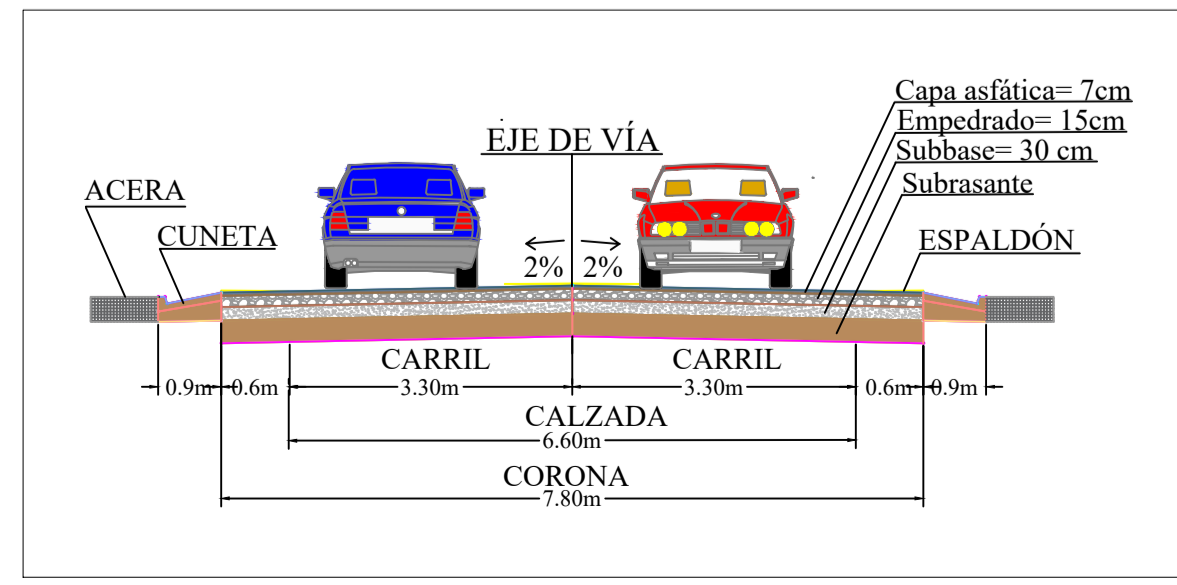
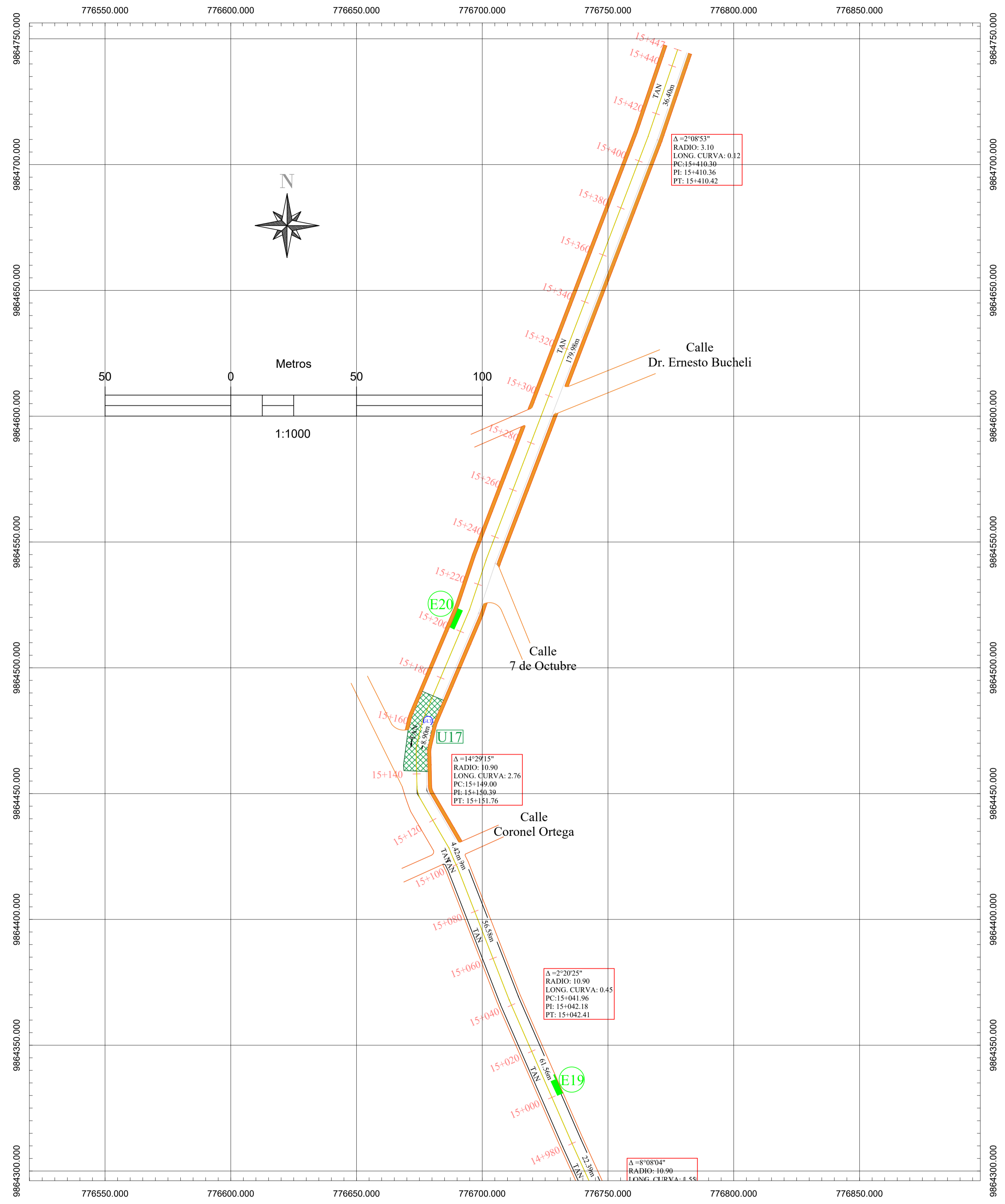
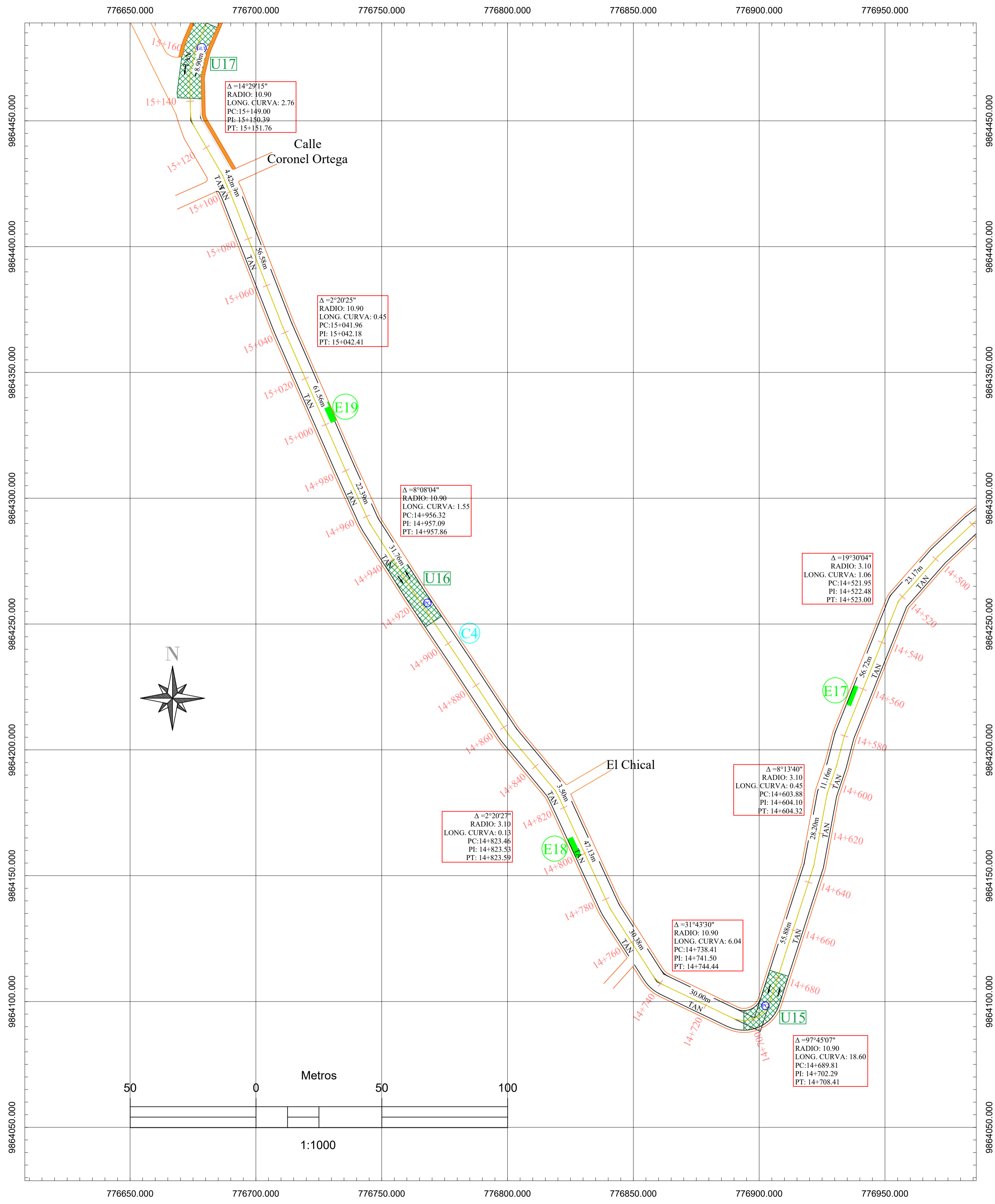
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO ACADÉMICO:
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

CONTENIDO:
LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO DE LA VÍA PATATE - PILLARO ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 KILOMETRO 13+580 HASTA 14+600

CLASE O NORMAS Y DISEÑO	LONGITUD: 3.92Km.	REPERTO: PARCIAL	PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PATATE - PILLARO
CAPA DE RODADURA: AS/AL/LS	FECHA: DICIEMBRE - 2019	LÁMINA: 3/4	ESCALA: 1:1000	

LEVANTADO Y DIBUJADO: GISELA PAMELA ORTIZ MENDOZANO



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

TIPOS DE FALLAS

PC	Piel de cocodrilo
DL	Desnivel localizado
GLT	Grietas longitudinales y transversales
HU	Huecos
DA	Desprendimiento de agregados

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDADES DE MUESTREO

Código	Significado	Abscisa
U14	Unidad de muestreo 14	14+474
U15	Unidad de muestreo 15	14+706
U16	Unidad de muestreo 16	14+938
U17	Unidad de muestreo 17	15+170

VIGA BENKELMAN

ESTACIONES

Código	Significado	Abscisa
E17	Estación 17	14+560
E18	Estación 18	14+800
E19	Estación 19	15+000
E20	Estación 20	15+200

CALICATAS A CIELO ABIERTO

Código	Significado	Abscisa
C4	Calicata 4	14+900

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL:
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - PILLARO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIADO DE LA VÍA PATATE - PILLARO ABSCISA 11+400 HASTA 15+320 KILOMETRO 14+420 HASTA 15+420

CLASE / NORMAS Y DISEÑO	LONGITUD: 3.92Km.	EXTENSIÓN: PARCIAL	PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTONES: PATATE - PILLARO
CAPA DE RODADURA: 80-ALTO	LEVANTO Y DISEÑO	FECHA: DICIEMBRE -2010	LÁMINA: 4/4	ESCALA: 1:1000

GINA FANELLA ORTIZ ARMEÑANES