

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**“INVESTIGACIÓN DE LA IMPRIMACIÓN REFORZADA PARA LA  
CONFORMACIÓN DE CAPAS DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE  
BAJO TRÁNSITO”**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE MAGISTER EN VIALIDAD Y  
TRANSPORTES

**AUTORES:**

FRANKLIN EDUARDO PATIÑO GUARACA

c.i. 0302094487

TANIA MARICELA VERA PELAEZ

c.i. 1400731269

**DIRECTOR:**

ING. JAIME ASDRUBAL BOJORQUE IÑEGUEZ. PHD

c.i. 0102857885

Cuenca – Ecuador

2016



## RESUMEN

La disponibilidad de vías adecuadas para el transporte es esencial para promover el desarrollo local y la calidad de vida de sus habitantes, por lo que el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago consideró propiciar la utilización de la imprimación reforzada para mejorar la vialidad de las áreas rurales. Así, en este trabajo se analizó la alternativa de Imprimación Reforzada como una capa de rodadura para viabilizar ejes viales rurales, tomando en cuenta los cuatro proyectos viales ejecutados en la Provincia de Morona Santiago (Troncal Amazónica - Mutinsa, Troncal Amazónica- Bellavista, acceso al Camal de Méndez, y la vía junto a la pista de aterrizaje de Patuca) evaluando la relación costo/beneficio de esta alternativa comparado con el de un camino no pavimentado. Para lo cual, se clasificó el material de la subrasante y los materiales que conforman la estructura existente por medio de ensayos (granulometría, límites de Atterberg, abrasión, Proctor modificado y la capacidad portante de la estructura (CBR)) y se determinó las condiciones del tránsito (TPDA, Número de Ejes Equivalentes, Número de vehículos pesados) para un periodo de diseño. Todos estos datos permitieron determinar el diseño de la estructura de afirmado. Evaluando la relación costo/beneficio mediante el cálculo del Costo Global Actualizado (CGA) para un periodo de análisis de 10 años, se determinó que las vías con imprimación reforzada son más beneficiosas no solo por el ahorro económico, sino porque además brindan una superficie confortable, de mayor durabilidad, disminuye el polvo y mejora la calidad de vida a los habitantes aledaños.

**PALABRAS CLAVES:** imprimación reforzada, capa de rodadura, Morona Santiago.



## ABSTRACT

The availability of adequate transport routes is essential to promote local development and quality of life of its residents, so the Autonomous Decentralized Provincial Government of Morona Santiago considered the use of the reinforced primer to improve the viability of roads in rural areas. Thus, in this work, was analyzed the alternative of reinforced primer as a rolling layer for make viable rural roads axes, taking into account that four road projects in the Province of Morona Santiago were analyzed (Amazon backbone - Mutinsa, Amazon backbone - Bellavista, access to Camal Mendez, and the route along the runway Patuca) evaluating the relation the cost / benefit of this alternative compared to unpaved roads. The material of the subgrade and materials that make up the existing structure were tested (granulometry, Atterberg limits, abrasion, modified Proctor and the bearing capacity of the structure (CBR)) and classified, and transit conditions were determined (TPDA, Number of Equivalent Axles, number of heavy vehicles) for a period of design. All these data allowed to determine the design of said structure. The cost / benefit ratio was evaluated by calculating the Cost Global Updated (CGA) for a period of analysis of 10 years, it was determined that the routes reinforced primer are more beneficial not only for cost savings, but also because they provide a comfortable surface, increased durability, reduce dust and improve the quality of life of the surrounding residents.

**Key words:** reinforced primer, layer rolling, roads Morona Santiago.



## CONTENIDO

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
DEDICATORIA.....	14
AGRADECIMIENTOS .....	16
<b>CÁPITULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
1.1 PROBLEMÁTICA .....	18
1.2 OBJETIVOS .....	19
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.3 ALCANCE.....	19
<b>CÁPITULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.1 CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	20
2.2 MATERIALES QUE CONFORMAN LA CAPA DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	21
2.2.1 SUBRASANTE.....	21
2.2.2 MATERIALES COMPONENTES DEL PAVIMENTO. ....	21
2.2.2.1 PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS Y SU EVALUACIÓN .....	22
2.2.3 CARPETAS DE RODADURA EN CAMINOS DE BAJO TRÁNSITO.....	29
2.2.3.1 IMPRIMACIÓN REFORZADA.....	29
2.3 CRITERIOS Y SELECCIÓN DE PARAMETROS PARA LA CONFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA VIAL.....	33
2.3.1 PERÍODO DE DISEÑO (n). ....	34
2.3.2 TRÁNSITO.....	35
2.3.3 COMPOSICIÓN VEHICULAR.....	37
2.3.4 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).....	38
2.3.5 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES.....	41
2.4 EVALUACIÓN DE LA CAPA DE RODADURA EXISTENTE .....	45
2.4.1 METODO PCI .....	46
2.5 ANÁLISIS DE COSTOS DE UN CAMINO CON IMPRIMACIÓN REFORZADA Y UN CAMINO NO PAVIMENTADO.....	47
2.5.1 CÁLCULO DEL COSTO GLOBAL ACTUALIZADO .....	49



---

<b>CÁPITULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>51</b>
3.1 UBICACIÓN DE LA ZONAS DE ESTUDIO .....	51
3.2 EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DE LOS CAMINOS RURALES DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	52
3.2.1 ENSAYOS DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DE LOS CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO..	54
3.3 EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DE LA CAPA DE RODADURA EXISTENTE.....	63
3.3.1 CÁLCULO DEL PCI.....	66
3.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE .....	73
3.4.1 RECOPIACIÓN DE DATOS.....	73
3.4.2 CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)....	78
3.4.3 ASIGNACIÓN DEL TRÁFICO.....	78
3.4.4 TASAS PARA LA PROYECCIÓN .....	80
3.4.5 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES.....	84
3.4.6 SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	87
3.5 ANÁLISIS DE COSTOS DE UN CAMINO CON IMPRIMACIÓN REFORZADA Y UN CAMINO NO PAVIMENTADO.....	88
<b>CÁPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>89</b>
4.1 ENSAYOS .....	89
4.1.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CADA CALICATA.....	89
4.2 ESTADO DE LA CAPA DE RODADURA .....	90
4.3 ESTIMACIÓN DE TRÁFICO Y ESTRUCTURA TIPO .....	91
4.4 DETERMINACIÓN DE COSTOS DE LA VÍA CON Y SIN CAPA DE PROTECCIÓN .....	93
4.4.1 VÍA CON IMPRIMACIÓN REFORZADA.....	93
4.4.2 VÍA NO PAVIMENTADA .....	97
4.4.3 COSTO GLOBAL ACTUALIZADO.....	99
<b>CÁPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>101</b>
BIBLIOGRAFÍA .....	104
ANEXOS .....	106



## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 Definición de los límites de Atterberg (Das, 2001). .....	27
Gráfico 2.2 Índice de Condición del Pavimento (PCI) y escala de clasificación (ASTM D6433 - 99). .....	45
Gráfico 3.1 Mapa Ubicación de vías de estudio. ....	51
Gráfico 4.1 Disposición de las capas granulares.....	92
Gráfico 4.2 Sección transversal de vía con Imprimación Reforzada. ....	94

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Ensayos para evaluar las propiedades de los agregados y suelo natural (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012). ....	22
Tabla 2.2 Especificaciones de Subbase (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012). ....	24
Tabla 2.3 Base clase 1 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012). ....	25
Tabla 2.4 Base clase 2 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012). ....	25
Tabla 2.5 Base clase 3 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012). ....	26
Tabla 2.6 Base clase 4 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012). ....	26
Tabla 2.7 índice de Plasticidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008). ....	27
Tabla 2.8 Requisitos de material bituminoso diluido de curado medio y rápido (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012). ....	30
Tabla 2.9 Granulometría de arena no plástica para imprimación reforzada (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012, p. Vol. 6 p. 136). ....	31
Tabla 2.10 Período de diseño. ....	35
Tabla 2.11 Clases de tránsito de diseño (Montejo Fonseca, 1998). ....	36
Tabla 2.12 Rangos de demandas de Tránsito (Thenoux et al., 2002). ....	36
Tabla 2.13 Categoría de Tránsito (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008). ....	37
Tabla 2.14 Tipo de vehículos motorizados remolques y semirremolques (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012). ....	38
Tabla 2.15 Consumo de combustible (Agencia Regional de Control Hidrocarburífero Azuay, 2015). ....	41
Tabla 2.16 Tránsito por adoptar para el diseño según el ancho de la calzada (Montejo Fonseca, 1998). ....	43



---

Tabla 2.17 Factores de distribución. ....	43
Tabla 2.18 Factor de distribución por carril. ....	44
Tabla 2.19 Factor Camión. ....	44
Tabla 2.20 Tipos de falla en pavimentos flexibles (Vásquez Varela, 2002). ....	46
Tabla 3.1 Características y ubicación de puntos de estudio. ....	53
Tabla 3.2 Ensayos de laboratorio realizados. ....	54
Tabla 3.3 Humedades naturales. ....	56
Tabla 3.4 Resultados del cálculo de los Límites de Atterberg. ....	57
Tabla 3.5 Resultados del ensayo de abrasión de la base. ....	58
Tabla 3.6 Resultados ensayo Proctor Modificado. ....	60
Tabla 3.7 Resultados ensayo CBR. ....	62
Tabla 3.8 Espesores de imprimación. ....	63
Tabla 3.9 Ficha de inspección visual del estado actual, vía Troncal Amazónica - Mutinsa. ....	66
Tabla 3.10 Estado Actual Troncal Amazónica-Bellavista. ....	67
Tabla 3.11 Estado Actual Vía Junto a la pista de aterrizaje - Patuca. ....	68
Tabla 3.12 Estado Actual Camal de Méndez. ....	69
Tabla 3.13 Determinación del grado de severidad y unidad según el tipo de falla, vía Troncal Amazónica - Mutinsa. ....	71
Tabla 3.14 Determinación del valor de deducción, vía Troncal Amazónica - Mutinsa. ....	72
Tabla 3.15 Determinación del Máximo Valor Deducido Corregido (CDV), vía Troncal Amazónica – Mutinsa. ....	73
Tabla 3.16 Conteo Automático, Estación 4 (Zhumir). ....	74
Tabla 3.17 Resumen Conteo Manual Troncal Amazónica- Mutinsa. ....	76
Tabla 3.18 Conteo Manual Troncal Amazónica – Bellavista. ....	77
Tabla 3.19 Conteo Manual Acceso al Camal de Méndez. ....	77
Tabla 3.20 Conteo Manual junto a la pista de aterrizaje - Patuca. ....	77
Tabla 3.21 Factores de Mayoración. ....	78
Tabla 3.22 Clasificación del TPDA <sub>2015</sub> . ....	78
Tabla 3.23 Porcentaje de tránsito generado como función del tráfico normal (Murgueitio & Montejo, 1999). ....	79
Tabla 3.24 Tráfico Asignado. ....	80
Tabla 3.25 Datos de Censo Poblacional (Cantones). ....	81
Tabla 3.26 Datos matriculación vehicular Provincia de Morona Santiago. ....	82
Tabla 3.27 Tasa de crecimiento. ....	84
Tabla 3.28 Número de Ejes Equivalentes Troncal Amazónica - Mutinsa. ....	85
Tabla 3.29 Número de Ejes Equivalentes Troncal Amazónica - Bellavista. ....	86
Tabla 3.30 Número de Ejes Equivalentes Camal de Méndez. ....	86
Tabla 3.31 Número de Ejes Equivalentes Vía Junto a la pista de aterrizaje - Patuca. ....	87



---

Tabla 4.1 Perfil vías de estudio, clasificación AASHTO. ....	89
Tabla 4.2 Resumen de clasificación según especificaciones del MTOP para el estrato 2. ....	90
Tabla 4.3 Estados de la Capa de Rodadura (PCI). ....	91
Tabla 4.4 Tráfico proyectado al año inicial de diseño.....	91
Tabla 4.5 Características generales de las vías de estudio. ....	92
Tabla 4.6 Espesores de capas de revestimiento granular.....	93
Tabla 4.7 Cantidades de obra de una vía con Imprimación Reforzada. ....	95
Tabla 4.8 Cantidades de mantenimiento de una vía con Imprimación Reforzada. ....	95
Tabla 4.9 Presupuesto de obra de vía con capa de protección (imprimación reforzada).....	96
Tabla 4.10 Presupuesto de mantenimiento rutinario de vía con capa de protección (imprimación reforzada).....	96
Tabla 4.11 Cantidades de obra de una vía no pavimentada. ....	97
Tabla 4.12 Cantidades de mantenimiento de una vía no pavimentada. ....	98
Tabla 4.13 Presupuesto de obra de una vía sin capa de protección.....	98
Tabla 4.14 Presupuesto de mantenimiento rutinario de una vía sin capa de protección.....	99
Tabla 4.15 Cálculo del costo global actualizado de cada vía. ....	99

### INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1 Proceso de obtención de la muestra a cielo abierto en la vía Troncal Amazónica - Mutinsa.....	53
Fotografía 3.2 Medición de espesor de cada estrato de la vía Troncal Amazónica -Mutinsa. ....	54
Fotografía 3.3 Determinación del contenido de humedad.....	55
Fotografía 3.4 Perforación a cielo abierto calicata 2, vía Troncal Amazónica - Mutinsa.....	55
Fotografía 3.5 Serie de tamices. ....	56
Fotografía 3.6 Determinación de Límites Atterberg (Límite líquido). ....	57
Fotografía 3.7 Material de Base, Mina del río Upano. ....	58
Fotografía 3.8 Alisado y enrasado del suelo. ....	59
Fotografía 3.9 Peso del molde más muestra de suelo. ....	59
Fotografía 3.10 Preparación de la muestra. ....	60
Fotografía 3.11 Compactación de la muestra.....	61
Fotografía 3.12 Muestra enrazada y remoción fondo falso. ....	61
Fotografía 3.13 Expansión de las muestras. ....	61
Fotografía 3.14 Ensayo de penetración CBR.....	62
Fotografía 3.15 Espesor de imprimación reforzada de la vía Troncal Amazónica - Mutinsa. ....	63





Fotografía 3.16 Baches en la Troncal Amazónica - Mutinsa y vía Troncal Amazónica - Bellavista. ....	64
Fotografía 3.17 Pérdida de áridos vía acceso al camal de Méndez. ....	64
Fotografía 3.18 Medición de estado de cruces vía Troncal Amazónica - Mutinsa. ....	65
Fotografía 3.19 Estado de drenaje vía Troncal Amazónica - Mutinsa. ....	65
Fotografía 3.20 Estado de la faja Publica Troncal Amazónica - Bellavista.....	65
Fotografía 3.21 Vía Troncal Amazónica-Mutinsa. ....	75
Fotografía 3.22 Vía Troncal Amazónica-Bellavista.....	75
Fotografía 3.23 Vía acceso al camal de Méndez. ....	75
Fotografía 3.24 Vía junto a la pista de aterrizaje de Patuca. ....	76



## CLAUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

Yo, FRANKLIN EDUARDO PATIÑO GUARACA, autor de la Tesis "INVESTIGACIÓN DE LA IMPRIMACIÓN REFORZADA PARA LA CONFORMACIÓN DE CAPAS DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO TRÁNSITO" reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de MAGISTER EN VIALIDAD Y TRANSPORTES, el uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor

Cuenca, Agosto del 2016

FRANKLIN EDUARDO PATIÑO GUARACA

CI. 0302094487



## CLAUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

Yo, TANIA MARICELA VERA PELAEZ, autora de la Tesis "INVESTIGACIÓN DE LA IMPRIMACIÓN REFORZADA PARA LA CONFORMACIÓN DE CAPAS DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO TRÁNSITO" reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de MAGISTER EN VIALIDAD Y TRANSPORTES, el uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, Agosto del 2016

TANIA MARICELA VERA PELAEZ

CI. 1400731269



## CLAUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

Yo, FRANKLIN EDUARDO PATIÑO GUARACA, autor de la tesis "INVESTIGACIÓN DE LA IMPRIMACIÓN REFORZADA PARA LA CONFORMACIÓN DE CAPAS DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO TRÁNSITO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Agosto del 2016

FRANKLIN EDUARDO PATIÑO GUARACA

CI. 0302094487



---

## CLAUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

Yo, TANIA MARICELA VERA PELAEZ, autora de la tesis "INVESTIGACIÓN DE LA IMPRIMACIÓN REFORZADA PARA LA CONFORMACIÓN DE CAPAS DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO TRÁNSITO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, Agosto del 2016

.....  
TANIA MARICELA VERA PELAEZ

CI. 1400731269



## DEDICATORIA

*El presente trabajo lo dedico a mi familia, en especial a mis padres, abuelos y Franklin quienes con su presencia, amor y apoyo incondicional, ayudaron a cumplir una meta más en mi vida.*

*Tania Vera*



## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a mi familia, en especial a mis padres: José y Carmen que me dieron la vida y me han convertido en lo que ahora soy. A mis hermanos: Tatiana y José por quererme y apoyarme siempre. A Tania que me ha brindado su apoyo constante e incondicional y es solo gracias a ellos que estoy alcanzando mis sueños y metas.*

*Franklin Patiño*



## AGRADECIMIENTOS

*Queremos agradecer a Dios por haber llenado de sabiduría nuestras vidas y mostrarnos el camino correcto.*

*Y a todos lo que hicieron posible la realización de la presente tesis de grado: Al Msc. Marcelino Chumpi por su apoyo al desarrollo de este trabajo.*

*Al personal del GAD Provincial de Morona Santiago quienes estuvieron dispuestos a prestar ayuda en todo momento, en especial al Ingeniero Juan Tapia y Lab. Carlos Sarmiento por sus comentarios, sugerencias y tiempo brindado, siendo estas de gran aporte y utilidad.*

*Al Ingeniero Jaime Bojorque, director de la tesis quien respaldó el trabajo en todo momento.*

*A nuestros padres, hermanos, familia y amigos gracias por apoyarnos siempre.*

*Tania y Franklin*





## CÁPITULO 1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Morona Santiago comprende una gran extensión territorial de 25.690 km<sup>2</sup>. En ella se desarrolla la producción agrícola y ganadera. La mayor parte de la infraestructura básica rural de transporte la conforman una amplia red de caminos de calzadas naturales, lastre y asfalto (Gobierno Autónomo Descentralizado de Morona Santiago, 2016). La circulación vehicular depende esencialmente de factores climáticos favorables y como consecuencia se ven rezagados aspectos sociales y económicos, que han incidido negativamente en el desarrollo económico y productivo, limitando la conectividad de las áreas rurales con las cabeceras parroquiales y cantonales.

Muchos de los problemas de la red vial rural generalmente están asociados a la baja calidad funcional y estructural de sus superficies de rodadura, que se pierden progresivamente por los efectos del tráfico y condiciones climáticas, requiriendo un proceso de mantenimiento o conservación frecuente, que debido a la limitación de recursos económicos y por la falta de equipos, han generado una serie de problemas como: aumento en costos de operación y mantenimiento, falta de seguridad vial, polución, impacto ambiental y pérdida económica al no poder sacar los productos al mercado, entre otros.

Debido a estas circunstancias el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago (GADPMS) consideró analizar e implementar la “Imprimación Reforzada” para optimizar los recursos económicos que son asignados anualmente para el mantenimiento y/o mejoramiento de los caminos rurales. Este método es un tratamiento superficial de penetración directa sobre la plataforma existente de un camino de afirmado, la que ha sido desagregada o acondicionada para facilitar el descenso del líquido asfáltico de curado rápido RC-250. Con este método se pretende proveer una superficie de rodadura confortable de mayor durabilidad, disminuir o eliminar el polvo generado por los vehículos, minorar la cantidad de intervenciones de conservación y brindar una mejor calidad de vida a los habitantes de los sectores rurales, creando condiciones propicias para el desarrollo local. En este tipo de solución se aplica



sobre el mismo camino existente con pequeñas modificaciones, principalmente de geometría y pendiente transversal.

Bajo esta nueva modalidad de construcción vial de carreteras rurales se tienen la vía Troncal Amazónica - Bellavista ubicada en el cantón Sucúa, puesta en servicio en el 2013, la vía desde la troncal Amazónica - Mutinsa, ubicada en el cantón Morona puesta en servicio en el 2014, el acceso al camal de Méndez y la vía junto a la Pista de aterrizaje en Patuca, puestas en servicio a inicios del año 2015. Las mismas permitirán analizar la alternativa de imprimación reforzada como una solución duradera, evaluando su funcionamiento y capacidad, así como la relación costo/beneficio de ésta, comparado con un camino no pavimentado.

La presente investigación analizará la imprimación reforzada como una solución innovadora y no tradicional en nuestro país para mejorar la superficie de rodadura con una servicialidad permanente, reducción de polvos y costos totales menores comparados con carpetas de vías no pavimentadas, estudios que no se han realizado en la región con anterioridad.

## **1.1 PROBLEMÁTICA**

Una infraestructura vial en buen estado es un requerimiento básico para el desarrollo local y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Esto exige cuantiosos recursos financieros, tecnología, una enorme capacidad institucional y de gestión que no puede ser cubierto en su totalidad por el GAD Provincial de Morona Santiago. Además, la red vial, hoy en día en la provincia de Morona Santiago es muy extensa, por lo que los costos asociados a la construcción, mejoramiento y mantenimiento de las mismas representan un elevado valor económico. Así, el presente trabajo pretende contribuir de manera técnica al tratamiento vial con el empleo de la imprimación reforzada, con lo cual se mejorará las condiciones de vida de los habitantes que hacen uso de estas vías disminuyendo la gran cantidad de polvo producido por el flujo vehicular, costos de mantenimiento y los tiempos de viaje.



## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar la alternativa de Imprimación Reforzada como una capa de rodadura para viabilizar ejes viales rurales, tomando en cuenta los cuatro proyectos viales ejecutados en la provincia de Morona Santiago, evaluando la relación de costo/beneficio de esta alternativa comparado con el de un camino no pavimentado.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los proyectos de la provincia de Morona Santiago que han empleado la imprimación reforzada, tomando cuatro casos de estudio, a fin de recomendar una estructura de diseño de la capa de rodadura, para un tráfico y condiciones climáticas determinadas, con los materiales existentes en la zona y que cumplan con la calidad especificada en las normas.
- Analizar los costos de inversión inicial y conservación de un camino con imprimación reforzada y un camino no pavimentado.
- Elaborar un documento de consulta, para personal técnico y estudiantil en lo que se refiere al método de imprimación reforzada.

## 1.3 ALCANCE

El presente estudio permitirá analizar la viabilidad y funcionalidad de una vía tratada con el método de imprimación reforzada para la conformación de la capa de rodadura de caminos rurales, tomando en cuenta las condiciones ambientales, tránsito, tipo de suelo, espesor de imprimación y calidad de drenaje superficial. Se evaluará la relación costo/beneficio en función del costo real de inversión inicial y el costo de la conservación de un camino con imprimación reforzada y un camino no pavimentado.



## **CÁPITULO 2. MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se desarrollan las bases teóricas con las cuales se sustenta el análisis de la imprimación reforzada. En la primera parte se indica el concepto de los caminos de bajo volumen de tránsito, a continuación se describen los materiales que conforman la capa de rodadura y su evaluación. Posteriormente, se desarrollan los criterios y selección de los parámetros para la conformación o diseño vial desde su formulación hasta su valoración. Luego se describe la evaluación de la capa de rodadura existente, tipos de falla y método del PCI y finalmente se indica el análisis de costos de un camino con imprimación reforzada y un camino no pavimentado, indicando los costos considerados y su determinación.

### **2.1 CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO**

De acuerdo a la clasificación funcional por importancia de la red vial, los caminos con bajos volúmenes de tránsito o caminos vecinales, son las carreteras convencionales básicas que incluye a todos los caminos rurales destinados a recibir el tráfico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola, accesos a sitios turísticos donde el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) < 150 vehículos (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).

Los caminos con bajos volúmenes de tránsito requieren cumplir con estándares mínimos de diseño geométrico, señalización y una ingeniería de diseño estructural que permita garantizar la durabilidad (Leiva, 2005). La geometría se adapta en lo posible a la topografía y usos de suelo, procurando mitigar o minimizar los impactos ambientales. El bajo volumen de tránsito, sugiere un ancho de calzada de 3.50 metros a 6 metros, para una vía de dos carriles (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008).



## 2.2 MATERIALES QUE CONFORMAN LA CAPA DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

### 2.2.1 SUBRASANTE

La subrasante es el nivel del suelo original del proyecto y en caminos rurales de la provincia de Morona Santiago, generalmente está constituida por suelos en su estado natural.

La calidad del suelo del fondo de corte (subrasante) influye directamente en el espesor de la estructura. Como parámetro de evaluación de esta capa se mide la resistencia de los suelos de la subrasante mediante el ensayo del CBR (California Bearing Ratio), cuya finalidad es determinar la capacidad de soporte de suelos y agregados, ya sean estos compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variable, o in situ.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (2008), identifica cinco categorías de subrasante:

- S0 : Subrasante muy pobre      CBR < 3%
- S1 : Subrasante pobre      CBR = 3%-5%
- S2 : Subrasante regular      CBR = 6%-10%
- S3 : Subrasante buena      CBR = 11%-19%
- S4 : Subrasante muy buena      CBR > 20%

### 2.2.2 MATERIALES COMPONENTES DEL PAVIMENTO.

La estructura de una vía está conformada por diferentes materiales pétreos o agregado mineral, que es cualquier mineral duro e inerte usado en forma de partículas graduadas o forma de fragmentos, como parte de una capa de la vía o dentro de una mezcla asfáltica de pavimento. Los agregados más representativos son la arena, grava, piedra triturada (base), escoria y polvo de roca (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).



El comportamiento de la estructura de una vía se ve influenciado por la selección apropiada del agregado, debido a que éste proporciona la mayoría de las características de capacidad portante (Rolando Franco, 2012).

### 2.2.2.1 PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS Y SU EVALUACIÓN

Todo tipo de superficie de rodadura está conformada con material pétreo y para su construcción se puede utilizar una amplia gama de áridos y arenas, siempre y cuando cumplan con unas condiciones mínimas que están relacionadas con la granulometría (Cavieres Acevedo, 2008).

Los caminos rurales en Morona Santiago generalmente están constituidos por dos diferentes capas denominadas Mejoramiento ( $e=50$  cm) y Base ( $e=10$  cm), cuyas características pueden determinarse mediante ensayos de laboratorio y por inspección visual. Estos ensayos se rigen según la American Standard Testing Methods (ASTM), que son las normas tomadas como referencia para esta tesis, y a base de ello calificar como materiales aptos o no, para conformar la estructura de la vía. Para la selección del agregado, además de cumplir ciertas propiedades, se debe también tener en cuenta su costo. En la Tabla 2.1 se presentan los ensayos para evaluar las propiedades de los agregados y suelo natural.

Propiedad	Ensayo	Norma
Humedad Natural	Contenido de humedad	ASTM D-2216
Graduación y Tamaño Máximo	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422
Contenido de Agua	Límites de Atterberg Límite líquido Límite plástico	ASTM D-4318
Dureza	Abrasión por la Máquina de Los Ángeles	ASTM C-131
Relación de Humedad y Densidad	Compactación-Proctor Modificado	ASTM D-1557
Capacidad Portante	C.B.R Laboratorio	ASTM D-1883

Tabla 2.1 Ensayos para evaluar las propiedades de los agregados y suelo natural (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).



- **Humedad Natural**

La humedad natural de un suelo es la relación gravimétrica o el cociente que existe entre el peso del agua y el peso de los sólidos en un volumen dado de suelo, el valor de la humedad esta expresado en porcentaje. Esta propiedad física del suelo es de gran importancia en toda obra civil ya que el comportamiento y la resistencia de los suelos están regidos por la cantidad de agua que contienen.

- **Gradación y tamaño máximo de partículas**

Todas las especificaciones de pavimentos requieren que las partículas del agregado estén dentro de un cierto margen de tamaños y que cada tamaño de partículas esté presente en ciertas proporciones, constituyendo una masa de agregados. Esta distribución se denomina granulometría y se determina con tamices.

Las estructuras de las vías rurales de Morona Santiago están conformadas por capas granulares no aglomeradas, constituida por partículas de todos los tamaños procedente de yacimientos por ejemplo, la Mina del río Upano que se pueden utilizar solos o con un aporte de material para mejorar la granulometría. Estos materiales pueden ser naturales o triturados y se emplean en subbases y bases.

**Subbase:** Las clases de Subbases según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador (2012), son:

- Clase 1: Subbases construidas con agregados obtenidos por trituración de rocas o gravas, por lo menos el 30%.
- Clase 2: Subbases construidas con agregados obtenidos por trituración o cribado en yacimientos de piedra fragmentados naturalmente o de gravas.
- Clase 3: Subbases construidas con agregados naturales y procesados.

La subbase debe cumplir las siguientes especificaciones:



- Los agregados deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles.
- La porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25.
- La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.
- La densidad mínima de la subbase no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima.

En la Tabla 2.2 se presenta las especificaciones para subbases.

TAMIZ	Porcentajes en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3 " (76.2 mm)	-	-	100
2 " (50.4 mm)	-	100	-
1 1/2 " (38.1 mm)	100	70-100	-
N 4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
N 40 (0.425 mm)	10-35	15-40	-
N 200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Tabla 2.2 Especificaciones de Subbase (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).

**Base:** Es la capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un pavimento asfáltico. Debido a su proximidad con la superficie, debe poseer alta resistencia a la deformación, para soportar las altas presiones que recibe. Se construye con agregados total o parcialmente cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración o suelos finos seleccionados. La base debe presentar las siguientes especificaciones:

- El límite líquido de la fracción que pase el tamiz N.40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad < 6.
- Porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será < 40%
- El valor de soporte de CBR deberá ser  $\geq 80\%$ .
- Los agregados serán limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcillas u otras materias extrañas.





A continuación se indica los tipos de base según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador (2012):

- Base clase 1: Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 2.3.

TAMIZ	Porcentajes en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2 " (50.8 mm)	100	-
1 ½ " (38.1mm)	70-100	100
1 "(25.4mm)	55-85	70-100
¾ " (19.0 mm)	50-80	60-90
⅜ "(9.5 mm)	35-60	45-75
N 4 (4.75 mm)	25-50	30-60
N 10 (2.00 mm)	20-40	20-50
N 40 (0.425 mm)	10-25	10-25
N 200 (0.075 mm)	2-12	2-12

Tabla 2.3 Base clase 1 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).

- Base clase 2: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso. Estas bases deben hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites indicados en la Tabla 2.4.

TAMIZ	Porcentajes en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1 "(25.4mm)	100
¾ " (19.0 mm)	70-100
⅜ "(9.5 mm)	50-80
N 4 (4.75 mm)	35-65
N 10 (2.00 mm)	25-50
N 40 (0.425 mm)	15-30
N 200 (0.075 mm)	3-15

Tabla 2.4 Base clase 2 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).

- Base clase 3: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25%



en peso. Debe cumplir con los límites granulométricos indicados en la Tabla 2.5.

TAMIZ	Porcentajes en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4 " (19.0 mm)	100
N 4 (4.75 mm)	45-80
N 10 (2.00 mm)	30-60
N 40 (0.425 mm)	20-35
N 200 (0.075 mm)	3-15

Tabla 2.5 Base clase 3 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).

- Base clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. En la Tabla 2.6 se presenta las especificaciones para la base clase 4.

TAMIZ	Porcentajes en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2 " (50.8 mm)	100
1 " (25.4 mm)	60-90
N 4 (4.75 mm)	20-50
N 200 (0.075 mm)	0-15

Tabla 2.6 Base clase 4 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).

Si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias se completará con material procedente de una trituración adicional o arena fina (mezclado en planta).

- **Contenido de Agua (Límites de Atterberg o Límites de consistencia)**

Los suelos que poseen algo de cohesión, según su naturaleza y cantidad de agua, pueden presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido, semi-sólido, plástico o semi-líquido (ver Gráfico 2.1). El contenido de agua o humedad límite o límite de consistencia al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro.

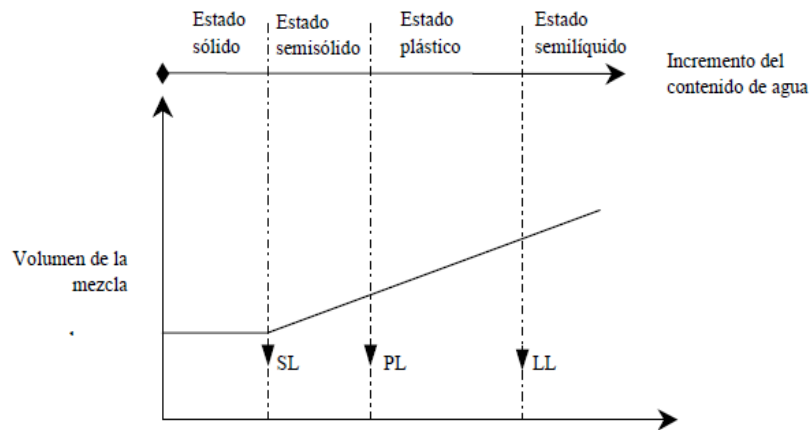


Gráfico 2.1 Definición de los límites de Atterberg (Das, 2001).

Los límites de Atterberg no son estrictamente absolutos, sino fronteras aproximadas para la clasificación de los suelos cohesivos y resultan útiles en la mecánica de suelos para poder identificar las arcillas por su consistencia y comportamiento (Fratelli, 1993). Estos son:

- El límite líquido (LL)
- El límite plástico (LP)
- El límite de contracción (LC)

Además del LL y del LP, una característica obtenida es el Índice de plasticidad IP que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP \quad \text{Ecuación 2.1}$$

El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo (Tabla 2.7)

Índice de plasticidad	Característica
IP > 20	Suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	Suelos arcillosos
10 > IP > 4	Suelos poco arcillosos
IP = 0	Suelos exentos de arcilla

Tabla 2.7 índice de Plasticidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008).



- **Dureza**

La resistencia mecánica de los agregados es un factor predominante en la evolución del comportamiento de una capa firme después de la puesta a servicio. La evaluación de dicha resistencia o dureza se realiza mediante diversos ensayos de laboratorio como el ensayo de desgaste de la máquina de los ángeles; sin embargo, ninguno caracteriza el estado tensional del agregado en conjunto de la estructura (Padilla Rodríguez, 2004).

- **Relación de Humedad y Densidad (Ensayo Proctor Modificado)**

La compactación de un suelo es un proceso mecánico destinado a aumentar su peso por unidad de volumen, lo que trae como consecuencia un incremento de su resistencia al esfuerzo cortante y una disminución de su compresibilidad y su permeabilidad (Sánchez Sabogal, 1990).

Las pruebas de compactación de laboratorio tienen como finalidad dos usos principalmente. En el primero, los suelos se compactan para obtener datos para el proyecto vial; referente a resistencia, deformabilidad, permeabilidad, susceptibilidad al agrietamiento, etc. En este caso se trata de representar en laboratorio la prueba con las mismas propiedades mecánicas del suelo que después se obtendrán al compactar los materiales en el campo.

El segundo uso de las pruebas de compactación es el que de ellas se hace en el control de calidad; en este caso, la prueba se utiliza fundamentalmente como un índice de comparación del peso volumétrico de laboratorio y de campo.

El método Proctor modificado está basado en la determinación de las densidades secas de varias probetas, compactadas en idénticas condiciones pero con contenidos de humedad diferentes. Para cada contenido de humedad se obtiene una determinada densidad, que representados gráficamente definen la relación buscada (valor máximo).

- **Capacidad portante (CBR)**

La relación de soporte de california (California Bearing Ratio) conocida como CBR es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo



condiciones de humedad y densidad (Sánchez Sabogal, 1990). El método CBR es una forma de clasificación de un suelo para ser utilizado como subrasante o material de subbase o base en la construcción de carreteras.

El CBR de un suelo es la carga necesaria para penetrar un pistón de dimensiones determinadas a una velocidad previamente fijada en una muestra compactada de suelo después de haberla sumergido en agua y luego de haber medido su hinchamiento, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar.

El método CBR comprende los 3 ensayos siguientes:

- Determinación de la densidad y humedad (Proctor Modificado)
- Determinación de las propiedades expansivas del material.
- Determinación de la resistencia a la penetración.

### **2.2.3 CARPETAS DE RODADURA EN CAMINOS DE BAJO TRÁNSITO**

La selección del tipo de tratamiento a aplicar en las vías está determina por muchas variables como criterios técnicos, factores económicos, fuentes de materiales, su idoneidad, distancia de acarreo, condiciones ambientales, la disponibilidad de equipos y la mano de obra. En el presente estudio de tesis, se analiza la implementación de la imprimación reforzada para la conformación de capas de rodadura de caminos rurales.

#### **2.2.3.1 IMPRIMACIÓN REFORZADA**

Se denomina imprimación reforzada al tratamiento superficial a penetración directa sobre una plataforma existente de un camino de afirmado, la que previamente ha sido desagregada (escarificado) o acondicionado mediante la incorporación de una capa de material granular para facilitar un mayor descenso del ligante asfáltico de curado medio, el cual que se aplica en dos oportunidades, para luego aplicar una capa de arena uniformemente distribuida. El proceso finaliza con una compactación con rodillo liso y neumático entre cada capa (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).



Las imprimaciones reforzadas proporcionan una capa de rodadura impermeable y con una mayor durabilidad. Además, con este tipo de tratamiento lo que se busca es proveer una estructura de calzada adecuada que cumpla con los siguientes requerimientos:

- bajo costo de la estructura
- mantenimiento simple y de bajo costo

El costo de las estructuras en relación al bajo tránsito, inhabilita la aplicación de soluciones que se utilizan en caminos de orden superior. Para asegurar una buena calidad de la imprimación y mantener bajos costos, es necesario contar con maquinaria mínima y permanentemente operativa, contar con personal capacitado y que la calidad de los materiales y los procesos constructivos sean los recomendados en el manual del MTOP.

**MATERIALES**

a) Asfalto líquido, de grado MC-30, MC-70 y RC-250 que cumpla con los siguientes requisitos de la Tabla 2.8:

Norma	Características	RC-250		MC-30		MC-70	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
ASTM D2170	Viscosidad cinemática a 60°C, mm 2/s	250	500	30	60	70	140
ASTM D3143	Punto de inflamación (TAG, capa abierta) °C	27	-	38		38	
ASTM D402	Destilación, volumen Total destilado hasta 360°C,%Vol. A190°C A 225°C A 260°C A 316°C	35 60 80			25 70 93		20 60 90
ASTM D402	Pruebas sobre el residuo de la destilación Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	80	120				
ASTM 2171	Viscosidad absoluta a 60°C, Pas	60	240	30	120	30	120
ASTM D113	Ductilidad a 25°C, 5cm/min., cm.	100		100		100	
ASTM D2042	Solubilidad en tricloetileno, %	99		99		99	
ASTM D95	Contenido de agua, % del volumen		0.2		0.2		0.2

(\*) Opcionalmente se puede reportar penetración en vez de viscosidad

Tabla 2.8 Requisitos de material bituminoso diluido de curado medio y rápido (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).



El MC-30 y MC-70 son asfaltos cortados de curado medio. El RC-250 es un asfalto cortado de curado rápido, de color negro y estado normal líquido. Es un asfalto diluido en solventes, de uso en frío, su consistencia le permite ser mezclado con agregados pétreos mediante revoltura mecánica. Para mejorar la trabajabilidad de la mezcla, se le puede aplicar temperatura al RC-250 y así disminuir su viscosidad.

b) La arena, será no plástica, libre de impurezas y materia orgánica, y ajustarse a la siguiente banda granulométrica de la Tabla 2.9:

Tamices		% en peso que pasa
mm	ASTM	
10	(3/8")	100
4.75	(N 4)	85-100
0.075	(N 200)	0-5

Tabla 2.9 Granulometría de arena no plástica para imprimación reforzada (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012, p. Vol. 6 p. 136).

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica sean iguales o superiores a 10°C y la superficie de la carretera (base por tratar) esté razonablemente seca y condiciones climáticas favorables (no lluviosos, ni muy nublado) (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).

### PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (2008), establece el siguiente procedimiento, que se puede emplear:

1. Cuando se utiliza la capa superior de la plataforma existente, con la motoniveladora se escarifica los 5 cm superiores y luego se extiende el material removido al que se le da el perfilado correspondiente. Sin embargo, si en la plataforma existen partículas de gran tamaño que dificultan el raspado con la motoniveladora, se recomienda regularizar los perfiles transversal y longitudinal mediante la incorporación de material seleccionado, el espesor



de la capa en ningún momento deberá ser inferior a la penetración que se prevé para el diluido.

2. Luego del perfilado se conforma la pendiente transversal de 2%-3% para facilitar el escurrimiento del agua en periodos de lluvia. Posteriormente se compacta (rodillo liso) la superficie de la plataforma para uniformizar la superficie y se procede a aplicar el primer riego con un asfalto líquido, como el MC-30 o el RC-250. La cantidad de material bituminoso por  $m^2$ , debe estar comprendida entre 1,7 - 2,0  $lt/m^2$  para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 13 mm por lo menos, verificándose esto cada 25 metros.
3. Luego del primer riego, se dejarán transcurrir un mínimo de 48 horas sin tránsito para permitir la penetración asfáltica en el material de base y luego se regará con agua, sí es que se considera necesario, para humedecer la parte inferior de la capa suelta donde no llegó el asfalto líquido y así hacer más eficiente, el posterior compactado. Luego de las 48 horas se comprueba, al tacto, la adhesividad del riego, así como cuanto penetró el asfalto líquido y la humedad de la capa inferior.
4. El proceso de compactado se lo realiza con un rodillo liso y luego con el neumático alcanzando así la densidad final, siempre y cuando no haya adhesión con el rodillo en la primera pasada. De lo contrario se procederá de una de las dos maneras siguientes:
  - a) Si se ha comprobado una efectiva penetración del diluido, se extenderá una fina capa de arena natural o de trituración, para impedir la adherencia del rodillo, procediendo luego a la compactación ligera con el rodillo vibratorio liso y luego con el neumático.
  - b) Si la penetración es deficiente debe demorarse la entrada del equipo de compactación para dar tiempo a la penetración y luego se procede como en el caso a) hasta lograr la total compactación.





5. Acabada la compactación se aplicará el segundo riego, a razón de 0.5 a 0.6 lt/m<sup>2</sup>. Este riego final también se dejará curar 48 horas, tras lo cual se barrerá todo exceso de asfalto acumulado y procederá a la distribución de arena natural o friccional en una cantidad comprendida entre 3 a 5 kg/m<sup>2</sup>, cuya finalidad será absorber el asfalto aún fresco e impedir que se adhieran los neumáticos de los vehículos. Finalmente, se procede al rodillado intenso con rodillo neumático hasta obtener una superficie sellada que se abrirá al tránsito.

### **2.3 CRITERIOS Y SELECCIÓN DE PARAMETROS PARA LA CONFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA VIAL**

Una vía está conformada por un conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente durante su periodo de diseño o vida útil. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazado horizontal y vertical, una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas, una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua para evitar las fallas y los agrietamientos (Montejo Fonseca, 1998).

En el Ecuador el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) no tiene de manera específica un manual que sirva de guía para el diseño estructural de vías no pavimentadas con bajos volúmenes de tránsito (camino rurales). Sin embargo, para realizar un mejor análisis del tema propuesto se utilizará las normativas de otros países sudamericanos, tales como:

- Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, (Murgueitio & Montejo, 1999) Colombia.
- Guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito, Dirección de Vialidad Ministerio de Obras Públicas (Thenoux, Halles, Barrera, & Miranda, 2002) Chile.



- Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008) Perú.
- Manual de diseño para pavimentos de bajos volúmenes de tránsito (Páramo & Cassan, 1997) Argentina.

En los caminos de bajo volumen de tránsito, se proponen soluciones relativamente económicas comparadas con caminos de mayor tráfico. Sin embargo, las situaciones particulares de cada zona, tales como suelo, clima, materiales y otros factores, recomiendan el diseño de estructuras propias y consideraciones de diseño que posibiliten la transitabilidad permanente. A las vías estabilizadas mediante una imprimación reforzada, se considera como estructuras no transitorias, es decir que soportan el tránsito de diseño y que si posteriormente aumenta el volumen de tránsito, ésta pueda ser reforzada sin modificar significativamente su estructura.

Para determinar los espesores de la estructura de un pavimento existen numerosos métodos (empíricos, semiempíricos, racionales). En el presente estudio, al tratarse de vías de tercer orden cuyo TPDA es menor a 50 vehículos pesados por día en el año inicial de servicio, la metodología utilizada para evaluar las estructuras existentes se basa en estructuras tipo (cartas de diseño) tomando en cuenta:

- El número de vehículos pesados por día en el año inicial de servicio (TPDA).
- Estimación del número de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn.

### **2.3.1 PERÍODO DE DISEÑO (n).**

Es el tiempo comprendido desde la puesta en servicio hasta el término de su vida útil (estado funcional) de la vía, corresponde al período en el cual el pavimento construido debe proveer un adecuado nivel de servicio asegurando la movilidad, accesibilidad y seguridad. Este lapso de tiempo no indica que la estructura haya alcanzado el final de su vida de servicio, implica que a partir de ese momento se deben realizar actividades de rehabilitación lo cual dependerá



de las características de los materiales utilizados, del tránsito, el clima, de la historia y secuencia de los mantenimientos rutinarios y de las condiciones ambientales (DT Mariño & Galarza Velástegui, 2011). Este periodo es variable en algunos países (Tabla 2.10).

PERÍODO DE DISEÑO	
PAIS	PERIODO (años)
ARGENTINA	5 - 6
CHILE	5 - 10
PERÚ	5 - 10

Tabla 2.10 Período de diseño.

### 2.3.2 TRÁNSITO

Determinar el tránsito que circulará en caminos de tercer orden es dificultoso y en algunos casos complejo. Se debe tener en cuenta los siguientes factores (Páramo & Cassan, 1997):

- Número de pobladores a los que sirve en forma directa la vía.
- Número, tipo de vehículo de transporte y pesos.
- Velocidades medias de circulación.

Desde un punto de vista del diseño del pavimento los vehículos livianos (motocicletas, automóviles y camionetas) no contribuyen de manera significativa al daño estructural de las capas del pavimento, solamente se considera los vehículos pesados (buses, camiones, tractores con remolque) para estimar la cantidad vehicular que afectará al camino durante su vida útil.

En función del tránsito promedio diario de vehículos pesados previsto durante el año inicial de servicio, según Montejo Fonseca (1998), el tránsito de diseño se clasifica en 3 niveles (Tabla 2.11).



Clase de tránsito	Número diario de vehículos pesados al año inicial de servicio en el carril de diseño
T1	1-10
T2	11-25
T3	26-50

Tabla 2.11 Clases de tránsito de diseño (Montejo Fonseca, 1998).

De acuerdo a Thenoux, Halles, Barrera, & Miranda (2002) para los pavimentos con un bajo volumen de vehicular, se definen dos tipos de tránsito:

- **Tránsito liviano:** dentro de esta categoría están aquellos caminos cuyo flujo principal es de tránsito liviano con un porcentaje bajo de vehículos pesados (caminos de accesos a balnearios, zonas turísticas, pequeños poblados, colegios u otras zonas de servicios). El tránsito de diseño es menor a 150000 Ejes Equivalentes durante una vida útil de 5 o 10 años.
- **Tránsito pesado:** dentro de esta categoría están aquellos caminos asociados a zonas con actividad industrial, agrícola, ganadera o de servicios donde porcentaje de vehículos pesados es mayor a 15 - 20% del flujo total y ejes estimados menores a 1 millón.

Los rangos establecidos y expresados en Ejes Equivalentes acumulados se indican en la Tabla 2.12

DEMANDAS DE TRÁNSITO POR SENTIDO	
RANGO	EJES EQUIVALENTES x 1000
T0	0 - 150
T1	150 - 300
T2	300 - 500
T3	500 - 700
T4	700 - 1000

Tabla 2.12 Rangos de demandas de Tránsito (Thenoux et al., 2002).

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (2008), el tráfico proyectado al año horizonte se clasifica en 4 grupos (Tabla 2.13).



CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
N° Rep. EE (carril de diseño)	$< 2.5 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4 - 7.8 \times 10^4$	$7.9 \times 10^4 - 1.5 \times 10^5$	$1.6 \times 10^4 - 3.1 \times 10^5$

Tabla 2.13 Categoría de Tránsito (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008).

### 2.3.3 COMPOSICIÓN VEHICULAR

La Norma Ecuatoriana Vial, Volumen 2.A (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012) para estudios y diseños viales establece una composición vehicular según el peso y dimensiones del vehículo, la cual se incluye a continuación en la Tabla 2.14. Se debe tener presente que los camiones pueden tener diferentes trenes de rodamiento constituido por combinaciones de ejes sencillos, tándem y tridem.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	3,00	4,30
S2			20	13,00	3,00	4,30
S1			11	13,00	3,00	4,30
R2			22	10,00	3,00	4,30
R3			31	10,00	3,00	4,30
B1			11	10,00	3,00	4,30
B2			20	10,00	3,00	4,30
B3			24	10,00	3,00	4,30

Tabla 2.14 Tipo de vehículos motorizados remolques y semirremolques (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012).

### 2.3.4 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Con los valores totales de vehículos Livianos, Buses y Camiones obtenidos en el conteo manual, que constituyen el Tráfico Observado (TO) se proyectará para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA, año base). Para ello se calculan



los coeficientes que reflejen la variabilidad del tráfico según sean las horas, el día, semana y el mes del conteo.

El TPDA para livianos sirve para dar características geométricas de la vía, mientras que el TPDA para pesados sirve para dar estructura del pavimento de dicha vía.

Una vez obtenidos los factores de variación del tráfico dependiendo del intervalo de hora, día, semana, mes, se realiza el cálculo del TPDA aplicando la siguiente Ecuación 2.2

$$TPDA = TO * Fe = TO * \underbrace{(Fh * Fd * Fs * Fm)}_{Fe} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde:

TO = Tráfico observado (conteo manual)

Fe= Factor de expansión

Fh = Factor horario

Fd = Factor diario

Fs = Factor semanal

Fm = Factor mensual

- **Factor horario (Fh).**

Su objetivo es corregir el período de conteo vehicular clasificado como si se hubiera contado el día entero. Se calcula dividiendo el porcentaje total del tráfico automático del día calendario (100%) para el porcentaje del tráfico del conteo observado en las horas que corresponden al conteo manual (Ecuación 2.3)

$$Fh = \frac{\text{Total del tráfico del día del conteo automático}}{\text{Tráfico del conteo automático en las horas que coinciden al conteo manual}} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

- **Factor diario (Fd).**

Se usa para extrapolar el tránsito diario a tránsito semanal. Su objetivo es corregir el conteo vehicular clasificado independientemente del día en el que se realizó el conteo observado. Con este factor se expande el tráfico promedio a



tráfico promedio semanal. Se obtiene dividiendo el tráfico promedio diario semanal del conteo automático para el volumen del tráfico del día calendario del conteo observado manual (Ecuación 2.4).

$$Fd = \frac{\textit{Promedio diario semanal del conteo automático}}{\textit{Total del conteo automático del día que corresponde al conteo manual}} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

- **Factor semanal (Fs).**

Son las variaciones del tráfico semana a semana para un mes de conteo. Este factor permite tener el tráfico expandido al mes, se obtiene usando los datos del tráfico promedio semanal del conteo automático para el mes de conteo y dividiendo para el tráfico de la semana que contenga al día calendario del conteo manual (Ecuación 2.5).

$$Fs = \frac{\textit{Promedio del tráfico semanal del conteo automático}}{\textit{Tráfico de la semana que contenga el día calendario del conteo manual}} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

En la presente investigación, éste factor no puede determinar debido a que no se dispone de un conteo automático correspondiente a un mes, por lo que se asume un valor de 1.

- **Factor mensual (Fm).**

Son las variaciones del tráfico de mes a mes para un año de conteo. Permite ampliar el tráfico mensual hasta el anual. Para su determinación se necesita de un conteo automático para todo un año lo cual es difícil de obtener; para ello se requiere otro índice que indica la movilidad vehicular, como es el consumo de combustibles más próximo del año en que se realiza el conteo. Se obtiene dividiendo el consumo promedio mensual de combustible para el consumo del mes que contenga al día del conteo manual (Ecuación 2.6).

$$Fm = \frac{\textit{Consumo promedio mensual de combustible}}{\textit{Consumo del mes que tiene al día calendario del conteo manual}} \quad \text{Ecuación 2.6}$$

Su finalidad es ampliar el tránsito mensual hasta el anual, para lo cual será necesario correlacionar la información que se dispone. El consumo de combustibles de cada zona de influencia se presenta en la Tabla 2.15.





MES	CANTÓN		
	MORONA	SUCÚA	MÉNDEZ
Enero	462250	227500	186000
Febrero	420750	217000	164000
Marzo	465736	237999	164000
Abril	471749	229999	154000
Mayo	487237	225500	130000
Junio	475249	209500	126000
Julio	454766	243000	150000
Agosto	468754	233000	156000
Septiembre	457757	224000	182000
Octubre	494755	216000	166000
Noviembre	417777	187973	135000
Diciembre	477762	242000	120000
<b>TOTALES</b>	<b>5554542</b>	<b>2693471</b>	<b>1833000</b>
<b>PROMEDIO</b>	462879	224456	152750

Tabla 2.15 Consumo de combustible (Agencia Regional de Control Hidrocarburífero Azuay, 2015).

- **Factor de Expansión (Fe)**

Es el resultado de la multiplicación de todos los factores ya mencionados, sirve para obtener el TPDA, lo cual se indica en la Ecuación 2.2 (Montejo Fonseca, 1998).

Una vez determinado el número de vehículos (TPDA) y la cantidad de vehículos pesados (buses y camiones) para el carril de diseño, es necesario expresar el volumen de tráfico en términos de Ejes Equivalentes (EE) acumulados para el periodo de diseño.

### 2.3.5 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Un eje equivalente (EE) representa el efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 Tn de peso, con una presión máxima de 80 lb/pulg<sup>2</sup> en sus neumáticos.

Para calcular el número de EE de 8.2 Tn, se usará la Ecuación 2.7 para cada tipo de vehículo (Montejo Fonseca, 1998).



$$EE = TPD * A\% * F_D * F_L * 365 * \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} * FC_g \quad \text{Ecuación 2.7}$$

Donde:

TPD	=	Tránsito promedio diario inicial.
A	=	Porcentaje estimado de vehículos comerciales (camiones y buses).
FD	=	Factor de distribución por dirección.
FL	=	Factor de distribución de carril.
r	=	Tasa de proyección.
n	=	Periodo de diseño.
FCg	=	Factor camión global de la vía.

- **TASA DE PROYECCIÓN DEL TRÁFICO.**

Se recomienda en Colombia para carreteras con bajos volúmenes de tránsito valores entre 2 y 3% como tasa de proyección (Montejo Fonseca, 1998). En Chile se definen dos tasas de crecimiento 4 y 7% sin embargo, se recomienda utilizar la tasa de 4% salvo el caso en que se puede afirmar con seguridad que el cambio de estándar del camino producirá un tránsito generado significativo (Thenoux et al., 2002). En Perú, la tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico (PBI) normalmente entre 2 y 6% a criterio del equipo de estudio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008).

En este estudio para determinar la tasa de proyección de los vehículos livianos se utilizó el modelo logístico el cual se basa en encontrar el índice de crecimiento de la tasa de motorización (Tm) que se define como la cantidad de vehículos por cada mil habitantes.

Para esta proyección de camiones y buses se utilizó las tasas de crecimientos poblacionales pertenecientes al área de influencia de la zona de estudio, ya que la demanda de buses es directamente proporcional con el crecimiento poblacional, es decir que se calculó la tasa de crecimiento para buses y camiones con los datos poblacionales proyectados con los datos censales obtenidos según el año.

- **FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN**

Es el porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño, en la mayoría de los métodos solo tienen en cuenta el tránsito que circula por este. Sin embargo, es preciso considerar las peculiaridades de las vías para las cuales se va a utilizar (ancho de la calzada), estas consideraciones se presentan en la Tabla 2.16.

Ancho de la calzada	Tránsito de diseño
Menor de 5 m	1 Total en los dos sentidos
Igual o mayor de 5 m y menor de 6 m	$\frac{3}{4}$ del total en los dos sentidos
Igual o mayor de 6 m	$\frac{1}{2}$ del total en los dos sentidos

Tabla 2.16 Tránsito por adoptar para el diseño según el ancho de la calzada (Montejo Fonseca, 1998).

En este estudio tomando en cuenta los anchos de los distintos tramos de vías, se consideró los factores indicados en la Tabla 2.17.

SECTOR	Ancho de vía (m)	Factor
Troncal Amazónica - Mutinsa	5.70	3/4
Troncal Amazónica - Bellavista (Sucúa)	4.00	1
Acceso camal de Méndez	9.15	1/2
Vía junto a la pista de Aterrizaje - Patuca	3.75	1

Tabla 2.17 Factores de distribución.

- **FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DE CARRIL**

Este factor depende del número de carriles en cada dirección. Se recomienda en Perú para carreteras con bajos volúmenes de tránsito un factor de 1 que corresponde a un carril por dirección y sentido (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008) lo cual se presenta en la Tabla 2.18, el valor que se utilizó es de 100% que corresponde a un carril en cada dirección.



NÚMERO DE CARRILES EN CADA DIRECCIÓN	% DE ESAL EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Tabla 2.18 Factor de distribución por carril.

- FACTOR CAMIÓN**

El factor camión se refiere al número de aplicaciones de ejes sencillos con carga equivalente de 8.2 Tn, el cual corresponde al paso de un vehículo comercial (bus o camión). En la Tabla 2.19 se presenta los factores utilizados con mayor frecuencia en Colombia los cuales han sido obtenidos por el MOPT - INGEROUTE y la Universidad del Cauca (Montejo Fonseca, 1998). En el presente estudio los factores utilizados según el tipo de vehículo observado durante el conteo manual corresponde a 3.44 (camión grande de 2 ejes), 3.76 (camión grande de 3 ejes) y 1 (bus grande) respectivamente.

TIPO DE VEHÍCULO	FACTORES DE EQUIVALENCIA	
	MOPT - INGEROUTE	UNIVERSIDAD DEL CAUCA (1996)
C-2 pequeño		1.14
	1.4 (promedio)	
C-2 grande		3.44
C-3	2.40	3.76
C2 - C1		3.37
C4	3.67	6.73
C3 - S1		2.22
C2 - S2		3.42
C3 - S2	4.67	4.40
C3 - S3	5.0	4.72
Bus P-600		0.40
	0.2 (promedio)	
Bus P-900		1.00
Buseta		0.05

Tabla 2.19 Factor Camión.

## 2.4 EVALUACIÓN DE LA CAPA DE RODADURA EXISTENTE

En general, una estructura deja de prestar un servicio eficiente cuando se rompe y sufre deformaciones, como consecuencia de la acción de las cargas del tránsito, defectos constructivos o mal llamados deterioros que disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de la estructura. Por lo que es muy importante conocer el estado de deterioro que tiene una vía.

Existe varios métodos que permiten realizar una proyección futura del estado del pavimento, todos estos se basan en conocer la condición actual del pavimento, es así, en esta investigación para cuantificar el estado actual de las diferentes vías se realizó mediante la aplicación de la norma ASTM D 6433 - 99 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys), o más conocido por sus siglas en inglés PCI (Pavement Condition Index).

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0) para un pavimento fallado o en mal estado hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Gráfico 2.2 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

100	<b>EXCELENTE</b>
85	<b>MUY BUENO</b>
70	<b>BUENO</b>
55	<b>REGULAR</b>
40	<b>MALO</b>
25	<b>MUY MALO</b>
10	<b>FALLADO</b>
0	

Gráfico 2.2 Índice de Condición del Pavimento (PCI) y escala de clasificación (ASTM D6433 - 99).



### 2.4.1 METODO PCI

Este método es el resultado de un procedimiento de evaluación de la condición estructural y operacional (superficial) del pavimento. A la vez que cuantifica ese estado, puede utilizarse también para estimar necesidades de mantenimiento y reparación exigidas por esas condiciones estableciendo así, cuál es el comportamiento del firme, según los valores que va tomando el índice con el tiempo.

La información para su determinación se toma mediante inspección visual, donde se identifican los daños tomando en cuenta el tipo de falla, severidad y extensión de cada una de ellas y posteriormente se realiza el cálculo.

- **El tipo de falla** que depende del tipo de degradación que presenta la superficie del pavimento, la cual puede ser piel de cocodrilo, exudación, abultamientos, etc. Los tipos de falla que se deben considerar durante la inspección visual se presentan en la Tabla 2.20.

Falla No.	Descripción	Unidad
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación	m <sup>2</sup>
3	Agrietamientos en bloque	m <sup>2</sup>
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m <sup>2</sup>
6	Depresión	m <sup>2</sup>
7	Grietas de borde	m
8	Grietas de reflexión de junta	m
9	Desnivel carril/berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parcheo	m <sup>2</sup>
12	Agregados pulidos	m <sup>2</sup>
13	Huecos (baches)	N <sup>0</sup>
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>
16	Desplazamiento lateral	m <sup>2</sup>
17	Grieta parabólica o por deslizamiento	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
19	Desprendimiento de agregados	m <sup>2</sup>

Tabla 2.20 Tipos de falla en pavimentos flexibles (Vásquez Varela, 2002).



Estas variables se registraron en forma continua en cada camino de estudio, dividiendo en áreas más pequeñas denominadas unidades de muestreo de 100 metros.

- **La severidad** de la falla que indica el grado de deterioro. Para determinar este grado, se debe valorar la calidad del viaje, es decir, la percepción que se tienen al transitar en un vehículo a velocidad normal, es así:
  - **Bajo (L):** cuando se perciben vibraciones en el vehículo, pero no es necesario reducir la velocidad.
  - **Medio (M):** existen vibraciones significativas por lo que se debe reducir la velocidad por seguridad o comodidad.
  - **Alto (H):** las vibraciones son muy excesivas por lo que se debe reducir la velocidad considerablemente por seguridad o comodidad.
- **La Extensión** se refiere al área o longitud que está afectada.

## 2.5 ANÁLISIS DE COSTOS DE UN CAMINO CON IMPRIMACIÓN REFORZADA Y UN CAMINO NO PAVIMENTADO.

Para el análisis de costos de un camino es necesario conocer los siguientes costos:

- **Inversión o construcción**

Para determinar el valor de la inversión o construcción de un proyecto de vía es necesario conocer la resistencia de la subrasante y nivel de tráfico y una alternativa de diseño que implica la selección de la estructura. Los valores de inversión se basan en el presupuesto de la obra de acuerdo a los precios manejados en la Dirección de Obras Públicas de GAD Provincial de Morona Santiago. Estos varían según la ubicación del proyecto debido principalmente al costo del transporte y al tipo de camino.

- El costo de inversión en una vía no pavimentada generalmente está relacionado a la estabilización de la subrasante, colocación de material



pétreo (mejoramiento) y un material fino (lastre) que es comúnmente utilizado en vías de bajo volumen de tránsito.

- La imprimación reforzada consiste principalmente en el mejoramiento de carpetas de rodadura, protegiéndolas con superficies asfálticas denominadas generalmente capas de protección (Cavieres Acevedo, 2008). Lo que implica un costo adicional a una vía no pavimentada.

- **Mantenimiento o conservación rutinaria**

La conservación es un conjunto de actividades que se realizan en forma permanente con el objetivo de mantener una servicialidad acorde con la demanda exigida por el uso de estos caminos de bajo tránsito (caminos rurales), entre estas actividades comprenden:

- Limpieza de cunetas, descoles, alcantarillas y demás obras de drenaje superficial y sub-drenaje.
- Rocería de taludes y zonas laterales.
- Reposición de capa de lastre (vía no pavimentada).
- Eventual parcheo localizado.

Una vía no pavimentada (lastre como capa de rodadura) requiere un mantenimiento rutinario donde los trabajos de reparación de deficiencias de la vía son requeridos en forma continua para mantenerla en buen estado de servicio.

En lo que corresponde al mantenimiento de la capa de imprimación reforzada requiere un mantenimiento periódico con el único fin de reponer características que se han perdido debido a la acción del tráfico (bacheo). Los precios son los manejados en la Dirección de Obras Publicas de GAD Provincial de Morona Santiago, en la ejecución de conservaciones por las diferentes modalidades, administración directa y contratación.





- **Valor residual (VR)**

Al término del período de análisis económico, las vías presentan un cierta condición superficial y estructural; ésta condición se denomina Valor Residual el cual se expresa como un porcentaje del costo de inversión (costo inicial).

### 2.5.1 CÁLCULO DEL COSTO GLOBAL ACTUALIZADO

Para el análisis de los costos, son muchas las variables que se deben considerar. Para el presente estudio se realizará mediante el cálculo del costo global actualizado (CGA) que abarca los costos de la infraestructura que expresada en la Ecuación 2.8:

$$CGA = C_1 + C_2 + C_3 - VR \quad \text{Ecuación 2.8}$$

Donde:

- Costo de inversión o construcción ( $C_1$ ): Es el costo actualizado al año cero de la construcción de la vía. Incluye costos directos, costos indirectos, la utilidad del constructor y el costo de interventoría.
- Costo de mantenimiento o conservación ( $C_2$ ): Es la sumatoria de los costos anuales de la conservación rutinaria durante el periodo de análisis, actualizados al año cero.
- Costo de la rehabilitación ( $C_3$ ): Es la sumatoria de los costos de las rehabilitaciones en los años previstos su ejecución, debidamente actualizados al año cero.
- Valor residual (VR): es el valor remanente de la estructura al final del periodo de diseño, actualizado a año cero.

Al momento de elegir la alternativa estructural más adecuada para la construcción de una vía, uno de los criterios para la selección es el Costo Global Actualizado de dicha alternativa (Montejo Fonseca, 1998).

Para determinar el Costo Global Actualizado (CGA) se empleará la Ecuación 2.9 que es la expresión desarrollada de la Ecuación 2.8



$$CGA = C_1 + \sum_{i=1}^m \frac{MR_i}{(1+a)^i} + \frac{RH_{n1}}{(1+a)^{n1}} + \frac{RH_{n2}}{(1+a)^{n2}} + \dots - \frac{VR_m}{(1+a)^m} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

Donde:

- $C_1$  = Costos de construcción.
- $MR_i$  = Costos de mantenimiento rutinario (conservación).
- $RH_{n1}$  = Costos de la rehabilitación.
- $n$  = Año previsto para la rehabilitación (diseño estructural).
- $m$  = Último año del periodo de análisis económico.
- $a$  = Tasa de actuación del dinero (%).
- $VR_m$  = Valor residual de la estructura.

### CÁPITULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para analizar la imprimación reforzada como una capa de rodadura para viabilizar ejes rurales, en este capítulo se presenta una descripción de la zona de estudio, así como los ensayos y datos a utilizar para evaluar el estado de la estructura existente. También se indica las herramientas y metodologías utilizadas para la obtención y análisis de nuevos datos e información que sirve para evaluar el estado funcional de la estructura. Con los datos obtenidos se seleccionó la estructura adecuada y finalmente se realiza un análisis de costos.

#### 3.1 UBICACIÓN DE LA ZONAS DE ESTUDIO

En el presente estudio se evalúan los proyectos realizados en la Provincia de Morona Santiago, que han sido ejecutados mediante el método de imprimación reforzada. Este método se ha realizado en caminos con bajo volumen de tránsito, y hasta la presente fecha se han construido cuatro vías indicadas en el Gráfico 3.1:

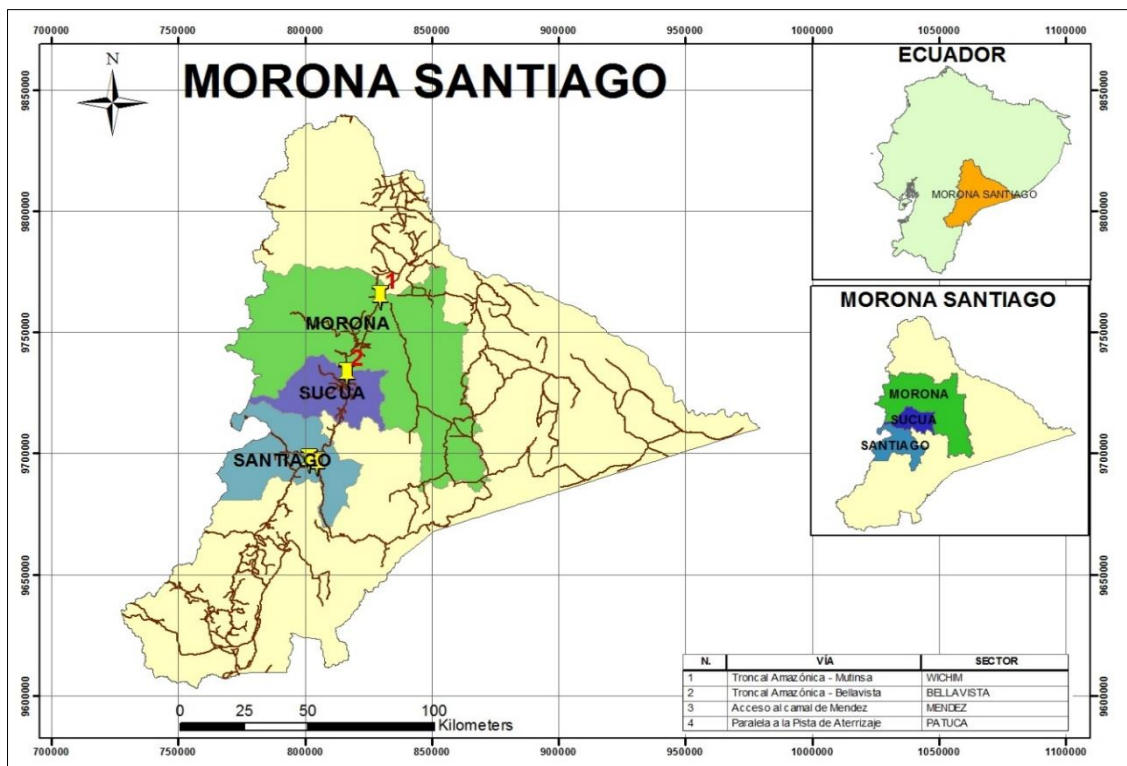


Gráfico 3.1 Mapa Ubicación de vías de estudio.



La Dirección de Obras Públicas del Gobierno Provincial de Morona Santiago empezó implementado esta metodología a partir del 2013, conformando los primeros tramos de vías. La vía Troncal Amazónica-Bellavista situada en el sector Santa Marianita perteneciente al cantón Sucúa cuya longitud es de 1653 metros, puesta en servicio en el 2013. La vía Troncal Amazónica- Mutinsa situada en el sector Wichim en el Cantón Morona, cuya longitud es de 893 metros puesta en servicio en el 2014. El acceso al camal de la ciudad de Méndez perteneciente al cantón Santiago de Méndez cuya longitud es 223 metros. La vía junto a la pista de aterrizaje de Patuca, ubicada en el Cantón Santiago, cuya longitud es de 900 metros; estas dos últimas puestas en servicio a inicios del año 2015.

### **3.2 EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DE LOS CAMINOS RURALES DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Para la evaluación de los materiales que conforman la estructura de cada vía se realizó calicatas en los costados de la vía en diferentes abscisas como se indica en la Tabla 3.1. Cabe indicar que la longitud de las vías evaluadas hace referencia a tramos, los cuales han sido puestos a prueba mediante la imprimación reforzada. Para determinar el número de calicatas se debe indicar que se consideró la homogeneidad existente del material, longitud del tramo y el uso de la vía. Por esta razón, en el caso del acceso al camal por considerarse una zona cuyo tráfico en la mayoría es liviano y cuya sección de calzada 9.15 metros que en mayor parte es utilizada como zona de parqueo, se realizó una sola calicata.

VÍA	UBICACIÓN PARROQUIA/ SECTOR	CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA			
		LONG (m)	ANCHO PROMEDIO (m)	ABSCISA	POZO
Troncal Amazónica - Mutinsa	Morona/ Wichim	893	5.70	KM: 0+300	1
				KM: 0+800	2
Trocal Amazónica - Bellavista	Marianita/ Bellavista	1653	4.00	KM: 0+500	1
				KM: 1+000	2
				KM: 1+500	3
Acceso camal de Méndez	Méndez /camal	223	9.15	KM: 0+050	1
Paralela a la pista de aterriaje	Patuca	900	3.75	KM: 0+200	1
				KM: 0+700	2

Tabla 3.1 Características y ubicación de puntos de estudio.

Estas vías se encuentran ya conformadas con material granular, por lo que para la obtención de las muestras se realizó excavaciones de pozos a cielo abierto a nivel de la subrasante, hasta una profundidad de 1.00 metro aproximadamente hasta encontrar el suelo natural. El material extraído del pozo se colocó en un saco con la debida identificación para ser trasladado al laboratorio, como se muestra en la Fotografía 3.1



Fotografía 3.1 Proceso de obtención de la muestra a cielo abierto en la vía Troncal Amazónica - Mutinsa.

Para la determinación del contenido de humedad natural de las muestras obtenidas se tomó una porción representativa en una funda plástica con su respectiva identificación.

### 3.2.1 ENSAYOS DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DE LOS CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

Para la clasificación y determinación de sus propiedades se analizó muestras representativas de dicho suelo según sus respectivas normas indicadas en la Tabla 3.2

Ensayo	Norma
Contenido de humedad	ASTM D-2216
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422
Límites de Atterberg Límite líquido Límite plástico	ASTM D-4318
Abrasión por la Máquina de Los Ángeles	ASTM C-131
Compactación - Proctor Modificado	ASTM D-1557
C.B.R Laboratorio	ASTM D-1883

Tabla 3.2 Ensayos de laboratorio realizados.

Generalmente, en cada una de las cuatro vías con imprimación reforzada se encontraron dos estratos de material pétreo (estrato 1, estrato 2) y suelo natural, lo cual se puede observar en la Fotografía 3.2.



Fotografía 3.2 Medición de espesor de cada estrato de la vía Troncal Amazónica -Mutinsa.

El estrato 1 corresponde al material de base incorporado para realizar la imprimación reforzada. El estrato 2 corresponde al material existente en la vía y para conocer el aporte y características de este material se realizaron los siguientes ensayos.

- **Contenido de Humedad (Norma ASTM D-2216)**

Una característica importante de los suelos es su humedad natural, pues la resistencia de los suelos de subrasante, constituidos especialmente del material fino, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten. Su determinación se observa en la Fotografía 3.3 y Anexo 3.1.



Fotografía 3.3 Determinación del contenido de humedad.

Se determinó las siguientes humedades en cada uno de los estratos de las diferentes vías, lo cual se indica en la Tabla 3.3. En las calicatas realizadas en la vía Trocal Amazónica - Mutinsa hubo presencia de agua a nivel del suelo natural (Fotografía 3.4) el cual se ve reflejado en el cálculo del porcentaje de humedad natural, cuyo valor es elevado.



Fotografía 3.4 Perforación a cielo abierto calicata 2, vía Troncal Amazónica - Mutinsa.

VÍA	CALICATA	HUMEDAD (%)	
		Estrato 2	Suelo Natural
Troncal Amazónica - Mutinsa	1	8.38	196.68
	2	8.38	222.53
Troncal Amazónica - Bellavista	1	8.06	51.01
	2	8.50	52.11
	3	8.89	53.14
Acceso al camal de Méndez	1	8.88	10.62
Patuca/Pista de aterrizaje	1	7.12	18.39
	2	7.41	20.27

Tabla 3.3 Humedades naturales.

- **Análisis granulométrico por tamizado (Norma ASTM D-422)**

A partir de la granulometría se determinó la proporción de los elementos constituyentes para cada estrato clasificado según el tamaño de sus partículas mediante la utilización de tamices, lo cual se puede observar en la Fotografía 3.5 y Anexo 3.1 donde se muestra la curva granulométrica con los valores de porcentaje retenido en cada tamiz.



Fotografía 3.5 Serie de tamices.

- **Contenido de Agua - Límites de Atterberg (Norma ASTM D-4318).**

La plasticidad de un suelo depende únicamente de sus elementos finos y no de los elementos gruesos que contiene. El análisis granulométrico no permite



apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg (Fotografía 3.6) que son:

- El límite líquido (LL)
- El límite plástico (LP)
- Índice de plasticidad (IP)



Fotografía 3.6 Determinación de Límites Atterberg (Límite líquido).

La determinación de los Límites de Atterberg es fundamental para clasificar un suelo. Los datos y cálculos del ensayo se encuentran en el Anexo 3.1 y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3.4

VÍA	CALICATA (POZO)	CAPA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
Troncal Amazónica-Mutinsa	1	Estrato 2	NP		
		Suelo Natural	NP		
	2	Estrato 2	NP		
		Suelo Natural	NP		
Troncal Amazónica-Bellavista	1	Estrato 2	34.25	27.04	7.21
		Suelo Natural	53.13	39.69	13.44
	2	Estrato 2	34.10	27.53	6.57
		Suelo Natural	51.17	38.98	12.18
	3	Estrato 2	32.84	26.29	6.55
		Suelo Natural	51.34	39.02	12.32
Acceso al camal de Méndez	1	Estrato 2	24.28	14.21	10.07
		Suelo Natural	24.20	17.07	7.13
Patuca/ Pista de aterrizaje	1	Estrato 2	NP		
		Suelo Natural	NP		
	2	Estrato 2	NP		
		Suelo Natural	NP		

Tabla 3.4 Resultados del cálculo de los Límites de Atterberg.

- **Ensayo de Abrasión por la máquina de los Ángeles (Norma ASTM C-131)**

Mediante este ensayo se determinó la resistencia al desgaste del agregado grueso. En las vías evaluadas en este estudio el material de base utilizado es el mismo a excepción de la vía localizada en Patuca (junto a la pista de aterrizaje) en donde se observó que no existía dicho estrato. El material de base proviene de la mina del río Upano (concesionado al Gobierno Provincial de Morona Santiago) y es triturado en planta, lo cual se puede observar en la Fotografía 3.7.



Fotografía 3.7 Material de Base, Mina del río Upano.

Las características obtenidas del material de base se presentan en la Tabla 3.5

TIPO	MASA INICIAL. gr	MASA FINAL gr	ABRASIÓN %
A	5,000.00	3,883.00	22.34

Tabla 3.5 Resultados del ensayo de abrasión de la base.

De acuerdo a las especificaciones del (Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, 2012) el porcentaje de desgaste tiene que ser <40%, entonces cumple con este requerimiento.

- **Relación de humedad y densidad - Proctor modificado (Norma ASTM D-1557)**

Para determinar la densidad seca máxima y la humedad óptima de los suelos se realizó el ensayo de compactación siguiendo la secuencia de operaciones

señaladas en Norma ASTM D-1557 (método Proctor modificado), indicados en el Anexo 3.2, cuyo proceso se muestra en las Fotografía 3.8 y Fotografía 3.9.



Fotografía 3.8 Alisado y enrasado del suelo.



Fotografía 3.9 Peso del molde más muestra de suelo.

Este ensayo proporciona la base para determinar el porcentaje de compactación y el contenido de agua necesarios para conseguir las propiedades geotécnicas requeridas y para llevar el control durante la construcción. En la Tabla 3.6, se presentan los resultados de los ensayos Proctor modificado realizados en laboratorio de cada estrato.

VÍA	CALICATA (POZO)	CAPA	DENSIDAD MAX. (Kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
Troncal amazónica-Mutinsa	1	Estrato 2	2167	8.5
		Suelo Natural	730	95.6
	2	Estrato 2	2092	11.1
		Suelo Natural	735	98.0
Troncal amazónica-Bellavista	1	Estrato 2	2159	8.2
		Suelo Natural	1388	33.8
	2	Estrato 2	2155	9.5
		Suelo Natural	1386	30.2
	3	Estrato 2	2154	8.2
		Suelo Natural	1377	30.5
Acceso al camal de Méndez	1	Estrato 2	2169	7.7
		Suelo Natural	2202	8.2
Patuca/ Pista de aterrizaje	1	Estrato 2	2261	6.2
		Suelo Natural	1929	12.7
	2	Estrato 2	2267	7.4
		Suelo Natural	1935	12.0

Tabla 3.6 Resultados ensayo Proctor Modificado.

- **Relación de soporte del suelo (CBR de laboratorio)**

Se realizó este ensayo con el fin de evaluar la capacidad de soporte de los suelos (subrasante, mejoramiento, base). Para este ensayo es indispensable conocer la relación de densidad y humedad del ensayo de compactación o ensayo Proctor Modificado. En las Fotografía 3.10 a la Fotografía 3.14 se presentan de la manera general la ejecución en el laboratorio del ensayo CBR.



Fotografía 3.10 Preparación de la muestra.



Fotografía 3.11 Compactación de la muestra.



Fotografía 3.12 Muestra enraizada y remoción fondo falso.



Fotografía 3.13 Expansión de las muestras.



Fotografía 3.14 Ensayo de penetración CBR.

En la Tabla 3.7 se presentan los resultados del ensayo de CBR, que se utilizan para evaluar y diseñar. Se evalúa la calidad relativa del suelo para subrasante; por otra parte se diseñan suelos para ser utilizados como mejoramiento, subbase o base. Los cálculos para la determinación del valor de CBR de cada estrato, se presenta en el Anexo 3.3.

VÍA	CALICATA (POZO)	CAPA	CBR (%)
Troncal Amazónica-Mutinsa	1	Estrato 2	21.0
		Suelo Natural	5.1
	2	Estrato 2	20.5
		Suelo Natural	5.3
Troncal Amazónica-Bellavista	1	Estrato 2	24.2
		Suelo Natural	8.6
	2	Estrato 2	24.5
		Suelo Natural	8.4
	3	Estrato 2	24.2
		Suelo Natural	8.2
Acceso al camal de Méndez	1	Estrato 2	19.5
		Suelo Natural	8.2
Patuca/ Pista de aterrizaje	1	Estrato 2	20.7
		Suelo Natural	6.8
	2	Estrato 2	20.2
		Suelo Natural	6.5

Tabla 3.7 Resultados ensayo CBR.

- **Máximo espesor de imprimación**

El espesor de imprimación que se encontró en cada una de las vías se detalla en la Tabla 3.8. La variedad de espesores se debe a que los tramos de estudio corresponden a trabajos experimentales realizados por el Gobierno Provincial de Morona Santiago, teniendo un espesor promedio de 1.5 centímetros. En la Fotografía 3.15 se presenta la muestra obtenida en campo.



Fotografía 3.15 Espesor de imprimación reforzada de la vía Troncal Amazónica - Mutinsa.

VIA	Espesor Imprimación (cm)
Vía troncal Amazónica- Mutinsa	1.5
Vía troncal Amazónica-Bellavista	1.3
Vía acceso al camal de Méndez	2.0
Vía junto a la pista de aterrizaje de Patuca	1.2

Tabla 3.8 Espesores de imprimación.

### 3.3 EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DE LA CAPA DE RODADURA EXISTENTE.

Para evaluar el estado de la superficie de rodadura de los cuatro caminos implementados mediante la metodología de imprimación reforzada, se efectuaron recorridos de inspección visual, que permitieron identificar los diferentes grados de deterioro, los cuales han sido registrados en una ficha de inspección visual y para cuantificar su estado actual se utilizó el método PCI.

Los tipos de falla más comunes que se encontraron en las diferentes carpetas de rodadura se presentan en las Fotografía 3.16 a la Fotografía 3.20 que corresponden a baches, pérdida de áridos, grietas, piel de cocodrilo, exudación del asfalto.



Fotografía 3.16 Baches en la Troncal Amazónica - Mutinsa y vía Troncal Amazónica - Bellavista.

En la vía de acceso al Camal de Méndez se observaron en algunos segmentos pérdida de áridos, ahuellamiento y exudación de asfalto.



Fotografía 3.17 Pérdida de áridos vía acceso al camal de Méndez.

Otra condición de deterioro que se apreció en estos caminos fue el estado de cruce, los cuales por causa de la tracción de las ruedas de los vehículos en la maniobra de viraje, se acentúa la pérdida de áridos y ahuellamientos que han evolucionado hasta la aparición de baches.





Fotografía 3.18 Medición de estado de cruces vía Troncal Amazónica - Mutinsa.

Una variable importante es el estado de drenaje que es deficiente, visualizándose posas de agua y basura en los bordes de los caminos.



Fotografía 3.19 Estado de drenaje vía Troncal Amazónica - Mutinsa.

La limpieza de la faja pública es deficiente en la mayoría de las vías, lo que tiene un efecto negativo con el drenaje, obstaculizando la canalización de las aguas lluvias y en mayor proporción estas invadiendo la sección de la vía.



Fotografía 3.20 Estado de la faja Publica Troncal Amazónica - Bellavista.



### 3.3.1 CÁLCULO DEL PCI.

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utilizó para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

En la Tabla 3.9 a la Tabla 3.12 se muestra el registro que se obtuvo de campo de cada tipo de falla y sus características de las distintas vías de estudio.

FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE CAMINOS CON IMPRIMACIÓN REFORZADA								
Nombre de la vía: <u>Troncal Amazonica - Mutinsa</u>								
Cantón: <u>Morona</u>			Parroquia: <u>Mutinsa</u>		Evaluado por: <u>Maestranter</u>			
Sentido: _____			Sector: <u>Ingreso Mutinsa</u>					
Ubicación		Ancho de calzada (m)	Tipos de fallas y características					
Km inicial	Km final		Tipo	Dimensión (m)	Tipo	Ubicación	Diámetro (cm)	Profundidad (cm)
0+000	0+100	6.00	Piel cocodrilo	4.30 x 1.00	Bache	derecha	1.60x1.30	4
			Grieta lineal	3.50 x 0.02	Bache	izquierda	0.70x0.80	5
			Grieta lineal	0.9 x 0.008	Bache	izquierda	0.60x0.80	4
			Piel cocodrilo	0.60 x 1.20	Bache	izquierda	0.50x0.50	3
					Bache	izquierda	0.80x1.10	6
					Bache	derecha	0.60x0.60	4
					Bache	derecha	2.10x2.0	1
					Bache	derecha	0.30x0.30	3.5
					Bache	izquierda	0.60x0.70	4.5
					Bache	izquierda	0.25x0.25	4
0+100	0+200	6.00	Piel cocodrilo	5 x 1.30	Bache	derecha	0.30x0.45	2
			Piel cocodrilo	0.80 x 1.70				
			Piel cocodrilo	1.20 x 2.0				
0+200	0+300	6.00	Grieta lineal	3.3 x 0.015	Bache	izquierda	0.50x0.50	4.5
			Grieta lineal	4.5 x 0.02				
			Piel cocodrilo	1.30 x 6				
0+300	0+400	6.00			Bache	derecha	1x1.10	3
0+400	0+500	5.50	Piel cocodrilo	1.20 x 2.50	Bache	derecha	2.50x1.6	5
			Piel cocodrilo	1.20 x 4.50	Bache	izquierda	4.50x2.30	3
			Piel cocodrilo	1.40 x 5.0				
				1.70 x 1.90				
0+500	0+600	5.80	Piel cocodrilo	0.50x0.70	Bache	derecha	0.45x0.50	3.5
			Grieta lineal	5 x 0.02	Bache	derecha	0.70x0.60	1.5
			Piel cocodrilo	1.30 x 2.20				
			Piel cocodrilo	1.10 x 2.30				
0+600	0+700	5.80	Grieta lineal	6 x 0.015				
			Piel cocodrilo	1.20 x 2.50				
			Piel cocodrilo	1.10 x 0.90				
0+700	0+800	5.20			Bache	izquierda	0.70x0.70	2.5
0+800	0+893	5.10	Grieta lineal	7 x 0.02	Bache	derecha	0.35x0.20	1
					Bache	izquierda	1.20x0.90	2
					Bache	derecha	0.50x0.70	3
		PROMEDIO						5.71

Tabla 3.9 Ficha de inspección visual del estado actual, vía Troncal Amazónica - Mutinsa.



FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE CAMINOS CON IMPRIMACIÓN REFORZADA									
Nombre de la vía:		Troncal Amazonica- Bellavista							
Cantón:		Sucúa		Parroquia:		Marianita		Evaluado por:	Maestranter
Sentido:				Sector:		Ingreso Marianita			
Ubicación		Ancho de calzada (m)	Tipos de fallas y características						
Km inicial	Km final		Tipo	Dimensión (m)	Tipo	Ubicación	Diámetro (m)	Profundidad (cm)	
0+000	0+100	5.00	Grieta lineal	0.70 x 0.02	Bache	centro	0.75x1.50	2	
					Bache	izquierdo	0.40x0.40	3	
					Bache	izquierdo	0.50x0.45	1	
					Bache	centro	0.40x0.40	1	
					Bache	centro	0.15x0.15	1.5	
0+100	0+200	5.00	Piel cocodrilo	1.70 x 1.60	Bache	derecha	0.50x.50	2.5	
			Piel cocodrilo	7 x 1.50	Bache	derecha	1x1	3	
			Piel cocodrilo	0.60 x 2.00					
			Grieta media luna	1.60 x 0.90					
0+200	0+300	4.50	Grieta media luna	1.60 x 0.80					
0+300	0+400	3.60	Piel cocodrilo	11 x 1.10	Bache	izquierda	0.80x1	2	
					Bache	izquierda	0.20x0.30	2.5	
0+400	0+500	3.90	Grieta media luna	0.55 x 1.20					
0+500	0+600	3.80			Bache	derecha	0.25x0.25	1	
0+600	0+700	3.90							
0+700	0+800	4.00	Grieta media luna	1 x 0.60	Bache	derecha	0.40x0.45	2.5	
			Grieta media luna	7.8 x 0.80	Bache	derecha	0.35x0.35	1	
					Bache	izquierda	0.35x0.20	2	
0+800	0+900	4.00	Grieta media luna	8.0 x 0.50					
0+900	1+000	4.00	Grieta lineal	1.60 x 0.70					
			Piel cocodrilo	10 x 1.20					
1+000	1+100	4.30							
1+100	1+200	4.30							
1+200	1+300	4.00	Grieta media luna	1 x 0.50					
			Piel cocodrilo	6 x 1					
1+300	1+400	3.60							
1+400	1+500	3.40							
1+500	1+600	3.70			Bache	izquierda	1.50x1.70	2	
1+600	1+653	3.60							
	Promedio	4.04							

Tabla 3.10 Estado Actual Troncal Amazónica-Bellavista.



FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE CAMINOS CON IMPRIMACIÓN REFORZADA								
Nombre de la vía: <u>Via junto a la pista de Aterrizaje</u>								
Canton: <u>Santiago</u>			Parroquia: <u>Méndez</u>		Evaluado por <u>Maestranter</u>			
Sentido: _____			Sector: _____					
Ubicación		Ancho de calzada (m)	Tipo de falla y características					
Km inicial	Km final		Tipo	Dimensión (m)	Tipo	Ubicación	Diámetro (m)	Profundidad (cm)
0+000	0+100	3.60						
0+100	0+200	3.80	Piel cocodrilo	3.50 x 0.40	Bache	izquierdo	0.25x0.25	3
					Bache	derecho	0.30x0.40	4
0+200	0+300	3.80	Piel cocodrilo	0.40 x 0.40	Bache	derecho	0.70x0.80	6
					Bache	izquierdo	0.25x0.30	5
					Bache	derecho	0.30x0.30	4
					Bache	derecho	0.60x0.60	6
					Bache	izquierdo	0.50x0.40	5
					Bache	centro	0.80x0.80	6
					Bache	derecho	0.25x0.25	2
					Bache	derecho	0.30x0.20	2
					Bache	centro	0.40x0.20	1
					Bache	izquierdo	0.55x0.36	5
					Bache	izquierdo	0.50x0.35	5
					Bache	derecho	0.45x0.30	4
					Bache	izquierdo	0.35x0.40	4
					Bache	izquierdo	0.60x0.67	4
					Bache	derecho	0.60x0.60	5
					Bache	izquierdo	0.30x0.20	4
					Bache	izquierdo	0.55x0.30	4
0+300	0+400	3.80	Piel cocodrilo	0.70 x2.00	Bache	derecho	0.35x0.30	4
					Bache	derecho	0.25x0.34	5
					Bache	izquierdo	0.45x0.45	5
0+400	0+500	3.70			Bache	derecho	0.50x0.20	3
					Bache	izquierdo	0.40x0.30	3
0+500	0+600	3.60	Piel cocodrilo	0.50 x 0.60				
			Piel cocodrilo	13 x 1.50				
0+600	0+700	3.80		1,5 x 1				
				0.7 x 1				
0+700	0+800	3.80						
0+800	0+900	3.80						
	PROMEDIO	3.74						

Tabla 3.11 Estado Actual Vía Junto a la pista de aterrizaje - Patuca.



FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE CAMINOS CON IMPRIMACIÓN REFORZADA					
Nombre de la vía:		Vía acceso al camal de Méndez			
Cantón:	Méndez	Parroquia:		Evaluado por:	Maestranter
Sentido:		Sector:	Camal Municipal		
Ubicación		Ancho de calzada (m)	Tipo de fallas y características		
Km inicial	Km final		Tipo	Dimensión (m)	Profundidad (cm)
0+000	0+050	8.00	Piel cocodrilo	4.50 x 1.80	
0+050	0+085	9.10	Desprendimiento	4.00 x 2.50	1.00
0+085	0+131	11.20	Exudación	2.50 x 1.50	
0+131	0+183	11.00	Piel cocodrilo	1.50 x 1.70	
0+183	0+223	9.80	Piel cocodrilo	1.80 x 1.60	
	PROMEDIO	9.82			

Tabla 3.12 Estado Actual Camal de Méndez.

**Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos:**

1. a. Se totalizó cada tipo y nivel de severidad de daño, el daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
1. b. Se dividió la CANTIDAD de cada tipo de falla, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y se expresó el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD de la falla, con el nivel de severidad especificado.
1. c. Se determinó el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de falla y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan en el Anexo 3.4.1 (Valor Deducido según el tipo de falla).

**Etapas 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)**

2. a. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.
2. b. Se listan los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.



2. c. Se determinó el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” ( $m$ ), utilizando la Ecuación 3.1 (ASTM D6433 - 99).

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

2. d. El número de valores individuales deducidos se reduce a  $m$ , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que  $m$  se utilizan todos los que se tengan.

### **Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.**

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3. a. Se determinó el número de valores deducidos ( $q$ ) que mayores que 2.0.

3. b. Se determinó el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

3. c. Se Determinó el CDV con  $q$  y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección la cual se presenta en el Anexo 3.4.2 (Curva Valor Deducido Total).

3. d. Se redujo a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repitió las etapas 3.a. a 3.c. hasta que  $q$  sea igual a 1.

3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

### **Etapa 4. Cálculo el PCI**

El valor del PCI se determinó restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3, lo cual se indica en la Ecuación 3.2



$$PCI = 100 - \text{máx.}CDV$$

Ecuación 3.2

Dónde:

PCI: Índice de condición presente

Máx. CDV: Máximo valor corregido deducido.

A manera de ejemplo en la Tabla 3.13 a la Tabla 3.15 se presenta el cálculo del PCI para la vía Troncal Amazónica - Mutinsa.

En la Tabla 3.13 se relacionó el tipo de falla con un número de falla, según lo indicado en la Tabla 2.20 así, grieta lineal = 10, piel de cocodrilo = 1, bache = 13. De igual manera según las características de la falla se determinó su valor (unidad) y el grado de severidad (L - bajo, M - medio, H - alto).

UBICACIÓN		GRIETA LINEAL (LL)		PIEL DE COCODRILO (PC)		BACHES	
Km inicial	Km final	10		1		13	
		Unidad (m)	Severidad	Unidad (m2)	Severidad	Unidad (m2)	Severidad
0+000	0+100	3.5	M	4.3	M	2.08	H
		1	L			0.56	H
				0.72	L	0.48	H
						0.25	H
						0.88	H
						0.36	H
						4.20	M
						0.09	M
0+100	0+200			6.5	H	0.135	L
				1.36	L		
				0.24	L		
0+200	0+300	3.3	M			0.25	H
		4.5	M				
0+300	0+400			7.8	H		
0+400	0+500			3	M	4	H
				5.4	M	10.35	H
				7	H		
0+500	0+600	5	M			0.225	M
						0.42	M
0+600	0+700	6	M				
0+700	0+800					0.49	M
0+800	0+893					0.07	L
						1.08	M
						0.35	H

Tabla 3.13 Determinación del grado de severidad y unidad según el tipo de falla, vía Troncal Amazónica - Mutinsa.



En la Tabla 3.14 se presenta el tipo de falla (identificada con un número), severidad, cantidad (sumatoria de cada tipo de falla según su grado de severidad), % densidad (cantidad dividida para el área de la muestra) y el Valor Deducido para cada tipo de falla determinado de acuerdo a su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan en el Anexo 3.4.1 (Valor Deducido según el tipo de falla).

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	% DENSIDAD	VALOR DEDUCCION
1	H	21.3	0.418	20
	M	12.7	0.249	10
	L	2.32	0.045	4
13	H	21.08	0.413	37
	M	6.57	0.129	7
	L	0.21	0.004	2
10	H	18	0.353	3
	M	8	0.157	1
	L	4.3	0.084	1
TOTAL CDV				87

Tabla 3.14 Determinación del valor de deducción, vía Troncal Amazónica - Mutinsa.

El área de la muestra en este caso corresponde a 5100.02 m<sup>2</sup> (ancho x longitud). El número de valores deducidos (q) mayores a 2 son 6. El valor deducido más alto (HDVi) es 37.

Para determinar el número máximo de valores deducibles se aplicó la Ecuación 3.1, teniendo como resultado 6.79, lo que indica que el número admisible de valores deducido para este caso es de 6, inclusive la parte fraccionaria (0.79).

Para el cálculo de PCI en la Tabla 3.15 se ordenó de mayor a menor los 6 primeros valores deducidos y al séptimo se le afecta por la parte fraccionaria (2 x 0.79 = 1.58).

Luego se determinó el Máximo Valor Deducido Corregido (CDV) tomando en cuenta el número de valores deducidos (q) y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección la cual se presenta en el Anexo 3.4.2 (Curva Valor Deducido Total). Este procedimiento se repite hasta que "q" sea igual a 1.





CALCULO DEL PCI										
#	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	q	CDV
1	37	20	10	7	5	4	2	85.00	6	40
2	37	20	10	7	5	4	1.57	84.57	6	40
3	37	20	10	7	5	2	1.57	82.57	5	42
4	37	20	10	7	2	2	1.57	79.57	4	46
5	37	20	10	2	2	2	1.57	74.57	3	48
6	37	20	2	2	2	2	1.57	66.57	2	48
7	37	2	2	2	2	2	1.57	48.57	1	49

Tabla 3.15 Determinación del Máximo Valor Deducido Corregido (CDV), vía Troncal Amazónica – Mutinsa.

Con el máximo CDV obtenido (49), utilizando la Ecuación 3.2 se determina el valor del PCI, en este caso se tiene un  $PCI = 100 - 49 = 51$  el cual corresponde a una vía cuya capa de rodadura tiene un **ESTADO REGULAR**.

En los Anexos 3.4.3 (a, b, c, d) se presenta la evaluación de las demás vías mediante el método del PCI.

### 3.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

#### 3.4.1 RECOPIACIÓN DE DATOS

Se debe disponer de un conteo automático de por lo menos una semana de la misma vía donde se realiza el conteo manual, sin embargo, no siempre se dispone de ésta información, por lo tanto, se puede utilizar el conteo de otra vía que tenga características semejantes (clase de vía, composición del tráfico, importancia de la vía, etc.)

En el presente estudio debido a la falta de información, por tener estas vías características similares se ocupó el conteo automático perteneciente a la estación 4 (sector Zhumir, abscisa 17+325) de el “Estudio de Factibilidad, Impactos Ambientales e Ingeniería definitivos para la Rectificación, Mejoramiento y Ampliación a cuatro carriles de la carretera: Intercambiador Guangarcucho – Lumagpamba (Puente Europa) – Paute – Gualaceo, Azuay” (Guzmán, 2013). El conteo se muestra en la Tabla 3.16.



<b>ESTUDIO DE TRÁFICO "VÍA EL DESCANSO - GUALACEO"</b>								
<b>CONTAJES AUTOMÁTICOS DE TRÁFICO</b>								
E4: ZHUMIR			TRAMO: Pte. Europa - Paute					
Fecha: Del 6 al 13 de diciembre de 2013								
Sentido: Dos Sentidos								
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL
0 - 1	21	21	22	24	29	74	79	270
1 - 2	10	12	27	15	22	32	58	176
2 - 3	21	11	17	12	21	36	83	201
3 - 4	19	16	31	19	28	44	79	236
4 - 5	40	50	72	47	55	54	91	409
5 - 6	88	77	143	73	91	91	168	731
6 - 7	256	262	300	270	242	183	252	1765
7 - 8	516	485	517	507	465	388	374	3252
8 - 9	392	385	414	368	356	344	399	2658
9 - 10	383	353	367	318	332	323	475	2551
10-11	344	375	375	331	361	357	518	2661
11-12	343	329	403	357	359	385	650	2826
12 - 13	356	389	390	390	393	375	689	2982
13-14	368	372	390	440	384	422	744	3120
14-15	365	391	419	381	411	420	699	3086
15-16	416	429	450	429	446	399	629	3198
16-17	420	413	424	419	413	413	573	3075
17-18	468	401	438	479	454	386	577	3203
18-19	375	391	363	472	420	407	548	2976
19-20	296	307	308	348	368	325	379	2331
20-21	207	199	191	230	292	268	254.00	1641
21-22	122	149	177	157	231	207	161	1204
22-23	116	111	119	113	188	137	120	904
23-24	56	52	66	60	124	98	31	487
<b>TOTAL</b>	<b>5998</b>	<b>5980</b>	<b>6423</b>	<b>6259</b>	<b>6485</b>	<b>6168</b>	<b>8630</b>	<b>45943</b>

Tabla 3.16 Conteo Automático, Estación 4 (Zhumir).

Según, Montejo Fonseca (1998) para carreteras de bajo volumen de tránsito, los conteos manuales se pueden realizar uno en un día corriente y otro durante un día de mercado y durante un lapso de tiempo ya que este tipo de carreteras por lo general no tiene tránsito nocturno.



En el presente caso el conteo manual se realizó durante 4 días y en un lapso de 12 horas (7 a.m. a 7 p.m.). Los datos se tomaron en los dos sentidos en periodos de 15 minutos. En la Fotografía 3.21 a la Fotografía 3.24 se presenta los lugares donde se realizó los conteos vehiculares.



Fotografía 3.21 Vía Troncal Amazónica-Mutinsa.



Fotografía 3.22 Vía Troncal Amazónica-Bellavista.



Fotografía 3.23 Vía acceso al camal de Méndez.



Fotografía 3.24 Vía junto a la pista de aterrizaje de Patuca.

En la Tabla 3.17 a la Tabla 3.20, se muestra el total de los conteos manuales (ambos sentidos) realizado en cada zona. El total de vehículos según el tipo se determinó promediando los valores obtenidos en los días entre semana y fin de semana.

Por ejemplo, para la vía Troncal Amazónica - Mutinsa el promedio del conteo vehicular en ambos sentidos (lunes - viernes) de los vehículos livianos se determinó de la siguiente manera:  $\{[(30 + 32) / 2] \times 5\} = 155$ . De igual modo para el conteo vehicular realizado en los fines de semana  $\{[(25 + 29) / 2] \times 2\} = 54$ . El promedio total se determinó sumando los promedios obtenidos entre semana y fin de semana, y dividiendo para 7 días de la semana  $[(155 + 54) / 7] = 30$  vehículos durante el lapso de 12 horas de conteo.

<b>SECTOR:</b> TRONCAL AMAZÓNICA - MUTINSA										
<b>ESTACION:</b> E1										
<b>FECHA:</b> 03-sep-15      06-sep-15										
<b>ORIENTACION:</b> Ambos sentidos										
<b>TIPO</b>	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio Lun - Vier	Promedio Sab - Dom	Promedio Total
Livianos	-	-	-	30	32	25	29	155	54	<b>30</b>
Buses 2 Ejes	-	-	-	6	6	6	6	30	12	<b>6</b>
Camiones 2 Ejes	-	-	-	12	15	12	15	68	27	<b>14</b>
Cam y Bus 3 Ejes	-	-	-	17	12	12	14	73	26	<b>14</b>
<b>Total</b>	-	-	-	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>64</b>	<b>325</b>	<b>119</b>	<b>63</b>

Tabla 3.17 Resumen Conteo Manual Troncal Amazónica- Mutinsa.



<b>SECTOR:</b> TRONCAL AMAZÓNICA - BELLAVISTA (SUCÚA)										
<b>ESTACION:</b> E1										
<b>FECHA:</b> 09-sep-15 13-sep-15										
<b>ORIENTACION:</b> Ambos sentidos										
TIPO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio Lun - Vier	Promedio Sab - Dom	Promedio Total
Livianos	-	-	30	24	-	27	24	135	51	27
Buses 2 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camiones 2 Ejes	-	-	8	3	-	5	8	28	13	6
Cam y Bus 3 Ejes	-	-	6	8	-	7	5	35	12	7
<b>Total</b>	-	-	<b>44</b>	<b>35</b>	-	<b>39</b>	<b>37</b>	<b>198</b>	<b>76</b>	<b>39</b>

Tabla 3.18 conteo Manual Troncal Amazónica – Bellavista.

<b>SECTOR:</b> ACCESO CAMAL DE MÉNDEZ										
<b>ESTACION:</b> E1										
<b>FECHA:</b> 15-sep-15 20-sep-15										
<b>ORIENTACION:</b> Ambos sentidos										
TIPO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio Lun - Vier	Promedio Sab - Dom	Promedio Total
Livianos	-	17	12	-	-	14	15	73	29	15
Buses 2 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camiones 2 Ejes	-	9	10	-	-	15	14	48	29	11
Cam y Bus 3 Ejes	-	2	5	-	-	2	4	18	6	3
<b>Total</b>	-	<b>28</b>	<b>27</b>	-	-	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>138</b>	<b>64</b>	<b>29</b>

Tabla 3.19 conteo Manual Acceso al Camal de Méndez.

<b>SECTOR:</b> VIA JUNTO A LA PISTA DE ATERRIZAJE - PATUCA										
<b>ESTACION:</b> E1										
<b>FECHA:</b> 24-sep-15 27-sep-15										
<b>ORIENTACION:</b> Ambos sentidos										
TIPO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio Lun - Vier	Promedio Sab - Dom	Promedio Total
Livianos	-	35	33	-	-	34	-	170	34	29
Buses 2 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camiones 2 Ejes	-	4	5	-	-	3	-	23	3	4
Cam y Bus 3 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	-	<b>39</b>	<b>38</b>	-	-	<b>37</b>	-	<b>193</b>	<b>37</b>	<b>33</b>

Tabla 3.20 conteo Manual junto a la pista de aterrizaje - Patuca.



### 3.4.2 CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Para determinar el TPDA, el tráfico manual obtenido en campo se proyectó utilizando los coeficientes según la variabilidad del tráfico por la hora, día, semana y mes de conteo aplicando la Ecuación 2.2 a la Ecuación 2.6, citadas en el capítulo anterior. Los resultados se presentan en la Tabla 3.21.

FACTORES DE MAYORACION PARA $TPDA_{2015}$					
SECTOR		TRONCAL AMAZÓNICA - MUTINSA	TRONCAL AMAZÓNICA - BELLAVISTA (SUCÚA)	ACCESO CAMAL DE MENDEZ	VIA JUNTO A LA PISTA DE ATERRIZAJE - PATUCA
Factor Horario	Fh	1.284	1.284	1.284	1.284
Factor Diario	Fd	1.064	1.064	1.064	1.064
Factor Semanal	Fs	1.000	1.000	1.000	1.000
Factor Mensual	Fm	1.011	1.002	0.839	0.839
Factor de Expansión	Fe	<b>1.382</b>	<b>1.370</b>	<b>1.147</b>	<b>1.147</b>

Tabla 3.21 Factores de Mayoración.

En la Tabla 3.22 se presenta el  $TPDA_{2015}$  (dos direcciones) obtenidos respectivamente para cada zona según los diferentes tipos de vehículos. Esto se determinó multiplicando el tráfico total observado por el factor de expansión (Fe).

CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO EN $TPDA_{2015}$				
TIPO	TRONCAL AMAZÓNICA - MUTINSA	TRONCAL AMAZÓNICA - BELLAVISTA (SUCÚA)	ACCESO CAMAL DE MÉNDEZ	VIA JUNTO A LA PISTA DE ATERRIZAJE - PATUCA
$TPDA_{2015}$ Livianos	41	36	17	33
$TPDA_{2015}$ Buses 2 ejes	8	0	0	0
$TPDA_{2015}$ Camiones 2 ejes	19	8	13	4
$TPDA_{2015}$ Camiones y Buses de 3 ejes	19	9	4	0
<b>Promedio Diario Anual <math>TPDA_{2015}</math></b>	<b>87</b>	<b>53</b>	<b>34</b>	<b>37</b>

Tabla 3.22 Clasificación del  $TPDA_{2015}$ .

### 3.4.3 ASIGNACIÓN DEL TRÁFICO

El área de influencia (aporte de tráfico) para los tramos de vías a evaluar está determinada principalmente por las actividades agrícolas y ganaderas que la población realiza de manera cotidiana.



Para determinar el tráfico futuro correspondiente a cada zona de estudio (tramo vial) se consideró el tipo de tráfico que en ella influye, entre estos se tiene el tráfico existente, generado y el tráfico atraído (Murgueitio & Montejo, 1999).

**Tráfico Existente.-** Este tipo de tráfico se determinó para cada estación mediante el conteo realizado en cada estación de aforo y calculado como  $TPDA_{2015}$

**Tráfico Generado.-** Es el tráfico que se genera por el proyecto mismo. Generalmente, se refiere al tránsito por efecto del desarrollo del área de influencia, es decir, producido por la incorporación de nuevas actividades (agrícola, ganadera, turística, minera, comercial) a la zona debido a la construcción de una nueva vía o el mejoramiento de una vía existente.

Al no disponer de información detallada, se hizo uso de los factores que se indican en la Tabla 3.23, obtenidos del seguimiento a proyectos en vías de bajo tránsito (Murgueitio & Montejo, 1999). En ésta investigación las áreas tienen un potencial agrícola por lo que se asumió un valor de 2.5%.

CLASIFICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	POBLACIÓN BENEFICIADA	PORCENTAJE DE TRÁNSITO GENERADO COMO FUNCIÓN DEL TRÁNSITO NORMAL
Área con potencial minero alto	Menos de 5000	3.0
	5000 o más	6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000	2.5
	5000 o más	5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000	2.0
	5000 o más	3.5
Área con bajo potencial de desarrollo		1.5

Tabla 3.23 Porcentaje de tránsito generado como función del tráfico normal (Murgueitio & Montejo, 1999).

**Tráfico Atraído.-** Es el tráfico que se produce debido a que usuarios de otras carreteras e incluso de otros modos de transporte hacen uso de ésta nueva vía. Entre las razones que podrían hacer cambiar al usuario de ruta, se tiene:

- Condiciones de operación más atractivas.
- Recorridos más cortos y ahorros en tiempos de viaje.



- Disminución de costos globales de transporte.
- Mejoras en la seguridad de circulación

Existen varios métodos para estimar el tránsito desarrollado, entre estos constan: estudio de origen y destino, estudio de utilización del proyecto por usuarios potenciales (indagar si harían uso o no del nuevo proyecto).

Debido a que no se dispone de información más precisa para poder cuantificar, se utilizó el criterio del Instituto de Ingenieros de Estados Unidos que señala que el tránsito atraído se le asigna porcentajes entre el 5% y 25% del tránsito normal, con un período de aparición de uno o dos años después que la vía ha sido abierta al servicio. En el presente estudio se asume un valor promedio de 15%. La Tabla 3.24 presenta el total del conteo asignado para cada tramo en estudio. Así, en el caso de los vehículos livianos el tráfico asignado es  $41 + (41 \times 0.025) + (41 \times 0.15) = 48$  vehículos. De igual manera se realizó los cálculos para todos los demás tipos de vehículos.

TIPO	TRAFICO ASIGANDO TPDA <sub>2015</sub>			
	TRONCAL AMAZÓNICA - MUTINSA	TRONCAL AMAZÓNICA - BELLAVISTA (SUCÚA)	ACCESO CAMAL DE MÉNDEZ	VIA JUNTO A LA PISTA DE ATERRIZAJE - PATUCA
TPDA <sub>2015</sub> Livianos	48	43	20	39
TPDA <sub>2015</sub> Buses 2 ejes	10	0	0	0
TPDA <sub>2015</sub> Camiones 2 ejes	22	9	15	5
TPDA <sub>2015</sub> Camiones y Buses de 3 ejes	23	11	5	0
TPDA <sub>2015</sub> Camiones de 4 o más ejes	0	0	0	0
Promedio Diario Anual TPDA <sub>2015</sub>	<b>103</b>	<b>63</b>	<b>40</b>	<b>44</b>

Tabla 3.24 Tráfico Asignado.

### 3.4.4 TASAS PARA LA PROYECCIÓN

Determinado el TPDA<sub>2015</sub> según la clasificación en livianos, buses y camiones, se calculó las proyecciones del tráfico para la vida útil del proyecto, para ello se encontraron las tasas de crecimiento para los diferentes tipos de vehículos.

#### Proyección de vehículos livianos.

El principio para utilizar este modelo es que el parque automotor y la población crecen pero llega un tiempo determinado  $T_m$  donde tiende a ser constante y esta





se denomina Tasa de Saturación  $T_s$ , indicado en la Ecuación 3.3 de (Montejo Fonseca, 1998).

$$T_m = \frac{T_s}{1 + e^{(a+bt)}} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

Donde:

- $T_m$  = Tasa de motorización en el año  $t$
- $T_s$  = Tasa de saturación ( $T_m$  tiende a ser constantes)
- $e$  = Base del logaritmo neperiano
- $a, b$  = Constantes de relación
- $t$  = Tiempo en años

Se debe linealizar la Ecuación 3.3 y encontrar un valor de  $T_s$  tal que la Ecuación 3.4 sea mayor el coeficiente de correlación (Montejo Fonseca, 1998).

$$Y = a + bt = \ln\left(\frac{T_s}{T_m} - 1\right) \quad \text{Ecuación 3.4}$$

Para la proyección del tráfico liviano se utilizó la población de ajuste a la población perteneciente al área de influencia según los diferentes censos realizados en el Ecuador lo cual se indica en la Tabla 3.25 (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010) y el parque automotor perteneciente a los vehículos livianos matriculados en la Provincia de Morona Santiago cuyos datos se observan en la Tabla 3.26 (Censos, 2014). En el Anexo 3.5 se presenta el cálculo de la proyección de la población año por año de cada área de influencia la cual depende de los censos poblacionales.

FECHA DEL CENSO	MORONA	SANTIAGO DE MENDEZ	SUCÚA
25/11/1950	6961	7512	0
25/11/1962	7008	3985	5338
08/06/1974	16788	6525	9694
28/11/1982	27145	7612	12173
25/11/1990	29456	8468	14493
25/11/2001	31379	7922	14412
28/11/2010	41155	9295	18318

Tabla 3.25 Datos de Censo Poblacional (Cantones).



AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
1998	663	68	98	829
1999	733	33	107	873
2000	782	44	129	955
2001	931	56	134	1121
2002	672	42	379	1093
2003	935	50	287	1272
2004	1198	58	195	1451
2005	1050	37	153	1240
2006	1321	81	200	1602
2007	1276	72	114	1462
2008	1138	70	143	1351
2009	1910	50	142	2102
2010	2483	97	517	3097
2011	3282	93	589	3964
2012	3643	88	654	4385
2013	4727	68	718	5513
2014	5745	106	541	6392

Tabla 3.26 Datos matriculación vehicular Provincia de Morona Santiago.

Una vez que se ajustó la curva, se determinó los valores de la tasa de motorización respectivamente para cada zona de estudio y al disponer la población proyectada por cada año se obtuvieron los valores del parque automotor de vehículos livianos.

Para encontrar la tasa de crecimiento de los vehículos livianos en los años que se quiere proyectar el tráfico, se utilizó la Ecuación 3.5 (Montejo Fonseca, 1998).

$$i = \sqrt[n]{\frac{T_f}{T_n}} - 1 \quad \text{Ecuación 3.5}$$

Donde:

- T<sub>f</sub>= Número de vehículos livianos matriculados luego de n años.
- T<sub>n</sub>= Número de vehículos livianos matriculados actual.
- i = Tasa de proyección entre el período considerado.
- n = Número de años transcurridos entre el período considerado.



### Proyección para buses

Para esta proyección se utilizó las tasas de crecimientos poblacionales pertenecientes al área de influencia de la zona de estudio, ya que la demanda de buses es directamente proporcional con el crecimiento poblacional, es decir que se calculó la tasa de crecimiento para buses con los datos poblacionales proyectados con los datos censales obtenidos según el año, de acuerdo a la Ecuación 3.6.

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_n}} - 1 \quad \text{Ecuación 3.6}$$

Donde:

- P<sub>f</sub>= Población real o proyectada luego de n años.
- P<sub>n</sub>= Población real o proyectada (actual).
- r = Tasa de crecimiento poblacional.
- n = Número de años de proyección

Para determinar la tasa de crecimiento de los buses en los años que se quiere proyectar el tráfico se usó la Ecuación 3.7

$$T_{n+5} = T_n (r + 1)^n \quad \text{Ecuación 3.7}$$

Donde:

- T<sub>f</sub>= Número total de buses luego de n años.
- T<sub>n</sub>= Número total de buses del conteo actual.
- r = Tasa de proyección entre el período considerado.
- n = Número de años transcurridos entre el período considerado.

### Proyección para camiones

Para estas proyecciones se puede emplear el registro de los excedentes de producción exportables a los mercados locales, nacionales e internacionales, o el PIB, pero al no disponer de esos datos, se utilizó las mismas tasas de crecimiento usadas para los buses, y así se pueda proyectar los camiones de igual forma que en los buses mediante la Ecuación 3.6 y Ecuación 3.7.



En resumen en la Tabla 3.27 se presenta los valores de las tasas de crecimiento para las diferentes zonas de estudio. En los Anexos 3.6 (a, b, c, d) se presentan los cálculos de la tasas de proyección para los diferentes tipos de vehículos los cuales dependen de la población, parque automotor (vehículos livianos), tasa de motorización, tasa de saturación.

PERIODO	TRONCAL AMAZÓNICA MUTINSA		ACCESO CAMAL DE MENDEZ		TRONCAL AMAZÓNICA - BELLAVISTA (SUCÚA)		VIA JUNTO A LA PISTA DE ATERRIZAJE - PATUCA	
	Livianos	Buses y Camiones	Livianos	Buses y Camiones	Livianos	Buses y Camiones	Livianos	Buses y Camiones
2015 - 2020	7.57	3.06	3.92	1.79	4.94	2.70	3.92	1.79
2020 - 2025	5.28	3.06	2.40	1.79	3.39	2.70	2.40	1.79

Tabla 3.27 Tasa de crecimiento.

### 3.4.5 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Una vez calculado el TPDA<sub>2015</sub>, se determinó el número de ejes equivalentes de 8.2 Tn mediante la Ecuación 2.7, todos los valores considerados fueron indicados en el capítulo 2.

A continuación se detalla el cálculo del Número de Ejes Equivalentes perteneciente al tipo de camión de 2 ejes de la Vía Troncal Amazónica – Mutinsa.

- El tránsito promedio diario inicial (TPDA) corresponde al total del tráfico asignado indicado en la Tabla 3.24, que en este caso corresponde a 103.
- El porcentaje estimado de vehículos comerciales (camiones) se terminó  $(22 / 103) \times 100 = 21.36\%$ .
- El factor de distribución por dirección (FD) que corresponde a ésta vía según la Tabla 2.17 y Tabla 2.18 es del 75%. El factor de distribución de carril (FL) según la Tabla 2.18 corresponde a 100% por tener 1 carril en cada dirección.
- El factor de proyección (F. proy.) se determinó utilizando parte de la Ecuación 2.7, la correspondientes para el cálculo del factor de proyección y el valor de la tasa de proyección indicado en la Tabla 3.27, así para un



periodo de diseño de 5 años, la tasa de proyección correspondiente es de 3.06% , por lo tanto:

$$F. \text{proy} = \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} = \frac{\left(1 + \frac{3.06}{100}\right)^5 - 1}{\ln\left(1 + \frac{3.06}{100}\right)} = 5.40$$

- El factor camión global de la vía (FCg) para este tipo de vehículo (camión de 2 ejes) según la Tabla 2.19, corresponde 3.440.
- Por lo tanto, el valor del Número de Ejes Equivalentes (EE) para un período de 5 años, según la Ecuación 2.10 es de:

$$EE = 103 \times 21.36\% \times 75\% \times 100\% \times 365 \times 5.40 \times 3.440 = 111878$$

- De igual manera se determina para los demás tipos de vehículos. El total de Ejes Equivalentes es igual a la sumatoria del número de Ejes Equivalentes correspondientes a cada tipo de vehículo, así:

$$\text{TOTAL (EE)} = 951 + 14784 + 111878 + 127839 = 255452$$

En la Tabla 3.28 a la Tabla 3.31 se muestra el cálculo del número de ejes equivalentes correspondientes a cada tipo de vehículo según la zona de estudio.

Datos	Liviano	Bus grande	Camión de 2 ejes	Camión de 3 ejes
			T2	V3A
TPDA	103			
% Veh.	46.60%	9.71%	21.36%	22.33%
FD	75%	75%	75%	75%
FL	100%	100%	100%	100%
F. proy (5 años)	6.03	5.40	5.40	5.40
F. proy (10 años)	13.08	11.67	11.67	11.67
Días	365	365	365	365
FCg	0.012	1.000	3.440	3.760
EE. (5 años)	951	14784	111878	127839
EE. (10 años)	2062	31951	241781	276273
<b>TOTAL (EE) 5 años</b>	<b>255452</b>			
<b>TOTAL (EE)10 años</b>	<b>552067</b>			

Tabla 3.28 Número de Ejes Equivalentes Troncal Amazónica - Mutinsa.



Datos	Liviano	Camión de 2 ejes	Camión de 3 ejes
		T2	V3A
TPDA		63	
% Veh.	68.25%	14.29%	17.46%
FD	100%	100%	100%
FL	100%	100%	100%
F. proy (5 años)	5.65	5.35	5.35
F. proy (10 años)	11.87	11.46	11.46
Días	365	365	365
FCg	0.012	3.440	3.760
EE. (5 años)	1064	60475	80764
EE. (10 años)	2235	129541	173002
<b>TOTAL (EE) 5 años</b>	<b>142303</b>		
<b>TOTAL (EE) 10 años</b>	<b>304778</b>		

Tabla 3.29 Número de Ejes Equivalentes Troncal Amazónica - Bellavista.

Datos	Liviano	Camión de 2 ejes	Camión de 3 ejes
		T2	V3A
TPDA		40	
% Veh.	50.00%	37.50%	12.50%
FD	50%	50%	50%
FL	100%	100%	100%
F. proy (5 años)	5.51	5.23	5.23
F. proy (10 años)	11.28	10.94	10.94
Días	365	365	365
FCg	0.012	3.440	3.760
EE. (5 años)	241	49251	17944
EE. (10 años)	494	103022	37535
<b>TOTAL (EE) 5 años</b>	<b>67436</b>		
<b>TOTAL (EE) 10 años</b>	<b>141051</b>		

Tabla 3.30 Número de Ejes Equivalentes Camal de Méndez.



Datos	Liviano	Camión de 2 ejes
		T2
TPDA		44
% Veh.	88.64%	11.36%
FD	100%	100%
FL	100%	100%
F. proy (5 años)	5.51	5.23
F. proy (10 años)	11.28	10.94
Días	365	365
FCg	0.012	3.440
EE. (5 años)	941	32823
EE. (10 años)	1927	68659
<b>TOTAL (EE) 5 años</b>	<b>33764</b>	
<b>TOTAL (EE) 10 años</b>	<b>70586</b>	

Tabla 3.31 Número de Ejes Equivalentes Vía Junto a la pista de aterrizaje - Patuca.

### 3.4.6 SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Determinado las condiciones de resistencia de la subrasante, número de ejes equivalentes, número diario de vehículos pesados al año inicial de servicio en cada zona de estudio, se seleccionó una estructura tipo del catálogo que presenta en el Manual de diseño carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008). Al momento de escoger la estructura tipo se debe tener presente algunos aspectos, tales como:

- La posibilidad de obtener materiales granulares a distancias razonables del proyecto.
- La posibilidad de estabilización de ligantes hidráulicos o bituminosos de los suelos in-situ a costos razonables.
- La experiencia de los constructores de la zona en determinado tipo de estructura.
- La pluviometría de la región, en regiones muy lluviosas convendría estructuras impermeables constituidas por capas de base estabilizadas.
- La intensidad de los vehículos livianos que utilizarían la carretera. En el caso de ser importante el número de automóviles convendría proporcionar una



superficie de rodadura lo más suave posible como por ejemplo una capa de arena-asfalto.

- El costo global de la estructura.

### **3.5 ANÁLISIS DE COSTOS DE UN CAMINO CON IMPRIMACIÓN REFORZADA Y UN CAMINO NO PAVIMENTADO.**

Se determinó los costos de la infraestructura de la siguiente manera:

- Costo de Inversión o Construcción ( $C_0$ ): Es el presupuesto y se calculó como la suma de cuatro componentes (costos de los materiales, costos de mano de obra, costos de maquinaria, costos indirectos).
- Costo de Mantenimiento o conservación ( $MR_{(1)}$ ): Costo del mantenimiento rutinario en cada uno de los años del periodo de análisis económico. Este costo incluye el costo de limpieza de drenajes, zonas laterales y el costo de parcheo.
- Costo de Rehabilitación ( $RH_{n+1}$ ): Este costo se aplica en el año (n+1), al siguiente año final del periodo de diseño. La rehabilitación implica un conjunto de acciones encaminadas a recuperar la servicialidad del pavimento.
- Valor Residual (VRm): se expresa como un porcentaje del costo inicial de construcción (35%)





## CÁPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presenta los resultados de los datos procesados de las características de los materiales de todos los tramos de las vías en estudio y su clasificación, el estado de la capa de rodadura, la estimación del tráfico, para la determinación de la estructura tipo. Finalmente, se estableció los rubros, cantidades, costos de construcción y mantenimiento de la vía con capa de imprimación reforzada y de la vía no pavimentada, para la determinación del costo global actualizado, así como evaluar la relación costo/beneficio.

### 4.1 ENSAYOS

Los ensayos se realizaron de acuerdo las normas ASTM, obteniendo el valor de CBR o capacidad portante mediante los procesos ya expuestos en el capítulo anterior, que permitieron la caracterización de los materiales.

#### 4.1.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE CADA CALICATA.

Después de haber procesado todos los datos referentes a las características de los estratos que constituyen los tramos de las vías del presente estudio, en la Tabla 4.1 se presentan los resultados obtenidos, la profundidad del estrato, clasificación de suelo (AASHTO) y capacidad portante (CBR).

	ESTRATO 1
	ESTRATO 2
	SUELO NATURAL

Profundidad (m)	TRONCAL AMAZONICA - MUTINSA		TRONCAL AMAZONICA - BELLAVISTA			ACCESO AL CAMAL DE MENDEZ	PATUCA/ PISTA DE ATERRIZAJE	
	0+300 C1	0+800 C2	0+500 C1	1+000 C2	1+500 C3	0+050 C1	0+200 C1	0+700 C2
0.10	A-1-a CBR al 100%=104	A-1-a CBR al 100%=104	A-1-a CBR al 100%=104	A-1-a CBR al 100%=104	A-1-a CBR al 100%=104	A-1-a CBR al 100%=104	A-1-a CBR al 100%=20.7	A-2-4 CBR al 100%=20.2
0.20	A-1-b CBR al 100%=21	A-1-a CBR al 100%=20.5	A-2-4 CBR al 100%=24.2	A-2-4 CBR al 100%=24.5	A-2-4 CBR al 100%=24.2	A-2-4 CBR al 100%=19.5	A-7-5 CBR al 100%=6.8	A-7-5 CBR al 100%=6.5
0.30								
0.40	A-5 CBR al 100%=5.1	A-5 CBR al 100%=5.3	A-7-5 CBR al 100%=8.6	A-7-5 CBR al 100%=8.4	A-7-5 CBR al 100%=8.2	A-2-4 CBR al 100%=8.1	A-7-5 CBR al 100%=6.8	A-7-5 CBR al 100%=6.5
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								

Tabla 4.1 Perfil vías de estudio, clasificación AASHTO.



De las 4 vías de estudio, en 3 de ellas la estructura está constituida por dos estratos a los cuales se les denomina estrato 1 y estrato 2. Por las características que presentan los materiales, el estrato 1 cumple con los parámetros para considerarse como base clase 1(A).

El estrato 2 fue colocado a inicios de construcción de la vía y para establecer la contribución de este material a la estructura se procedió a clasificar los materiales según las especificaciones del MTOP para encasillarla como subbase o material de mejoramiento. En la Tabla 4.2 se muestra un resumen de la clasificación realizada.

VÍA	CLASIFICACIÓN	SUBBASE MTOP				MEJORAMIENTO MTOP			
	AASHTO	IP<6	LL<25	CBR>30	GRANULOMETRÍA	IP<9	LL<35	CBR>10	GRANULOMETRÍA
Troncal Amazónica-Mutinsa	A-1 (a-b)	-	-	No cumple	No cumple	-	-	Sí cumple	Sí cumple
Troncal Amazónica-Bellavista	A-2-4	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple
Acceso al camal de Méndez	A-2-4	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Sí cumple	Sí cumple	Sí cumple
Patuca/ Pista de aterrizaje	A-1-a	-	-	No cumple	No cumple	-	-	Sí cumple	Sí cumple

Tabla 4.2 Resumen de clasificación según especificaciones del MTOP para el estrato 2.

En base a lo indicado en la Tabla 4.2, el estrato 2 cumple con las especificaciones de MTOP como material de mejoramiento.

#### 4.2 ESTADO DE LA CAPA DE RODADURA

Se realizó las respectivas evaluaciones de la capa de rodadura existente mediante el método del PCI (Pavement Condition Index) cuyo procedimiento se indica en el literal 3.3.1, obteniendo los siguientes resultados del estado actual de las diferentes capas de rodadura que se presentan en la Tabla 4.3. Cabe destacar que los caminos observados no superan los dos años de uso,



exceptuando la vía Troncal Amazónica-Bellavista que fue puesta en servicio en el 2013.

VÍA	ESTADO CAPA DE RODADURA
Troncal Amazónica - Mutinsa	Regular
Troncal Amazónica - Bellavista	Bueno
Acceso al Camal de Méndez	Bueno
Patuca / Pista de aterrizaje	Bueno

Tabla 4.3 Estados de la Capa de Rodadura (PCI).

La imprimación reforzada aplicada en estas cuatro vías ha tenido un buen comportamiento, presentando un estado aceptable de la capa de rodadura. El hecho que la vía Troncal Amazónica - Mutinsa presente un estado regular, se debe al constante tránsito de volquetas y maquinaria pesada que ha estado tolerando por la construcción de vía en diferentes tramos.

#### 4.3 ESTIMACIÓN DE TRÁFICO Y ESTRUCTURA TIPO

En lo referente al tránsito de diseño, en la Tabla 4.4, se presentan los resultados obtenidos de acuerdo al total de vehículos en ambos sentidos, el número de vehículos pesados al año inicial de servicio en el carril de diseño y el número de ejes equivalentes.

TIPO		TRONCAL AMAZÓNICA - MUTINSA	TRONCAL AMAZÓNICA - BELLAVISTA (SUCÚA)	ACCESO CAMAL DE MÉNDEZ	VIA JUNTO A LA PISTA DE ATERRIZAJE - PATUCA
Total de vehículos en ambos sentidos (TPDA <sub>2015</sub> )		103	63	40	44
Vehículos pesados (carril de diseño)		55	20	20	5
Número de Ejes Equivalentes	(5 años)	2.55E+05	1.42E+05	6.74E+04	3.38E+04
	10 (años)	5.52E+05	3.05E+05	1.41E+05	7.06E+04

Tabla 4.4 Tráfico proyectado al año inicial de diseño.

Tomando en cuenta los parámetros determinados en el literal 2.2.1 para clasificación de la subrasante, la Tabla 2.13 para la clasificación del tránsito, y los resultados del CBR del suelo natural de las diferentes vías de estudio

indicadas en la Tabla 3.7, se identificó las características generales de estas vías las cuales se resumen en la Tabla 4.5.

VÍA	TIPO DE SUBRASANTE	CLASE DE TRÁFICO
Troncal Amazónica - Mutinsa	S 1	T 3
Troncal Amazónica - Bellavista	S 2	T 2
Acceso Camal de Méndez	S 2	T 1
Patuca/ Pista de aterrizaje	S 2	T 0

Tabla 4.5 Características generales de las vías de estudio.

Para determinar la estructura tipo correspondiente a cada vía, se utilizó el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008), el cual presenta un catálogo de capas de revestimiento granular según el tipo de subrasante y clase de tráfico. En la Gráfico 4.1 se muestra la disposición de las capas de manera general.

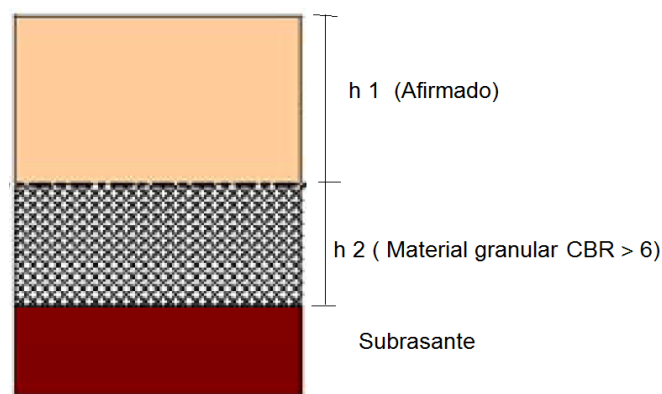


Gráfico 4.1 Disposición de las capas granulares.

Los espesores correspondientes a la capa de revestimiento granular dependiendo de cada vía de estudio, se muestran en la Tabla 4.6. En los espesores referentes a la vía Troncal Amazónica – Mutinsa presenta dos alternativas debido a que valor del CBR de la subrasante es bajo ( $< 6$ ) por lo que se contempla la posibilidad de sustituir ésta por un material de mejores características.



VÍA	h 1 (cm)	h 2 (cm)
Troncal Amazónica - Mutinsa	45	-
	28	20
Troncal Amazónica - Bellavista	28	-
Acceso Camal de Méndez	25	-
Patuca/ Pista de aterrizaje	21	-

Tabla 4.6 Espesores de capas de revestimiento granular.

El espesor h1 corresponde a un tipo de afirmado que corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9% (material de mejoramiento). El espesor h2 corresponde a una mejora de la subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%. Además, si se quiere proteger la superficie de las carreteras a este tipo de estructuras se le puede colocar una capa protectora como la imprimación reforzada.

#### 4.4 DETERMINACIÓN DE COSTOS DE LA VÍA CON Y SIN CAPA DE PROTECCIÓN

Los costos que se consideraron para el presente análisis son los pertenecientes a la fase de construcción, mantenimiento y valor residual en dos escenarios, uno con capa de protección (imprimación reforzada) y el segundo un camino sin capa de protección o no pavimentada.

En ambos casos, los costos se determinaron para un tramo de vía de un kilómetro, un ancho de calzada de 6 metros y una distancia de transporte de materiales promedio de 30 km.

##### 4.4.1 VÍA CON IMPRIMACIÓN REFORZADA

Se determinó el costo para una estructura cuyo espesores son: 10 cm de base y 40 cm de mejoramiento, como se puede ver en el Gráfico 4.2.

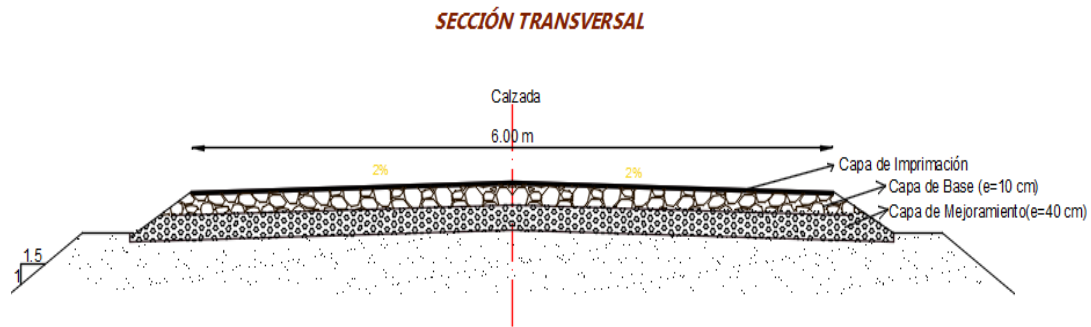


Gráfico 4.2 Sección transversal de vía con Imprimación Reforzada.

De cada una de las actividades que está compuesta una obra, esta debe ser medida por su unidad y cuantificada para que al multiplicar por el precio unitario se tenga el valor total que se debería pagar por esta actividad. En la Tabla 4.7 y Tabla 4.8 se presenta las cantidades de obra y mantenimiento.

<b>CANTIDADES DE OBRA</b>			
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
<b>1</b>	<b>REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO</b>	<b>m</b>	<b>1000</b>
	longitud	1000	m
	número de ejes	1	
<b>2</b>	<b>DESBROCE Y DESBOSQUE</b>	<b>m2</b>	<b>10000</b>
	longitud	1000	m
	ancho	10	m
<b>3</b>	<b>EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MAQUINA (PARA VIAS)</b>	<b>m3</b>	<b>3600</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	7.2	m
	profundidad promedio	0.5	m
<b>4</b>	<b>MINADO Y CARGADO DE MATERIAL PETREO</b>	<b>m3</b>	<b>2400</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.4	m
<b>5</b>	<b>TENDIDO DE MATERIAL PETREO</b>	<b>m3</b>	<b>2400</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.4	m
<b>6</b>	<b>BASE CLASE 1</b>	<b>m3</b>	<b>600</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.1	m
<b>7</b>	<b>TENDIDO DE BASE</b>	<b>m2</b>	<b>6000</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
<b>8</b>	<b>RIEGO DE IMPRIMACION</b>	<b>m2</b>	<b>6000</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m



<b>9</b>	<b>TRANSPORTE MATERIAL PETREO</b>		<b>m3-km</b>	<b>90000</b>
	longitud	1000	m	
	ancho de vía	6	m	
	espesor	0.5	m	
	distancia de transporte promedio	30	km	
<b>10</b>	<b>EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MENORES</b>		<b>m3</b>	<b>220</b>
	longitud	10	m	
	ancho	1	m	
	profundidad	1	m	
	cunetas	180		
<b>11</b>	<b>ALCANTARILLA METALICA D=1,00m e=1,5mm</b>		<b>m</b>	<b>40</b>
	longitud	10		
	número	4		

Tabla 4.7 Cantidades de obra de una vía con Imprimación Reforzada.

CANTIDADES DE MANTENIMIENTO			
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
<b>1</b>	<b>LIMPIEZA DE CUNETAS</b>	<b>m3</b>	<b>200</b>
	longitud	1000	m
	ancho	0.5	m
	profundidad	0.2	m
<b>2</b>	<b>LIMPIEZA DE DERRUMBES</b>	<b>m3</b>	<b>50</b>
	largo	5	m
	ancho	5	m
	alto	2	m
<b>3</b>	<b>BACHEO MENOR</b>	<b>m3</b>	<b>3</b>
	largo	20	m
	ancho	3	m
	alto	0.05	m

Tabla 4.8 Cantidades de mantenimiento de una vía con Imprimación Reforzada.

En la Tabla 4.9 se indican los rubros, cantidades y precio unitario considerados para la construcción de un kilómetro de vía con capa de imprimación reforzada. Los precios unitarios de los diferentes rubros son los pertenecientes a la base de precios que maneja el Gobierno Provincial de Morona (InterPro).



PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	521002	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m	1000	2.44	2440.00
2	523001	DESBROCE Y DESBOSQUE	m2	10000	0.06	600.00
3	508012	EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MAQUINA (PARA VIAS)	m3	3600	1.80	6480.00
4	508031	MINADO Y CARGADO DE MATERIAL PETREO	m3	2400	1.89	4536.00
5	508023	TENDIDO DE MATERIAL PETREO	m3	2400	0.93	2232.00
6	508052	BASE CLASE 1	m3	600	10.64	6384.00
7	508051	TENDIDO DE BASE	m2	6000	2.26	13560.00
8	508049	RIEGO DE IMPRIMACION	m2	6000	1.51	9060.00
9	519013	TRANSPORTE MATERIAL PETREO	m3/km	90000	0.35	31500.00
10	508028	EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MENORES	m3	220	6.64	1460.80
11	520004	ALCANTARILLA METALICA D=1,00m e=1,5mm	m	40	164.99	6599.60
<b>SUBTOTAL</b>						<b>84852.40</b>
<b>IVA</b>					14.00%	<b>11879.34</b>
<b>TOTAL</b>						<b>96731.74</b>

Tabla 4.9 Presupuesto de obra de vía con capa de protección (imprimación reforzada).

En todas las vías al pasar del tiempo estas comienzan a deteriorarse por la acción de tránsito y factores naturales. La única forma para brindar un servicio eficiente, seguro y cómodo a los usuarios y moradores es mediante un mantenimiento oportuno y adecuado. La imprimación reforzada brinda una capa protectora que ofrece mayor durabilidad y su mantenimiento rutinario empieza a partir del segundo año. En la Tabla 4.10 se presentan los rubros considerados.

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	520017	LIMPIEZA DE CUNETAS	m3	200	1.25	250
2	508015	LIMPIEZA DE DERRUMBES	m3	50	1.10	55
3	507002	BACHEO MENOR	m3	3	80.36	241.08
<b>SUBTOTAL</b>						<b>546.08</b>
<b>IVA</b>					14.00%	<b>76.451</b>
<b>TOTAL</b>						<b>622.53</b>

Tabla 4.10 Presupuesto de mantenimiento rutinario de vía con capa de protección (imprimación reforzada).





#### 4.4.2 VÍA NO PAVIMENTADA

Para una vía no pavimentada se considera una capa de mejoramiento de espesor de 40 cm. En la Tabla 4.11 y Tabla 4.12 se indica cómo se determinaron las cantidades de cada actividad de construcción de obra y mantenimiento.

CANTIDADES DE OBRA			
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1	<b>REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO</b>	<b>m</b>	<b>1000</b>
	longitud	1000	m
	número de ejes	1	
2	<b>DESBROCE Y DESBOSQUE</b>	<b>m2</b>	<b>10000</b>
	longitud	1000	m
	ancho	10	m
3	<b>EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MAQUINA (PARA VIAS)</b>	<b>m3</b>	<b>3600</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	7.2	m
	profundidad promedio	0.5	m
4	<b>MINADO Y CARGADO DE MATERIAL PETREO</b>	<b>m3</b>	<b>2400</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.4	m
5	<b>TENDIDO DE MATERIAL PETREO</b>	<b>m3</b>	<b>2400</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.4	m
6	<b>TRANSPORTE MATERIAL PETREO</b>	<b>m3-km</b>	<b>72000</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.4	m
	distancia de transporte promedio	30	km
7	<b>EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MENORES</b>	<b>m3</b>	<b>220</b>
	longitud	10	m
	ancho	1	m
	profundidad	1	m
	cunetas	180	
8	<b>ALCANTARILLA METALICA D=1,00m e=1,5mm</b>	<b>m</b>	<b>40</b>
	longitud	10	
	número	4	

Tabla 4.11 Cantidades de obra de una vía no pavimentada.



CANTIDADES DE MANTENIMIENTO			
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
<b>1</b>	<b>MINADO Y CARGADO DE MATERIAL PETREO</b>	<b>m3</b>	<b>300</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.05	m
<b>2</b>	<b>TRANSPORTE MATERIAL PETREO</b>	<b>m3-km</b>	<b>9000</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.05	m
	distancia de transporte promedio	30	km
<b>3</b>	<b>TENDIDO DE MATERIAL PETREO</b>	<b>m3</b>	<b>300</b>
	longitud	1000	m
	ancho de vía	6	m
	espesor	0.05	m
<b>4</b>	<b>LIMPIEZA DE CUNETAS</b>	<b>m3</b>	<b>200</b>
	longitud	1000	m
	ancho	0.5	m
	profundidad	0.2	m
<b>5</b>	<b>LIMPIEZA DE DERRUMBES</b>	<b>m3</b>	<b>50</b>
	largo	5	m
	ancho	5	m
	alto	2	m

Tabla 4.12 Cantidades de mantenimiento de una vía no pavimentada.

En la Tabla 4.13 y Tabla 4.14 se presenta el presupuesto de construcción y mantenimiento. De igual manera para mantener una servicialidad adecuada en este tipo de vías se debe realizar un mantenimiento o conservación estándar mínimo, es decir, una intervención mínima de 2 veces por año, comenzando desde el primer año.

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	521002	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m	1000	2.44	2440.0
2	523001	DESBROCE Y DESBOSQUE	m2	10000	0.06	600.0
3	508012	EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MAQUINA (PARA VIAS)	m3	3600	1.80	6480.0
4	508031	MINADO Y CARGADO DE MATERIAL PETREO	m3	2400	1.89	4536.0
4	508023	TENDIDO DE MATERIAL PETREO	m3	2400	0.93	2232.0
5	519013	TRANSPORTE MATERIAL PETREO	m3/km	72000	0.35	25200.0
5	508028	EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MENORES	m3	220	6.64	1460.8
5	520004	ALCANTARILLA METALICA D=1,00m e=1,5mm	m	40	164.99	6599.6
<b>SUBTOTAL</b>						<b>49548.40</b>
<b>IVA</b>					14.00%	<b>6936.78</b>
<b>TOTAL</b>						<b>56485.18</b>

Tabla 4.13 Presupuesto de obra de una vía sin capa de protección.



PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	508031	MINADO Y CARGADO DE MATERIAL PETREO	m3	300	1.89	567
2	519013	TRANSPORTE MATERIAL PETREO	m3-km	9000	0.35	3150
3	508036	TENDIDO Y COMPACTADO DE MATERIAL PARA MANTENIMIENTO	m3	300	1.78	534
4	520017	LIMPIEZA DE CUNETAS	m3	200	1.25	250
5	508015	LIMPIEZA DE DERRUMBES	m3	50	1.1	55
<b>SUBTOTAL</b>						<b>4556</b>
					14.00%	<b>637.84</b>
<b>TOTAL</b>						<b>5193.84</b>

Tabla 4.14 Presupuesto de mantenimiento rutinario de una vía sin capa de protección

#### 4.4.3 COSTO GLOBAL ACTUALIZADO

Una vez determinado los rubros, cantidades y los costos de construcción y mantenimiento de las vías con capa de imprimación reforzada y la no pavimentada, se procedio a determinar el costo global actualizado. Los parámetros generales considerados para la evaluación de un tramo de vía son los siguientes:

- Periodo de diseño: 5 años
- Periodo de análisis económico: 10 años
- Tasa de actualización de dinero: 5%
- Longitud de tramo: 1 kilómetro

Parámetros	Vía con Imprimación	Vía no Pavimentada
Costo inicial del construcción C1	96,731.74	56,485.18
Costo de conservación rutinaria C2 (en \$/año)	622.53	5,193.84
Costo de Rehabilitación al 10 año	0.00	0.00
Valor residual de la estructura, expresado en porcentaje del costo inicial de construcción V.R	35%	35%
Valor residual de la estructura, expresado \$	33,856.11	19,769.81
<b>Costo Global Actualizado</b>	<b>80,157.99</b>	<b>84,453.35</b>

Tabla 4.15 Cálculo del costo global actualizado de cada vía.



De los cálculos anteriores se concluye que la alternativa más económica es la vía con imprimación reforzada, en este cálculo no se considera el costo de rehabilitación. Sin embargo, como se puede observar en la Tabla 4.15, el costo de construcción de una vía con imprimación reforzada es superior que el de una vía no pavimentada.

El valor en que más difieren son los costos de construcción y mantenimiento, siendo así que para un periodo de análisis de 10 años, la vía con imprimación reforzada es la más económica, debido al ahorro en el costo de mantenimiento. Además este tipo de tratamiento provee otros beneficios como:

- Una superficie de rodadura de mayor durabilidad.
- Minora la cantidad de intervenciones de conservación o mantenimiento.
- Proporciona una superficie de rodadura más segura, que representa en ahorro de tiempos de viaje y costo operacionales para los usuarios.
- Brinda una mejor calidad de vida a los habitantes del sector rural, pues esta alternativa no genera polvo en el medio ambiente.



## CÁPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo final se dan las conclusiones y recomendaciones generales de la presente investigación:

- Como se ha podido comprobar en las cuatro vías con Imprimación Reforzada analizadas en esta tesis, y una vez procesado los datos de los ensayos de laboratorio de cada estrato y comparándolos con los de las especificaciones de materiales del MTOP, se concluyó que el estrato 1 y 2 cumple con las características de una base clase 1A y mejoramiento respectivamente; en los ensayos del suelo natural presenta CBR que van desde 5.1% a 8.6%, si bien este rango no es muy amplio, sin embargo son valores de CBR bajos, lo que indica una subrasante muy pobre.
- En lo referente al tráfico en las cuatro vías de estudio se determinó un Tráfico Promedio Diario Anual que va de 40 a 103 vehículos (ambos sentidos), de 5 a 55 vehículos pesados (carril de diseño) y un Número de Ejes Equivalentes de  $3.38E+04$  a  $2.55E+05$  para un periodo de diseño de 5 años y  $7.06E+04$  a  $5.52E+05$  para un periodo de diseño de 10 años. Lo cual según la Normas MTOP, en función a la importancia de la red vial corresponde a caminos rurales (caminos agrícolas, forestales).
- Evaluando la relación costo/beneficio mediante el cálculo del Costo Global Actualizado se determinó que para un periodo de análisis de 10 años, una vía con imprimación reforzada tiene un costo de \$ 80,157.99 y una vía no pavimentada tiene un costo de \$ 84,453.35, lo cual muestra un ahorro de \$ 4,295.35. Si bien es cierto el costo inicial de construcción de la vía con imprimación reforzada es de \$ 96,731.74 cuyo valor es elevado comparado con una vía no pavimentada de \$ 56,485.18, la diferencia más significativa se ve reflejada en el costo de mantenimiento que es de \$ 622.53 frente a un costo de \$ 5,193.84. Concluyendo que la imprimación reforzada es beneficiosa para la conformación de capas de rodadura de caminos rurales de bajo tránsito, no solo por el ahorro económico, sino porque brinda una



superficie confortable y de mayor durabilidad, que permite el incremento de velocidad y representa un ahorro en el tiempo de viaje, disminuye el polvo generado por los vehículos y brinda una mejor calidad de vida a los habitantes de los sectores rurales.

- Los espesores de las capas de las cuatro vías de estudio son variables, los cuales van de 20 a 40 cm para la capa de mejoramiento, 10 cm aproximadamente para la capa de base y un espesor de imprimación reforzada que oscila entre 1.5 a 2 cm. Esto da a notar que al momento de conformar las diferentes estructuras para la circulación vehicular no se tomado en cuenta la variación del tráfico ni el tipo de suelo de soporte. Por lo tanto, luego de haber realizado un análisis para este tipo de caminos se recomienda una estructura conformada por material granular (material de mejoramiento con un valor de CBR  $> 6$ ) con un espesor de 40 cm, posteriormente una capa de material tipo base (clase 1, debido a la disponibilidad por contar con una planta trituradora y material proveniente de del Río Upano) y finalmente colocar una capa protectora (imprimación reforzada).
- El presente documento constituye un referente de consulta para la construcción de caminos rurales de bajo volumen de tránsito con imprimación reforzada, procedimiento que está detallado en el CAPÍTULO 3. (MATERIALES Y METÓDOS), el cual de manera resumida, seria: identificar los tramos homogéneos, clasificar el material de la subrasante y definición del CBR de diseño; determinar las condiciones del tránsito (TPDA, Número de Ejes Equivalentes, Número de Vehículos pesados) para un periodo de diseño. Estos datos permitirán escoger el diseño de la estructura de afirmado de entre las alternativas presentes en el catálogo (Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito), que corresponderá a una solución en función de los materiales, maquinaria disponible, y que represente un menor costo.



- Luego de la inspección visual y evaluación mediante el Método del PCI de las cuatro vías de estudio se determinó sus estados, que en general constituyen vías en Estado Bueno a excepción de la vía Troncal Amazónica – Mutinsa la cual se califica como una vía en estado Regular, debido a la presencia de un mayor número de fallas (baches, piel de cocodrilo, grietas) ocasionadas por el incremento de vehículos pesados debido a trabajos que se están realizando en diferentes tramos.
- Este tipo de tratamiento podría implementarse en otras regiones del Ecuador, para lo cual se deberá realizar un análisis similar al indicado en esta tesis con los materiales existentes en la zona de estudio.
- Se recomienda implementar la imprimación reforzada en terrenos cuya topografía no sea muy pronunciada (pendientes  $< 6\%$ ) ya que en pendientes mayores, el efecto de la fricción entre el neumático y la superficie de rodadura produce pérdida de la capa de protección. De igual manera se debe considerar valores de pendiente mínima (2 a 3%) para de esa manera evitar la permanencia del agua en la capa de rodadura la cual dificulte el tránsito de vehículos en condiciones climáticas adversas.



## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Regional de Control Hidrocarburífero Azuay. (2015). Consumo de Combustibles 2015.
- ASTM D6433 - 99 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.
- Cavieres Acevedo, W. P. (2008). Comportamiento de las soluciones básicas de carpetas de rodadura aplicadas a caminos de bajo tránsito.
- Das, B. M. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning Latin America.
- DT Mariño, I., & Galarza Velástegui, J. P. (2011). El diseño de pavimentos y el comportamiento estructural para caminos con bajo volumen de tránsito en la provincia de Tungurahua.
- Fratelli, M. G. (1993). *Suelos, fundaciones y muros*. Imprenta Bonalde.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Morona Santiago. (2016). <http://www.moronasantiago.gob.ec/>
- Guzmán, J. (2013). Estudio de Factibilidad, Impactos Ambientales e Ingeniería definitivos para la Rectificación, Mejoramiento y Ampliación a cuatro carriles de la carretera: Intercambiador Guangarcucho – Lumagpamba (Puente Europa) – Paute - Gualaceo, (Azuay).
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2014). Anuarios de Transporte. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/anuarios-de-transporte-2/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). Población y Demografía. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Leiva, F. (2005). Manual de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador. (2012). Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú. (2008). Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.
- Montejo Fonseca, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*.





- Murgueitio, A., & Montejo, A. (1999). Diseño de pavimentos asfálticos en vías con bajos volúmenes de tránsito. En *Memorias del XII simposio colombiano sobre ingeniería de pavimentos*. Colombia.
- Padilla Rodríguez, A. (2004). Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista.
- Páramo, J. A., & Cassan, R. B. (1997). Manual de diseño para pavimentos de bajos volúmenes de tránsito. *Laboratorio Vial del Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras (IMAE)-Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario de Argentina*.
- Rolando Franco, F. E. (2012). Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluido RC-250 y emulsión.
- Sánchez Sabogal, F. (1990). *Pavimentos- Guía para la ejecución e interpretación de los resultados*. Bogotá.
- Thenoux, G., Halles, F., Barrera, E., & Miranda, J. C. (2002). Guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito. *Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas de Chile*.
- Vásquez Varela, L. R. (2002). *Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y concreto en carreteras*. Manizales–Colombia.



# ANEXOS



Anexo 3.1 Ensayos de Granulometría

LABORATORIO DE SUELOS																						
PROYECTO:	VIA MUTINSA			ENSAYADO POR:																		
KILOMETRO:	0+300			MUESTRA :	Calicata 1																	
USO:	ESTRATO 2			PROFUNDIDAD :	FECHA DE TOMA: 15/02/2016																	
				FECHA DE ENSAYO: 16/02/2016																		
ENSAYOS DE CLASIFICACION																						
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)																						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO																
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00																	
2 ½"	63.5	613.0	613.0	3.17	96.83																	
2"	50.8	1,357.0	1970.0	10.19	89.81																	
1½"	38.1	1,314.0	3284.0	16.98	83.02																	
1"	25.4	1,677.0	4961.0	25.66	74.34																	
¾"	19.1	1,190.0	6151.0	31.81	68.19																	
½"	12.7	1,098.0	7249.0	37.49	62.51																	
3/8"	9.52	610.0	7859.0	40.65	59.35																	
Nº4	4.76	1,182.0	9041.0	46.76	53.24																	
< Nº4		10,294.0	10294.0	53.24																		
Nº10	2	67.2	67.2	5.69	47.55																	
Nº40	0.425	183.4	250.6	21.21	32.03																	
Nº200	0.07	216.4	467.0	39.53	13.71																	
< Nº200		162.0	162.0	13.71																		
TOTAL			19335.0																			
PESO ANTES DEL LAVADO=		629.0 gr																				
PESO DESPUES DEL LAVADO=		467.0 gr																				
		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>ÁRIDO</td><td>%</td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td>47 %</td></tr> <tr><td>ARENA</td><td>40 %</td></tr> <tr><td>FINOS</td><td>14 %</td></tr> </table>		ÁRIDO	%	GRAVA	47 %	ARENA	40 %	FINOS	14 %											
ÁRIDO	%																					
GRAVA	47 %																					
ARENA	40 %																					
FINOS	14 %																					
CURVA GRANULOMETRICA																						
HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)																						
Nº	Nº	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO																
27		188.36	176.14	28.02	8.25																	
43		168.05	157.00	27.09	8.51	8.38																
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)																						
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)																						
HUMEDAD vs # DE GOLPES.																						
<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td colspan="2">CLASIFICACION:</td></tr> <tr><td>SUCS</td><td></td></tr> <tr><td>AASTHO</td><td>A-1-b</td></tr> <tr><td>HUMEDAD NATURAL:</td><td>8.38 %</td></tr> <tr><td>LIMITE LIQUIDO:</td><td>NP %</td></tr> <tr><td>LIMITE PLASTICO:</td><td>NP</td></tr> <tr><td>INDICE PLASTICO:</td><td>NP</td></tr> <tr><td>INDICE DE GRUPO:</td><td></td></tr> </table>							CLASIFICACION:		SUCS		AASTHO	A-1-b	HUMEDAD NATURAL:	8.38 %	LIMITE LIQUIDO:	NP %	LIMITE PLASTICO:	NP	INDICE PLASTICO:	NP	INDICE DE GRUPO:	
CLASIFICACION:																						
SUCS																						
AASTHO	A-1-b																					
HUMEDAD NATURAL:	8.38 %																					
LIMITE LIQUIDO:	NP %																					
LIMITE PLASTICO:	NP																					
INDICE PLASTICO:	NP																					
INDICE DE GRUPO:																						

Anexo 3.1.1 (a) Granulometría calicata 1(Estrato 2) de la vía Troncal Amazónica - Mutinsa



LABORATORIO DE SUELOS																																																
PROYECTO:		VIA MUTINSA		ENSAYADO POR:																																												
KILOMETRO:		0+300		MUESTRA : N° 1		FECHA DE TOMA: 15/02/2016																																										
USO:		SUELO NATURAL		PROFUNDIDAD : 40 cm		FECHA DE ENSAYO: 16/02/2016																																										
ENSAYOS DE CLASIFICACION																																																
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)																																																
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO																																										
3"	76.2	-	-																																													
2 1/2"	63.5	-	-																																													
2"	50.8	-	-																																													
1 1/2"	38.1	-	-																																													
1"	25.4	-	-																																													
3/4"	19.1	-	-																																													
1/2"	12.7	-	-																																													
3/8"	9.52	-	-																																													
N°4	4.76	-	-																																													
< N°4		-	-																																													
N°10	2			0.00	100.00																																											
N°40	0.425	3.6	3.6	1.12	98.88																																											
N°200	0.07	145.8	149.4	46.66	53.34																																											
< N°200		170.8	170.8	53.34																																												
TOTAL			0.0																																													
PESO ANTES DEL LAVADO=		320.2 gr		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>ÁRIDO</td><td>%</td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td></td></tr> <tr><td>ARENA</td><td></td></tr> <tr><td>FINOS</td><td>53 %</td></tr> </table>			ÁRIDO	%	GRAVA		ARENA		FINOS	53 %																																		
ÁRIDO	%																																															
GRAVA																																																
ARENA																																																
FINOS	53 %																																															
PESO DESPUES DEL LAVADO=		149.40 gr																																														
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>CURVA GRANULOMETRICA</b></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>N°</th> <th>PESO HUMEDO</th> <th>PESO SECO</th> <th>PESO TARRO</th> <th>% DE HUMEDAD</th> <th>% PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>33</td><td></td><td>100.39</td><td>51.84</td><td>26.61</td><td>192.43</td><td></td></tr> <tr><td>36</td><td></td><td>88.20</td><td>47.49</td><td>27.23</td><td>200.94</td><td>196.68</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.00</td></tr> </table> </div> </div>							N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO	33		100.39	51.84	26.61	192.43		36		88.20	47.49	27.23	200.94	196.68														0.00							0.00
N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO																																										
33		100.39	51.84	26.61	192.43																																											
36		88.20	47.49	27.23	200.94	196.68																																										
						0.00																																										
						0.00																																										
<p style="text-align: center;"><b>HUMEDAD vs # DE GOLPES.</b></p>																																																
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2"><b>CLASIFICACION:</b></td></tr> <tr><td>SUCS</td><td></td></tr> <tr><td>AASTHO</td><td style="color: red;">A-5</td></tr> <tr><td>HUMEDAD NATURAL:</td><td>196.68 %</td></tr> <tr><td>LIMITE LIQUIDO:</td><td>NP %</td></tr> <tr><td>LIMITE PLASTICO:</td><td>NP</td></tr> <tr><td>INDICE PLASTICO:</td><td>NP 20</td></tr> <tr><td>INDICE DE GRUPO:</td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: right;">REGULAR A MALO</p>							<b>CLASIFICACION:</b>		SUCS		AASTHO	A-5	HUMEDAD NATURAL:	196.68 %	LIMITE LIQUIDO:	NP %	LIMITE PLASTICO:	NP	INDICE PLASTICO:	NP 20	INDICE DE GRUPO:																											
<b>CLASIFICACION:</b>																																																
SUCS																																																
AASTHO	A-5																																															
HUMEDAD NATURAL:	196.68 %																																															
LIMITE LIQUIDO:	NP %																																															
LIMITE PLASTICO:	NP																																															
INDICE PLASTICO:	NP 20																																															
INDICE DE GRUPO:																																																

Anexo 3.1.1 (b) Granulometría calicata 1(Suelo natural) de la vía Troncal Amazónica - Mutinsa



LABORATORIO DE SUELOS

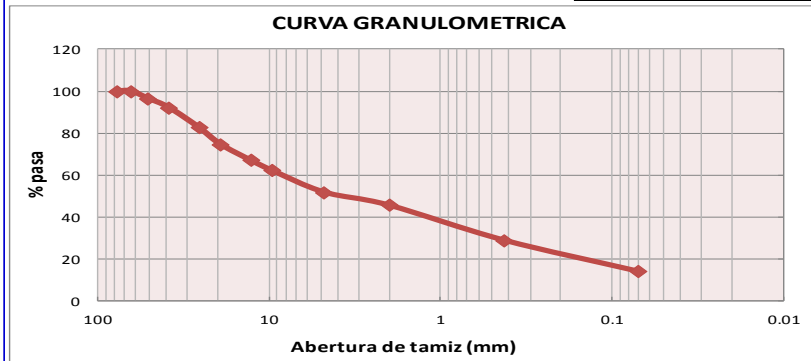
PROYECTO:	VIA MUTINSA	ENSAYADO POR:	
KILOMETRO:	0+800	MUESTRA :	Calicata 2
USO:	ESTRATO 2	PROFUNDIDAD :	
		FECHA DE TOMA:	15/02/2016
		FECHA DE ENSAYO:	17/02/2016

ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 1/2"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	715.0	715.0	3.42	96.58	
1 1/2"	38.1	929.0	1644.0	7.87	92.13	
1"	25.4	2,003.0	3647.0	17.45	82.55	
3/4"	19.1	1,655.0	5302.0	25.37	74.63	
1/2"	12.7	1,600.0	6902.0	33.03	66.97	
3/8"	9.52	1,022.0	7924.0	37.92	62.08	
N°4	4.76	2,148.0	10072.0	48.19	51.81	
< N°4		10,827.0	10827.0	51.81		
N°10	2	66.0	66.0	6.17	45.63	
N°40	0.425	178.8	244.8	22.90	28.91	
N°200	0.07	158.8	403.6	37.75	14.06	
< N°200		150.3	150.3	14.06		
TOTAL			20899.0			

PESO ANTES DEL LAVADO= 553.9 gr  
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 403.6 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	48 %
ARENA	38 %
FINOS	14 %



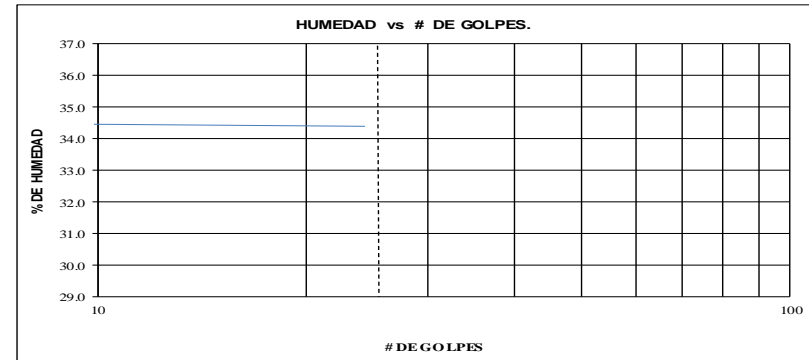
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
27		188.36	176.14	28.02	8.25	
43		168.05	157.00	27.09	8.51	8.38

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						



CLASIFICACION:	
SUCS	
AASTHO	A-1-a
HUMEDAD NATURAL:	8.38 %
LIMITE LIQUIDO:	NP %
LIMITE PLASTICO:	NP
INDICE PLASTICO:	NP
INDICE DE GRUPO:	

Anexo 3.1.1 (c) Granulometría calicata 2 (Estrato 2) de la vía Troncal Amazónica – Mutinsa



LABORATORIO DE SUELOS						
PROYECTO:	VIA MUTINSA			ENSAYADO POR:		
KILOMETRO:	0+800			MUESTRA :	Nº 2	
USO:	SUELO NATURAL			PROFUNDIDAD :	40 cm	
				FECHA DE TOMA:	15/02/2016	
				FECHA DE ENSAYO:	17/02/2016	
ENSAYOS DE CLASIFICACION						
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	-	-	-	-
2 ½"	63.5	-	-	-	-	-
2"	50.8	-	-	-	-	-
1½"	38.1	-	-	-	-	-
1"	25.4	-	-	-	-	-
¾"	19.1	-	-	-	-	-
½"	12.7	-	-	-	-	-
3/8"	9.52	-	-	-	-	-
Nº4	4.76	-	-	-	-	-
< Nº4		-	-	-	-	-
Nº10	2	-	-	0.00	100.00	-
Nº40	0.425	1.9	1.9	0.43	99.57	-
Nº200	0.07	93.8	95.7	21.47	78.53	-
< Nº200		350.1	350.1	78.53		-
TOTAL			0.0			

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
33		103.31	51.05	26.79	215.42	
36		99.33	49.68	28.06	229.65	222.53
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
						0.00
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
						0.00

PESO ANTES DEL LAVADO=	445.8 gr	ÁRIDO	%
PESO DESPUES DEL LAVADO=	95.70 gr	GRAVA	
		ARENA	
		FINOS	79 %

CLASIFICACION:	
SUCS	
AASTHO	A-5
HUMEDAD NATURAL:	222.53 %
LIMITE LIQUIDO:	NP %
LIMITE PLASTICO:	NP
INDICE PLASTICO:	NP
INDICE DE GRUPO:	

Anexo 3.1.1 (d) Granulometría calicata 2 (Suelo natural) de la vía Troncal Amazónica - Mutinsa



<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>						
<b>PROYECTO:</b>	VIA BELLAVISTA			<b>ENSAYADO POR:</b>		
<b>KILOMETRO:</b>	0+300			<b>MUESTRA :</b>	Calicata 1	
<b>USO:</b>	ESTRATO 2			<b>FECHA DE TOMA:</b>	24/02/2016	
				<b>PROFUNDIDAD:</b>	25/02/2016	
<b>ENSAYOS DE CLASIFICACION</b>						
<b>GRANULOMETRÍA (ASTM D422)</b>						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	4.231.0	4231.0	14.76	85.24	
1½"	38.1	3.551.0	7782.0	27.15	72.85	
1"	25.4	3.947.0	11729.0	40.92	59.08	
¾"	19.1	1.992.0	13721.0	47.88	52.12	
½"	12.7	2.806.0	16527.0	57.67	42.33	
3/8"	9.52	1.491.0	18018.0	62.87	37.13	
N°4	4.76	2.664.0	20682.0	72.16	27.84	
< N°4		7.978.0	7978.0	27.84		
N°10	2	79.0	79.0	4.78	23.06	
N°40	0.425	136.0	215.0	13.01	14.83	
N°200	0.075	124.0	339.0	20.51	7.32	
< N°200			121.0	7.32		
<b>TOTAL</b>			<b>28660.0</b>			

<b>HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)</b>						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
32		258.78	241.69	26.79	7.95	
44		270.35	252.11	29.09	8.18	<b>8.06</b>
<b>LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)</b>						
24	35	50.23	45.09	29.13	32.21	
27	27	45.72	41.22	28.02	34.09	
31	17	48.30	42.67	27.23	36.46	
						<b>34.25</b>
<b>LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)</b>						
25		17.58	16.66	13.26	27.06	
36		17.83	16.96	13.74	27.02	
						<b>27.04</b>

PESO ANTES DEL LAVADO=	460.00 gr	<b>ÁRIDO</b>	<b>%</b>
PESO DESPUES DEL LAVADO=	339.00 gr	<b>GRAVA</b>	<b>72 %</b>
		<b>ARENA</b>	<b>21 %</b>
		<b>FINOS</b>	<b>7 %</b>

**CURVA GRANULOMETRICA**

**HUMEDAD vs # DE GOLPES.**

<b>CLASIFICACION:</b>	
<b>SUCS</b>	
<b>AASTHO</b>	<b>A-2-4</b>
<b>HUMEDAD NATURAL:</b>	<b>8.06 %</b>
<b>LIMITE LIQUIDO:</b>	<b>34.25 %</b>
<b>LIMITE PLASTICO:</b>	<b>27.04</b>
<b>INDICE PLASTICO:</b>	<b>7.21</b>
<b>INDICE DE GRUPO:</b>	<b>0.0</b>

Anexo 3.1.2 (a) Granulometría calicata 1 (Estrato 2) de la vía Troncal Amazónica - Bellavista



LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:	VIA BELLAVISTA	ENSAYADO POR:	
KILOMETRO:	0+500	MUESTRA :	Calicata 1
USO:	SUELO NATURAL	PROFUNDIDAD :	64 cm
		FECHA DE TOMA:	24/02/2016
		FECHA DE ENSAYO:	25/02/2016

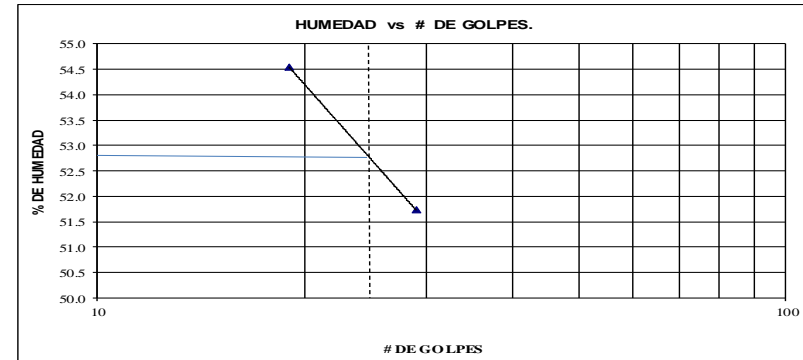
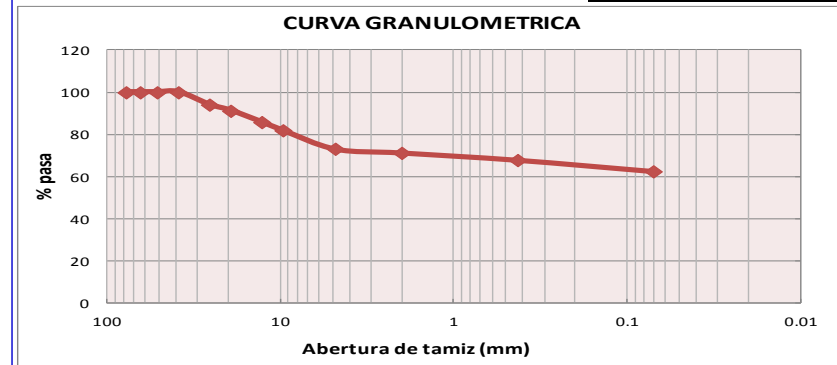
ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00	
1½"	38.1	-	0.0	0.00	100.00	
1"	25.4	221.0	221.0	5.97	94.03	
¾"	19.1	103.0	324.0	8.75	91.25	
½"	12.7	203.0	527.0	14.24	85.76	
3/8"	9.52	151.0	678.0	18.32	81.68	
N°4	4.76	329.0	1007.0	27.21	72.79	
< N°4		2,694.0	2694.0	72.79		
N°10	2	5.2	5.2	1.80	70.99	
N°40	0.425	10.0	15.2	5.27	67.52	
N°200	0.07	15.4	30.6	10.61	62.18	
< N°200			179.4	62.18		
<b>TOTAL</b>			<b>3701.0</b>			

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
38		143.08	104.90	27.58	49.38	
43		141.89	102.30	27.09	52.64	51.01
<b>LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)</b>						
22	29	45.93	39.79	27.93	51.73	
25	19	45.32	39.34	28.38	54.53	
<b>LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)</b>						
29		16.56	15.66	13.42	39.81	
33		16.20	15.41	13.42	39.57	
<b>39.69</b>						

PESO ANTES DEL LAVADO= 210.00 gr  
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 30.60 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	27 %
ARENA	11 %
FINOS	62 %



<b>CLASIFICACION:</b>	
SUCS	
AASTHO	A-7-5
HUMEDAD NATURAL:	51.01 %
LIMITE LIQUIDO:	53.13 %
LIMITE PLASTICO:	39.69
INDICE PLASTICO:	13.44
INDICE DE GRUPO:	8.8

Anexo 3.1.2 (b) Granulometría calicata 1 (Suelo natural) de la vía Troncal Amazónica - Bellavista





LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:	VIA BELLAVISTA	ENSAYADO POR:	
KILOMETRO:	1+000	MUESTRA :	Nº 2
USO:	ESTRATO 2	PROFUNDIDAD:	
		FECHA DE TOMA:	24/02/2016
		FECHA DE ENSAYO:	25/02/2016

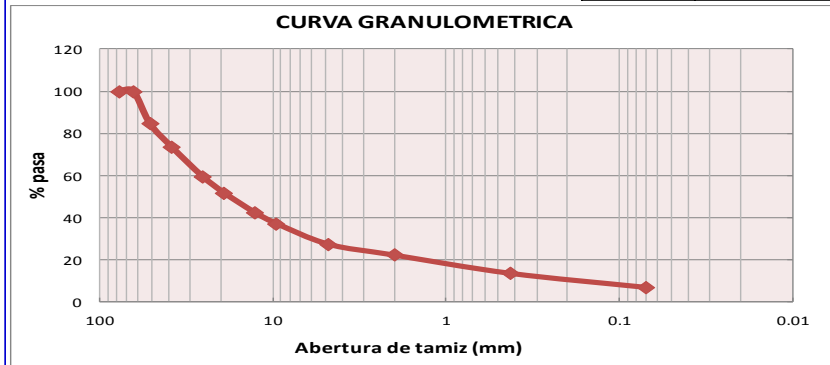
ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	4,521.0	4521.0	15.54	84.46	
1½"	38.1	3,200.0	7721.0	26.53	73.47	
1"	25.4	4,025.0	11746.0	40.36	59.64	
¾"	19.1	2,264.0	14010.0	48.14	51.86	
½"	12.7	2,716.0	16726.0	57.47	42.53	
3/8"	9.52	1,536.0	18262.0	62.75	37.25	
Nº4	4.76	2,876.0	21138.0	72.63	27.37	
< Nº4		7,964.0	7964.0	27.37		
Nº10	2	86.0	86.0	5.12	22.25	
Nº40	0.425	146.0	232.0	13.80	13.56	
Nº200	0.07	112.0	344.0	20.46	6.90	
< Nº200			116.0	6.90		
<b>TOTAL</b>			<b>29102.0</b>			

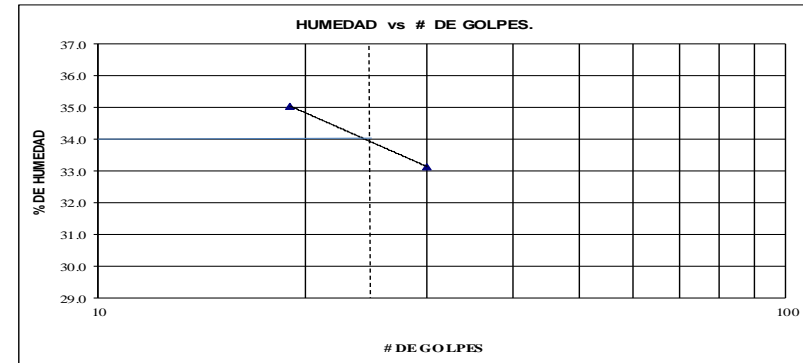
PESO ANTES DEL LAVADO= 460.00 gr  
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 344.00 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	73 %
ARENA	20 %
FINOS	7 %



HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
26		201.59	187.88	28.03	8.57	
41		215.64	200.96	26.64	8.43	8.50
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
22	30	49.34	44.01	27.93	33.15	
43	19	52.79	46.12	27.09	35.05	
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
34		17.59	16.79	13.85	27.31	
42		17.54	16.73	13.81	27.74	27.53



<b>CLASIFICACION:</b>	
<b>SUCS</b>	
<b>AASTHO</b>	<b>A-2-4</b>
HUMEDAD NATURAL:	8.50 %
LIMITE LIQUIDO:	34.10 %
LIMITE PLASTICO:	27.53
INDICE PLASTICO:	6.57
INDICE DE GRUPO:	0

Anexo 3.1.2 (c) Granulometría calicata 2 (Estrato 2) de la vía Troncal Amazónica - Bellavista



LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:	VIA BELLAVISTA	ENSAYADO POR:	
KILOMETRO:	1+000	MUESTRA :	Nº 2
USO:	SUELO NATURAL	PROFUNDIDAD :	
		FECHA DE TOMA:	24/02/2016
		FECHA DE ENSAYO:	25/02/2016

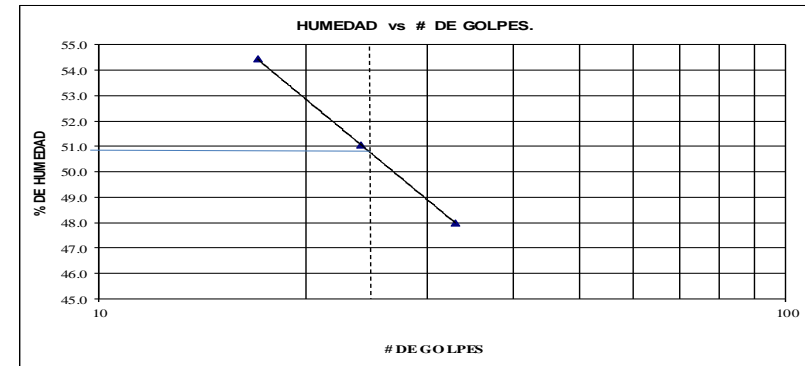
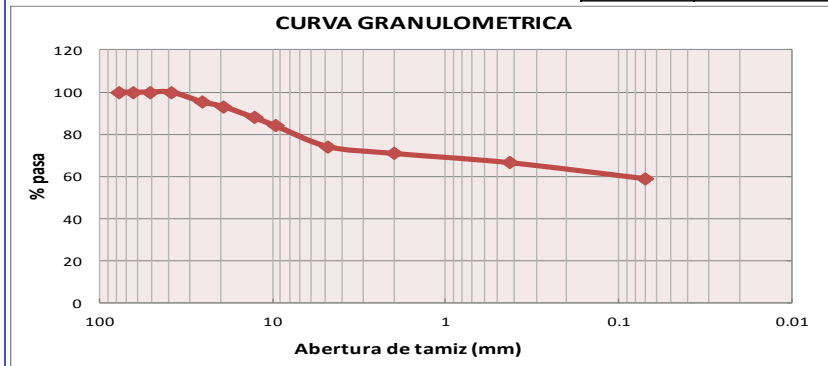
ENSAYOS DE CLASIFICACION

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00	
1 ½"	38.1	-	0.0	0.00	100.00	
1"	25.4	187.0	187.0	4.59	95.41	
¾"	19.1	93.0	280.0	6.88	93.12	
½"	12.7	213.0	493.0	12.11	87.89	
3/8"	9.52	159.0	652.0	16.02	83.98	
Nº4	4.76	400.0	1052.0	25.85	74.15	
< Nº4		3,018.0	3018.0	74.15		
Nº10	2	9.4	9.4	3.23	70.92	
Nº40	0.425	12.8	22.2	7.63	66.52	
Nº200	0.07	22.1	44.3	15.23	58.92	
< Nº200			171.4	58.92		
<b>TOTAL</b>			<b>4070.0</b>			

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
41		200.70	141.50	26.64	51.54	
42		208.90	145.80	26.02	52.68	52.11
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
30	33	47.38	40.78	27.03	48.00	
31	24	45.87	39.57	27.23	51.05	
32	17	45.91	39.17	26.79	54.44	
						51.17
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
25		17.09	16.02	13.26	38.77	
26		16.28	15.50	13.51	39.20	
						38.98

PESO ANTES DEL LAVADO= 215.70 gr  
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 48.20 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	26 %
ARENA	15 %
FINOS	59 %



CLASIFICACION:	
SUCS	
AASTHO	A-7-5
HUMEDAD NATURAL:	52.11 %
LIMITE LIQUIDO:	51.17 %
LIMITE PLASTICO:	38.98
INDICE PLASTICO:	12.18
INDICE DE GRUPO:	7.1

Anexo 3.1.2 (d) Granulometría calicata 2 (Suelo natural) de la vía Troncal Amazónica - Bellavista



LABORATORIO DE SUELOS																						
PROYECTO:		VIA BELLAVISTA		ENSAYADO POR:																		
KILOMETRO:		1+500		MUESTRA :		Nº 3																
PROFUNDIDAD :		ESTRATO 2		FECHA DE TOMA:		24/02/2016																
				FECHA DE ENSAYO:		26/02/2016																
ENSAYOS DE CLASIFICACION																						
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)																						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO																
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00																	
2 1/2"	63.5	-	0.0	0.00	100.00																	
2"	50.8	3,991.0	3991.0	13.24	86.76																	
1 1/2"	38.1	3,412.0	7403.0	24.55	75.45																	
1"	25.4	3,718.0	11121.0	36.88	63.12																	
3/4"	19.1	1,827.0	12948.0	42.94	57.06																	
1/2"	12.7	2,947.0	15895.0	52.71	47.29																	
3/8"	9.52	1,524.0	17419.0	57.77	42.23																	
Nº4	4.76	3,148.0	20567.0	68.21	31.79																	
< Nº4		9,587.0	9587.0	31.79																		
Nº10	2	88.4	88.4	6.14	25.66																	
Nº40	0.425	145.7	234.1	16.25	15.54																	
Nº200	0.07	135.2	369.3	25.64	6.16																	
< Nº200			88.7	6.16																		
<b>TOTAL</b>			<b>30154.0</b>																			
PESO ANTES DEL LAVADO=		458.00 gr		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>ÁRIDO</td><td>%</td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td>68 %</td></tr> <tr><td>ARENA</td><td>26 %</td></tr> <tr><td>FINOS</td><td>6 %</td></tr> </table>			ÁRIDO	%	GRAVA	68 %	ARENA	26 %	FINOS	6 %								
ÁRIDO	%																					
GRAVA	68 %																					
ARENA	26 %																					
FINOS	6 %																					
PESO DESPUES DEL LAVADO=		380.00 gr																				
CURVA GRANULOMETRICA																						
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)																						
Nº	Nº	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO																
23		210.77	195.80	27.52	8.90																	
24		228.26	212.00	29.13	8.89	8.89																
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)																						
32	32	52.38	46.20	26.79	31.84																	
33	24	47.23	42.57	28.27	32.59																	
34	16	48.05	43.17	28.86	34.10																	
						32.84																
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)																						
22		17.98	17.05	13.51	26.27																	
24		17.08	16.28	13.24	26.32																	
						26.29																
HUMEDAD vs # DE GOLPES.																						
<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td colspan="2"><b>CLASIFICACION:</b></td></tr> <tr><td colspan="2"><b>SUCS</b></td></tr> <tr><td><b>AASTHO</b></td><td><b>A-2-4</b></td></tr> <tr><td>HUMEDAD NATURAL:</td><td>8.89 %</td></tr> <tr><td>LIMITE LIQUIDO:</td><td>32.84 %</td></tr> <tr><td>LIMITE PLASTICO:</td><td>26.29</td></tr> <tr><td>INDICE PLASTICO:</td><td>6.55</td></tr> <tr><td>INDICE DE GRUPO:</td><td>0</td></tr> </table>							<b>CLASIFICACION:</b>		<b>SUCS</b>		<b>AASTHO</b>	<b>A-2-4</b>	HUMEDAD NATURAL:	8.89 %	LIMITE LIQUIDO:	32.84 %	LIMITE PLASTICO:	26.29	INDICE PLASTICO:	6.55	INDICE DE GRUPO:	0
<b>CLASIFICACION:</b>																						
<b>SUCS</b>																						
<b>AASTHO</b>	<b>A-2-4</b>																					
HUMEDAD NATURAL:	8.89 %																					
LIMITE LIQUIDO:	32.84 %																					
LIMITE PLASTICO:	26.29																					
INDICE PLASTICO:	6.55																					
INDICE DE GRUPO:	0																					

Anexo 3.1.2 (e) Granulometría calicata 3 (Estrato 2) de la vía Troncal Amazónica - Bellavista



<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>																																																														
<b>PROYECTO:</b>	VIA BELLAVISTA			<b>ENSAYADO POR:</b>																																																										
<b>KILOMETRO:</b>	1+500			<b>FECHA DE TOMA:</b>	24/02/2016																																																									
<b>PROFUNDIDAD :</b>	SUELO NATURAL			<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	26/02/2016																																																									
<b>ENSAYOS DE CLASIFICACION</b>																																																														
<b>GRANULOMETRÍA (ASTM D422)</b>																																																														
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO																																																								
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00																																																									
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00																																																									
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00																																																									
1½"	38.1	-	0.0	0.00	100.00																																																									
1"	25.4	190.0	190.0	5.49	94.51																																																									
¾"	19.1	99.0	289.0	8.35	91.65																																																									
½"	12.7	210.0	499.0	14.41	85.59																																																									
3/8"	9.52	146.0	645.0	18.63	81.37																																																									
N°4	4.76	300.0	945.0	27.29	72.71																																																									
< N°4		2,518.0	2518.0	72.71																																																										
N°10	2	10.1	10.1	3.01	69.70																																																									
N°40	0.425	12.5	22.6	6.73	65.98																																																									
N°200	0.07	21.0	43.6	12.99	59.72																																																									
< N°200			200.4	59.72																																																										
<b>TOTAL</b>			<b>3463.0</b>																																																											
PESO ANTES DEL LAVADO=		244.00 gr		<b>ÁRIDO</b>		<b>%</b>																																																								
PESO DESPUES DEL LAVADO=		43.60 gr		<b>GRAVA</b>		<b>27 %</b>																																																								
				<b>ARENA</b>		<b>13 %</b>																																																								
				<b>FINOS</b>		<b>60 %</b>																																																								
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>																																																														
<b>HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)</b>																																																														
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO																																																								
35		218.40	151.20	26.44	53.86																																																									
36		213.94	150.01	28.06	52.42	<b>53.14</b>																																																								
<b>LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)</b>																																																														
40	34	47.56	41.27	28.38	48.80																																																									
41	24	49.25	41.52	26.64	51.95																																																									
42	15	46.45	39.35	26.02	53.26																																																									
						<b>51.34</b>																																																								
<b>LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)</b>																																																														
33		17.42	16.30	13.42	38.89																																																									
34		17.12	16.20	13.85	39.15																																																									
						<b>39.02</b>																																																								
<b>HUMEDAD vs # DE GOLPES.</b>																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="7"><b>CLASIFICACION:</b></td> </tr> <tr> <td colspan="7"><b>SUCS</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>AASTHO</b></td> <td colspan="5"><b>A-7-5</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>HUMEDAD NATURAL:</b></td> <td colspan="5"><b>53.14 %</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>LIMITE LIQUIDO:</b></td> <td colspan="5"><b>51.34 %</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>LIMITE PLASTICO:</b></td> <td colspan="5"><b>39.02</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>INDICE PLASTICO:</b></td> <td colspan="5"><b>12.32</b>      20</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>INDICE DE GRUPO:</b></td> <td colspan="5"><b>7.4</b></td> </tr> </table>							<b>CLASIFICACION:</b>							<b>SUCS</b>							<b>AASTHO</b>		<b>A-7-5</b>					<b>HUMEDAD NATURAL:</b>		<b>53.14 %</b>					<b>LIMITE LIQUIDO:</b>		<b>51.34 %</b>					<b>LIMITE PLASTICO:</b>		<b>39.02</b>					<b>INDICE PLASTICO:</b>		<b>12.32</b> 20					<b>INDICE DE GRUPO:</b>		<b>7.4</b>				
<b>CLASIFICACION:</b>																																																														
<b>SUCS</b>																																																														
<b>AASTHO</b>		<b>A-7-5</b>																																																												
<b>HUMEDAD NATURAL:</b>		<b>53.14 %</b>																																																												
<b>LIMITE LIQUIDO:</b>		<b>51.34 %</b>																																																												
<b>LIMITE PLASTICO:</b>		<b>39.02</b>																																																												
<b>INDICE PLASTICO:</b>		<b>12.32</b> 20																																																												
<b>INDICE DE GRUPO:</b>		<b>7.4</b>																																																												

Anexo 3.1.2 (f) Granulometría calicata 3 (Suelo natural) de la vía Troncal Amazónica - Bellavista



**LABORATORIO DE SUELOS**

<b>PROYECTO:</b> VIA CAMAL DE MENDEZ	<b>ENSAYADO POR:</b>
<b>KILOMETRO:</b> 0+050	<b>MUESTRA :</b> N° 1
<b>USO:</b> ESTRATO 2	<b>FECHA DE TOMA:</b> 23/03/2016
	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 24/03/2016

**ENSAYOS DE CLASIFICACION**

**GRANULOMETRÍA (ASTM D422)**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00	
1 ½"	38.1	509.0	509.0	4.70	95.30	
1"	25.4	1,038.0	1547.0	14.28	85.72	
¾"	19.1	1,062.0	2609.0	24.09	75.91	
½"	12.7	1,408.0	4017.0	37.09	62.91	
3/8"	9.52	999.0	5016.0	46.31	53.69	
N°4	4.76	1,903.0	6919.0	63.88	36.12	
< N°4		3,912.0	3912.0	36.12		
N°10	2	109.4	109.4	9.06	27.06	
N°40	0.425	116.4	225.8	18.70	17.42	
N°200	0.07	62.8	288.6	23.90	12.22	
< N°200		147.6	147.6	12.22		
<b>TOTAL</b>			<b>10831.0</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO= 436.20 gr  
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 288.60 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	64 %
ARENA	24 %
FINOS	12 %

**HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)**

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
26		235.35	217.73	28.03	9.29	
41		229.06	213.26	26.64	8.47	8.88

**LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)**

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
25	34	48.90	45.04	28.38	23.17	
40	24	50.48	46.19	28.38	24.08	
41	16	44.34	40.74	26.64	25.58	
						24.28

**LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)**

N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
21		12.96	12.63	10.31	14.26	
36		16.64	16.28	13.74	14.16	
						14.21

**CURVA GRANULOMETRICA**

**HUMEDAD vs # DE GOLPES.**

<b>CLASIFICACION:</b>	
<b>SUCS</b>	
<b>AASTHO</b>	<b>A-2-4</b>
<b>HUMEDAD NATURAL:</b>	<b>8.88 %</b>
<b>LIMITE LIQUIDO:</b>	<b>24.28 %</b>
<b>LIMITE PLASTICO:</b>	<b>14.21</b>
<b>INDICE PLASTICO:</b>	<b>10.07</b>
<b>INDICE DE GRUPO:</b>	<b>0.0</b>

Anexo 3.1.3 (a) Granulometría calicata 1 (Estrato 2) de la vía Acceso camal de Méndez



<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>						
<b>PROYECTO:</b>	VIA CAMAL DE MENDEZ			<b>ENSAYADO POR:</b>		
<b>KILOMETRO:</b>	0+050			<b>MUESTRA :</b>	Nº 1	
<b>USO:</b>	SUELO NATURAL			<b>FECHA DE TOMA:</b>	23/03/2016	
				<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	24/03/2016	
<b>ENSAYOS DE CLASIFICACION</b>						
<b>GRANULOMETRÍA (ASTM D422)</b>						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 1/2"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	164	164.0	1.20	98.80	
1"	25.4	922.0	1086.0	7.94	92.06	
3/4"	19.1	913.0	1999.0	14.61	85.39	
1/2"	12.7	1,162.0	3161.0	23.10	76.90	
3/8"	9.52	810.0	3971.0	29.02	70.98	
Nº4	4.76	1,585.0	5556.0	40.60	59.40	
< Nº4		8,130.0	8130.0	59.40		
Nº10	2	61.0	61.0	8.48	50.93	
Nº40	0.425	97.6	158.6	22.04	37.37	
Nº200	0.07	132.8	291.4	40.49	18.91	
< Nº200		136.1	136.1	18.91		
<b>TOTAL</b>			<b>13686.0</b>			
PESO ANTES DEL LAVADO=		427.50 gr		<b>ÁRIDO</b>		<b>%</b>
PESO DESPUES DEL LAVADO=		291.40 gr		<b>GRAVA</b>		<b>41 %</b>
				<b>ARENA</b>		<b>40 %</b>
				<b>FINOS</b>		<b>19 %</b>
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>						
<b>HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)</b>						
Nº	Nº	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
36		261.01	238.50	28.38	10.72	
44		273.03	249.79	29.09	10.53	<b>10.62</b>
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
34	31	52.09	47.69	28.86	23.33	
40	25	50.58	46.25	28.38	24.19	
42	19	47.52	43.21	26.02	25.07	
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
34		17.59	17.04	13.85	17.23	
42		17.54	17.00	13.81	16.92	
<b>HUMEDAD vs # DE GOLPES.</b>						
<b>CLASIFICACION:</b>						
<b>SUCS</b>						
<b>AASTHO</b>		<b>A-2-4</b>				
<b>HUMEDAD NATURAL:</b>		<b>10.62 %</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO:</b>		<b>24.20 %</b>				
<b>LIMITE PLASTICO:</b>		<b>17.07</b>				
<b>INDICE PLASTICO:</b>		<b>7.13</b>				
<b>INDICE DE GRUPO:</b>		<b>8</b>				
		<b>0.0</b>				

Anexo 3.1.3 (b) Granulometría calicata 1 (Suelo natural) de la vía Acceso camal de Méndez



<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>																						
<b>PROYECTO:</b> VIA PALALELA A LA PISTA DE ATERRIZAJE		<b>ENSAYADO POR:</b>			<b>FECHA DE TOMA:</b> 24/03/2016																	
<b>KILOMETRO:</b> 0+200		<b>MUESTRA :</b> N° 1		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 30/03/2016																		
<b>USO:</b> ESTRATO 2		<b>PROFUNDIDAD</b> 15 cm																				
ENSAYOS DE CLASIFICACION																						
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)																						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	RETENIDO %	QUE PASA %	ESPECIFICADO %																
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00																	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00																	
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00																	
1½"	38.1	758.0	758.0	3.49	96.51																	
1"	25.4	3,085.0	3843.0	17.70	82.30																	
¾"	19.1	2,307.0	6150.0	28.33	71.67																	
1/2"	12.7	2,636.0	8786.0	40.47	59.53																	
3/8"	9.52	1,381.0	10167.0	46.84	53.16																	
N°4	4.76	2,554.0	12721.0	58.60	41.40																	
< N°4		8,987.0	8987.0	41.40																		
N°10	2	96.2	96.2	7.24	34.16																	
N°40	0.425	207.0	303.2	22.83	18.57																	
N°200	0.07	160.0	463.2	34.88	6.52																	
< N°200		86.6	86.6	6.52																		
<b>TOTAL</b>			<b>21708.0</b>																			
PESO ANTES DEL LAVADO= 549.8 gr		PESO DESPUES DEL LAVADO= 463.20 gr		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>ÁRIDO</td><td>%</td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td>59 %</td></tr> <tr><td>ARENA</td><td>35 %</td></tr> <tr><td>FINOS</td><td>7 %</td></tr> </table>			ÁRIDO	%	GRAVA	59 %	ARENA	35 %	FINOS	7 %								
ÁRIDO	%																					
GRAVA	59 %																					
ARENA	35 %																					
FINOS	7 %																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>CURVA GRANULOMETRICA</b></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>HUMEDAD vs # DE GOLPES.</b></p> </div> </div>																						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2"><b>CLASIFICACION:</b></td></tr> <tr><td colspan="2"><b>SUCS</b></td></tr> <tr><td><b>AASTHO</b></td><td style="text-align: right;"><b>A-1-a</b></td></tr> <tr><td><b>HUMEDAD NATURAL:</b></td><td style="text-align: right;"><b>7.12 %</b></td></tr> <tr><td><b>LIMITE LIQUIDO:</b></td><td style="text-align: right;"><b>NP %</b></td></tr> <tr><td><b>LIMITE PLASTICO:</b></td><td style="text-align: right;"><b>NP</b></td></tr> <tr><td><b>INDICE PLASTICO:</b></td><td style="text-align: right;"><b>NP</b></td></tr> <tr><td><b>INDICE DE GRUPO:</b></td><td></td></tr> </table>							<b>CLASIFICACION:</b>		<b>SUCS</b>		<b>AASTHO</b>	<b>A-1-a</b>	<b>HUMEDAD NATURAL:</b>	<b>7.12 %</b>	<b>LIMITE LIQUIDO:</b>	<b>NP %</b>	<b>LIMITE PLASTICO:</b>	<b>NP</b>	<b>INDICE PLASTICO:</b>	<b>NP</b>	<b>INDICE DE GRUPO:</b>	
<b>CLASIFICACION:</b>																						
<b>SUCS</b>																						
<b>AASTHO</b>	<b>A-1-a</b>																					
<b>HUMEDAD NATURAL:</b>	<b>7.12 %</b>																					
<b>LIMITE LIQUIDO:</b>	<b>NP %</b>																					
<b>LIMITE PLASTICO:</b>	<b>NP</b>																					
<b>INDICE PLASTICO:</b>	<b>NP</b>																					
<b>INDICE DE GRUPO:</b>																						

Anexo 3.1.4 (a) Granulometría calicata 1 (Estrato 2) de la vía Paralela a la Pista de Aterrizaje- Patuca



<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>						
<b>PROYECTO:</b> VIA PALALELA A LA PISTA DE ATERRIZAJE		<b>ENSAYADO POR:</b>			<b>FECHA DE TOMA:</b> 24/03/2016	
<b>KILOMETRO:</b> 0+200		<b>MUESTRA :</b> N° 1			<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 31/03/2016	
<b>USO:</b> SUELO NATURAL		<b>PROFUNDIDAD</b> 20 cm				
ENSAYOS DE CLASIFICACION						
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00	
1½"	38.1	-	0.0	0.00	100.00	
1"	25.4	-	0.0	0.00	100.00	
¾"	19.1	362.00	362.0	5.14	94.86	
½"	12.7	449.00	811.0	11.51	88.49	
¾"	9.52	271.00	1082.0	15.35	84.65	
N°4	4.76	710.00	1792.0	25.43	74.57	
< N°4		5,255.00	5255.0	74.57		
N°10	2	39.60	39.6	8.10	66.47	
N°40	0.425	62.40	102.0	20.86	53.71	
N°200	0.07	76.80	178.8	36.57	38.00	
< N°200		185.8	185.8	38.00		
<b>TOTAL</b>			<b>7047.0</b>			

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
25		226.29	195.20	28.38	18.64	
27		226.41	195.94	28.02	18.15	<b>18.39</b>
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
N-P						
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						

PESO ANTES DEL LAVADO=	364.60 gr	ÁRIDO	%
PESO DESPUES DEL LAVADO=	178.80 gr	GRAVA	25 %
		ARENA	37 %
		FINOS	38 %

<b>CLASIFICACION:</b>	
<b>SUCS</b>	
<b>AASTHO</b>	<b>A-4</b>
HUMEDAD NATURAL:	<b>18.39 %</b>
LIMITE LIQUIDO:	<b>NP %</b>
LIMITE PLASTICO:	<b>NP</b>
INDICE PLASTICO:	<b>NP</b>
INDICE DE GRUPO:	

Anexo 3.1.4 (b) Granulometría calicata 1 (Suelo natural) de la vía Paralela a la Pista de Aterrizaje- Patuca





<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>						
<b>PROYECTO:</b>	VIA PALALELA A LA PISTA DE ATERRIZAJE			<b>ENSAYADO POR:</b>		
<b>KILOMETRO:</b>	0+700			<b>MUESTRA :</b>	Nº 2	
<b>USO:</b>	ESTRATO 2			<b>PROFUNDIDAD</b>	15 cm	
				<b>FECHA DE TOMA:</b>	24/03/2016	
				<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	30/03/2016	
<b>ENSAYOS DE CLASIFICACION</b>						
<b>GRANULOMETRÍA (ASTM D422)</b>						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00	
1½"	38.1	800.0	800.0	3.67	96.33	
1"	25.4	3,001.0	3801.0	17.46	82.54	
¾"	19.1	2,400.0	6201.0	28.48	71.52	
½"	12.7	2,646.0	8847.0	40.63	59.37	
3/8"	9.52	1,467.0	10314.0	47.37	52.63	
Nº4	4.76	2,489.0	12803.0	58.80	41.20	
< Nº4		8,969.0	8969.0	41.20		
Nº10	2	101.6	101.6	6.98	34.22	
Nº40	0.425	216.0	317.6	21.81	19.39	
Nº200	0.07	158.0	475.6	32.65	8.54	
< Nº200		124.4	124.4	8.54		
<b>TOTAL</b>			<b>21772.0</b>			

<b>PESO ANTES DEL LAVADO=</b>	600.0 gr
<b>PESO DESPUES DEL LAVADO=</b>	475.60 gr

<b>ÁRIDO</b>	<b>%</b>
<b>GRAVA</b>	<b>59 %</b>
<b>ARENA</b>	<b>33 %</b>
<b>FINOS</b>	<b>9 %</b>

<b>HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)</b>						
Nº	Nº	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
34		245.82	230.58	28.86	7.56	
38		251.16	236.02	27.58	7.26	7.41

<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						

<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						

<b>CLASIFICACION:</b>	
<b>SUCS</b>	
<b>AASTHO</b>	<b>A-1-a</b>
<b>HUMEDAD NATURAL:</b>	<b>7.41 %</b>
<b>LIMITE LIQUIDO:</b>	<b>NP %</b>
<b>LIMITE PLASTICO:</b>	<b>NP</b>
<b>INDICE PLASTICO:</b>	<b>NP</b>
<b>INDICE DE GRUPO:</b>	

Anexo 3.1.4 (c) Granulometría calicata 2 (Estrato 2) de la vía Paralela a la Pista de Aterrizaje- Patuca



### UNIVERSIDAD DE CUENCA

### LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:	VIA PALALELA A LA PISTA DE ATERRIZAJE	ENSAYADO POR:	
KILOMETRO:	0+700	MUESTRA :	Nº 1
USO:	SUELO NATURAL	PROFUNDIDAD	20 cm
		FECHA DE TOMA:	24/03/2016
		FECHA DE ENSAYO:	31/03/2016

#### ENSAYOS DE CLASIFICACION

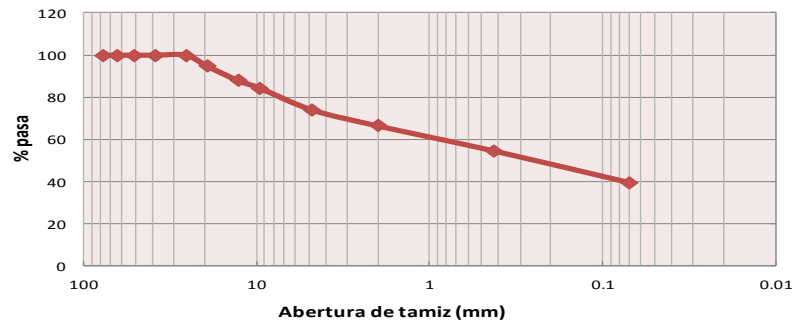
##### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"	76.2	-	0.0	0.00	100.00	
2 ½"	63.5	-	0.0	0.00	100.00	
2"	50.8	-	0.0	0.00	100.00	
1½"	38.1	-	0.0	0.00	100.00	
1"	25.4	-	0.0	0.00	100.00	
¾"	19.1	375.00	375.0	5.24	94.76	
1/2"	12.7	487.00	862.0	12.04	87.96	
3/8"	9.52	256.00	1118.0	15.62	84.38	
Nº4	4.76	736.00	1854.0	25.90	74.10	
< Nº4		5,305.00	5305.0	74.10		
Nº10	2	41.00	41.0	7.50	66.60	
Nº40	0.425	65.00	106.0	19.39	54.71	
Nº200	0.075	82.00	188.0	34.40	39.70	
< Nº200		217.00	217.0	39.70		
TOTAL			7159.0			

PESO ANTES DEL LAVADO= 405.00 gr  
 PESO DESPUES DEL LAVADO= 188.00 gr

ÁRIDO	%
GRAVA	26 %
ARENA	34 %
FINOS	40 %

##### CURVA GRANULOMETRICA



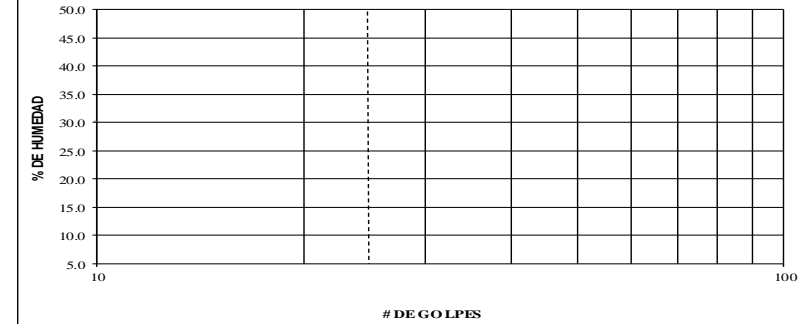
##### HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
32		211.82	182.27	26.79	19.00	
23		211.71	179.08	27.52	21.53	20.27

##### LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)


##### LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)


##### HUMEDAD vs # DE GOLPES.



CLASIFICACION:	
SUCS	
AASTHO	A-4
HUMEDAD NATURAL:	20.27 %
LIMITE LIQUIDO:	NP %
LIMITE PLASTICO:	NP
INDICE PLASTICO:	NP
INDICE DE GRUPO:	

Anexo 3.1.4 (d) Granulometría calicata 2 (Suelo natural) de la vía Paralela a la Pista de Aterrizaje- Patuca



	ANÁLISIS MECÁNICO	Fecha									
	STOCK	febrero 2016									
PROYECTO: VIAS DE LA PROVINCIA KILÓMETRO: STOCK DE TRITURADOS MUESTRA: 1 PROFUNDIDA: STOCK DE TRITURADOS USO: Base Clase 1 "A"	YACIMIENTO: Mina "Rio Upano" FECHA TOMA DE MUESTRA: 22-feb-16 FECHA DE ENSAYO: 22-feb-16 LABORATORISTA:										
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL: Mina aluvial río Upano											
TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO							
2"	0	0	100	100	100						
1 1/2"	1168	8	92	70	100						
1"	3996	28	72	55	85						
3/4"	5449	39	61	50	80						
3/8"	7476	53	47	35	60						
Nº 4	8503	61	39	25	50						
Pasa el Nº 4	5522	39									
Nº 10	54	5	34	20	40						
Nº 40	232	22	17	10	25						
Nº 200	389	37	3	2	12						
Pasa el Nº 200	27	3									
TOTAL	14025										
Peso total antes del lavado: 416.0 gr. Peso total después del lavado: 389.0 gr.											
OBSERVACIONES:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Límites de consistencia</td> </tr> <tr> <td style="width: 70%;">Límite Líquido (LL)</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; font-size: 2em; vertical-align: middle;">NP</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP)</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad (IP)</td> </tr> </table>				Límites de consistencia		Límite Líquido (LL)	NP	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
Límites de consistencia											
Límite Líquido (LL)	NP										
Límite Plástico (LP)											
Índice de Plasticidad (IP)											

Anexo 3.1.5 (a) Granulometría de la base



		% CARAS FRACTURADAS			Fecha	
		<b>STOCK DE TRITURADOS</b>			noviembre 2015	
PROYECTO:	VIAS DE LA PROVINCIA		YACIMIENTO:	Mina "Rio Upano"		
KILÓMETRO:	STOCK DE TRITURADOS		FECHA TOMA MUESTRA:	22-feb-16		
MUESTRA:	1		FECHA DE ENSAYO:	22-feb-16		
PROFUNDIDA:	STOCK DE TRITURADOS		LABORATORISTA:			
USO:	Base Clase 1 "A"					
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL: Mina aluvial río Upano						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO MUESTRA	PESO PARTE FRACTURADA	(B/A)*100	RETENIDO MUESTRA ORIGINAL (A/PT)*100	CxD
		gr.	gr.	%	%	%
2	1 1/2	1168.0	639.0	54.71	8.33	455.73
1 1/2	1	2828.0	2841.0	100.46	20.16	2025.27
1	3/4	1453.0	1283.0	88.30	10.36	914.79
3/4	3/8	2027.0	1999.0	98.62	14.45	1425.06
<b>TOTAL</b>		7476.0			53.30	4820.85
PESO TOTAL DE MUESTRA ORIGINAL=			14025.0 gr.			
PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS = (TOTAL E) / (TOTAL D) =					90.45 %	


## Anexo 3.1.5 (b) Caras Fracturadas



	ANÁLISIS MECÁNICO	Fecha									
	0+300	marzo 2016									
PROYECTO: VIA MUTINSA KILÓMETRO: 0+300 MUESTRA: 1 PROFUNDIDA: ROLLO DE VIA USO: Base Clase 1 "A"		YACIMIENTO: Mina "Rio Upano" FECHA TOMA DE MUESTRA: 15-feb-16 FECHA DE ENSAYO: 18-mar-16 LABORATORISTA:									
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL: Mina aluvial río Upano											
TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO							
2"	0	0	100	100	100						
1 1/2"	1164	6	94	70	100						
1"	5312	28	72	55	85						
3/4"	7927	42	58	50	80						
3/8"	11378	60	40	35	60						
Nº 4	13052	69	31	25	50						
Pasa el Nº 4	5873	31									
Nº 10	83	5	26	20	40						
Nº 40	315	19	12	10	25						
Nº 200	469	29	2	2	12						
Pasa el Nº 200	41	2									
TOTAL	18925										
Peso total antes del lavado: 510.0 gr. Peso total después del lavado: 469.0 gr.											
OBSERVACIONES:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Límites de consistencia</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Límite Líquido (LL)</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; font-size: 2em; vertical-align: middle;">NP</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Límite Plástico (LP)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Índice de Plasticidad (IP)</td> </tr> </table>				Límites de consistencia		Límite Líquido (LL)	NP	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
Límites de consistencia											
Límite Líquido (LL)	NP										
Límite Plástico (LP)											
Índice de Plasticidad (IP)											


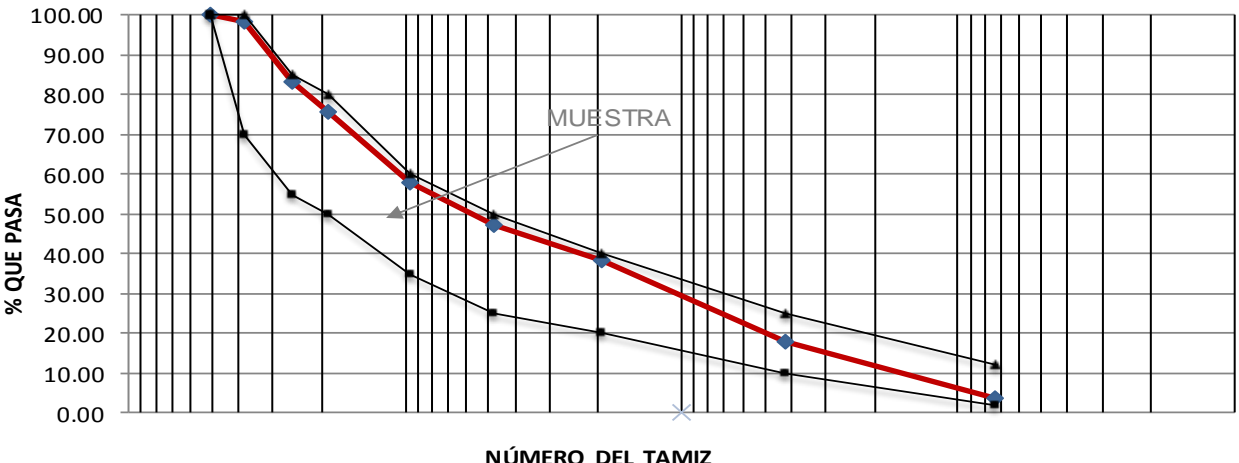
Anexo 3.1.5 (c) Granulometría de la base



		% CARAS FRACTURADAS			Fecha	
		<b>0+300</b>			marzo 2016	
PROYECTO:	VIA MUTINSA	YACIMIENTO:	Mina "Rio Upano"			
KILÓMETRO:	0+300	FECHA TOMA MUESTRA:	15-feb-16			
MUESTRA:	1	FECHA DE ENSAYO:	18-mar-16			
PROFUNDIDA:	ROLLO DE VIA	LABORATORISTA:				
USO:	Base Clase 1 "A"					
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL: Mina aluvial río Upano						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO MUESTRA	PESO PARTE FRACTURADA	(B/A)*100	RETENIDO MUESTRA ORIGINAL (A/PT)*100	CxD
		gr.	gr.	%	%	%
2	1 1/2	1164.0	639.0	54.90	6.15	337.62
1 1/2	1	4148.0	2841.0	68.49	21.92	1501.30
1	3/4	2615.0	1283.0	49.06	13.82	678.01
3/4	3/8	3451.0	1999.0	57.93	18.24	1056.64
TOTAL		11378.0			60.13	3573.57
PESO TOTAL DE MUESTRA ORIGINAL=		18925.0 gr.				
PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS = (TOTAL E) / (TOTAL D) =		59.43 %				


## Anexo 3.1.5 (d) Caras Fracturadas



		ANÁLISIS MECÁNICO		Fecha							
						marzo 2016					
PROYECTO:	VIA BELLAVISTA	YACIMIENTO:	Mina "Rio Upano"								
KILÓMETRO:	0+500	FECHA TOMA DE MUESTRA:	24-feb-16								
MUESTRA:	1	FECHA DE ENSAYO:	01-mar-16								
PROFUNDIDA:	ROLLO DE VIA	LABORATORISTA:									
USO:	Base Clase 1 "A"										
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL: Mina aluvial río Upano											
TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO							
2"	0	0	100	100	100						
1 1/2"	233	2	98	70	100						
1"	2143	17	83	55	85						
3/4"	3091	24	76	50	80						
3/8"	5354	42	58	35	60						
Nº 4	6666	53	47	25	50						
Pasa el Nº 4	5987	47									
Nº 10	97	9	38	20	40						
Nº 40	315	29	18	10	25						
Nº 200	469	44	4	2	12						
Pasa el Nº 200	41	4									
TOTAL	12653										
Peso total antes del lavado:		510.0 gr.									
Peso total después del lavado:		469.0 gr.									
											
OBSERVACIONES:		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Límites de consistencia</th> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em; text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP)</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad (IP)</td> </tr> </table>				Límites de consistencia		Límite Líquido (LL)	NP	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
Límites de consistencia											
Límite Líquido (LL)	NP										
Límite Plástico (LP)											
Índice de Plasticidad (IP)											

Anexo 3.1.5 (e) Granulometría de la base



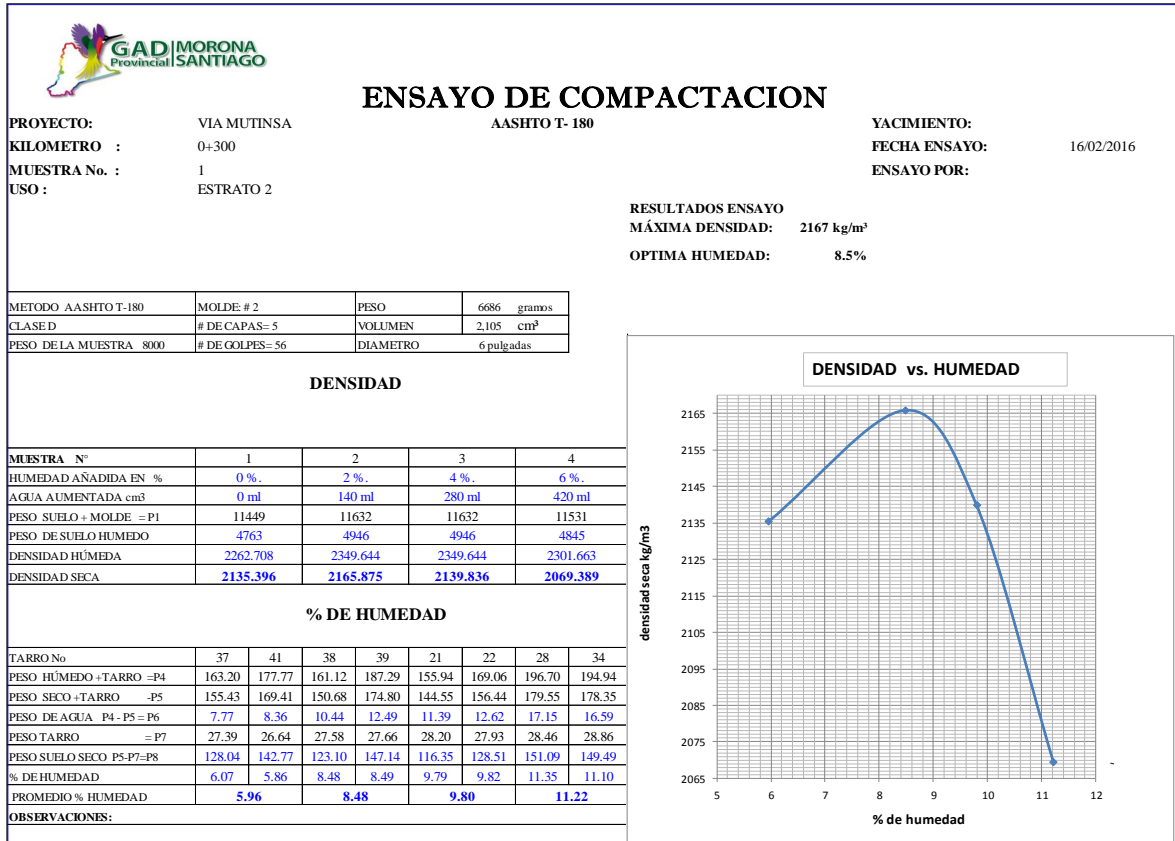
		% CARAS FRACTURADAS			Fecha	
		<b>0+500</b>			marzo 2016	
PROYECTO:	VIA BELLAVISTA	YACIMIENTO:	Mina "Rio Upano"			
KILÓMETRO:	0+500	FECHA TOMA MUESTRA:	24-feb-16			
MUESTRA:	1	FECHA DE ENSAYO:	01-mar-16			
PROFUNDIDA:	ROLLO DE VIA	LABORATORISTA:				
USO:	Base Clase 1 "A"					
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL: Mina aluvial río Upano						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	PESO MUESTRA	PESO PARTE FRACTURADA	(B/A)*100	RETENIDO MUESTRA ORIGINAL (A/PT)*100	CxD
		gr.	gr.	%	%	%
2	1 1/2	233.0	639.0	274.25	1.84	504.62
1 1/2	1	1910.0	2841.0	148.74	15.10	2245.97
1	3/4	948.0	1283.0	135.34	7.49	1013.70
3/4	3/8	2263.0	1999.0	88.33	17.89	1580.22
TOTAL		5354.0			42.32	5344.51
PESO TOTAL DE MUESTRA ORIGINAL=		12653.0 gr.				
PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS = (TOTAL E) / (TOTAL D) =		126.29 %				

## Anexo 3.1.5 (f) Caras Fracturadas

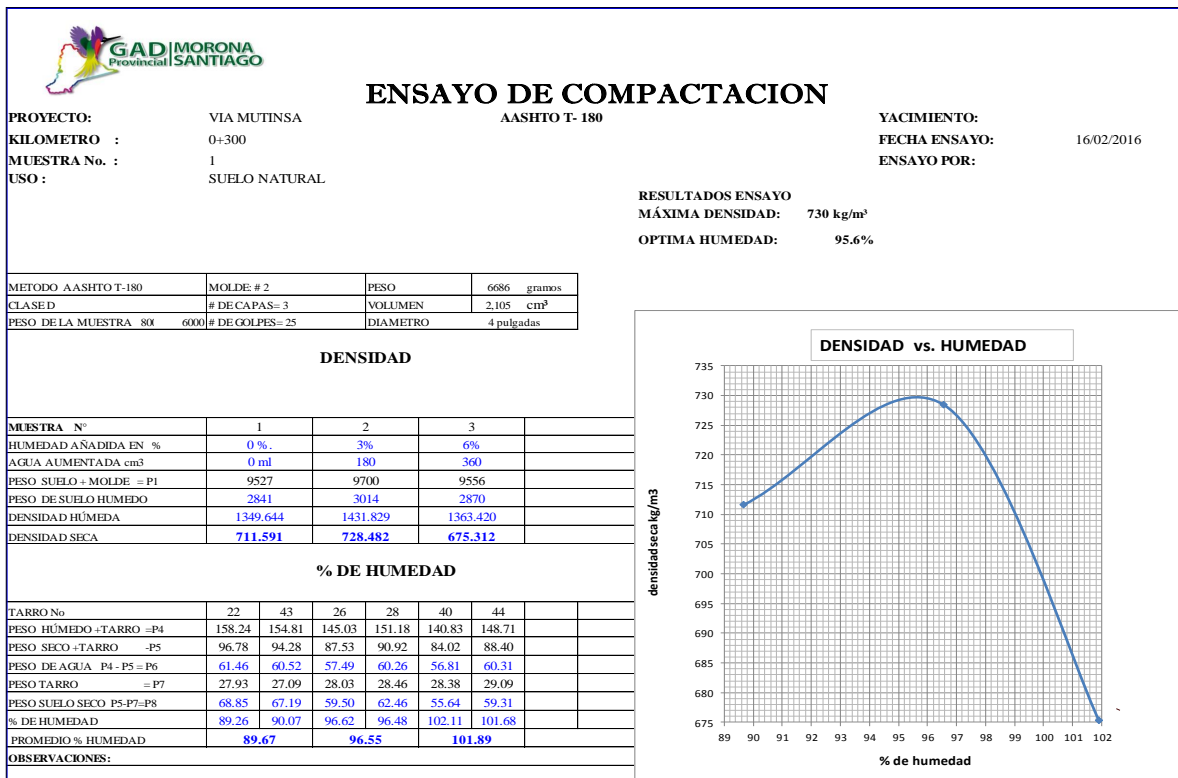




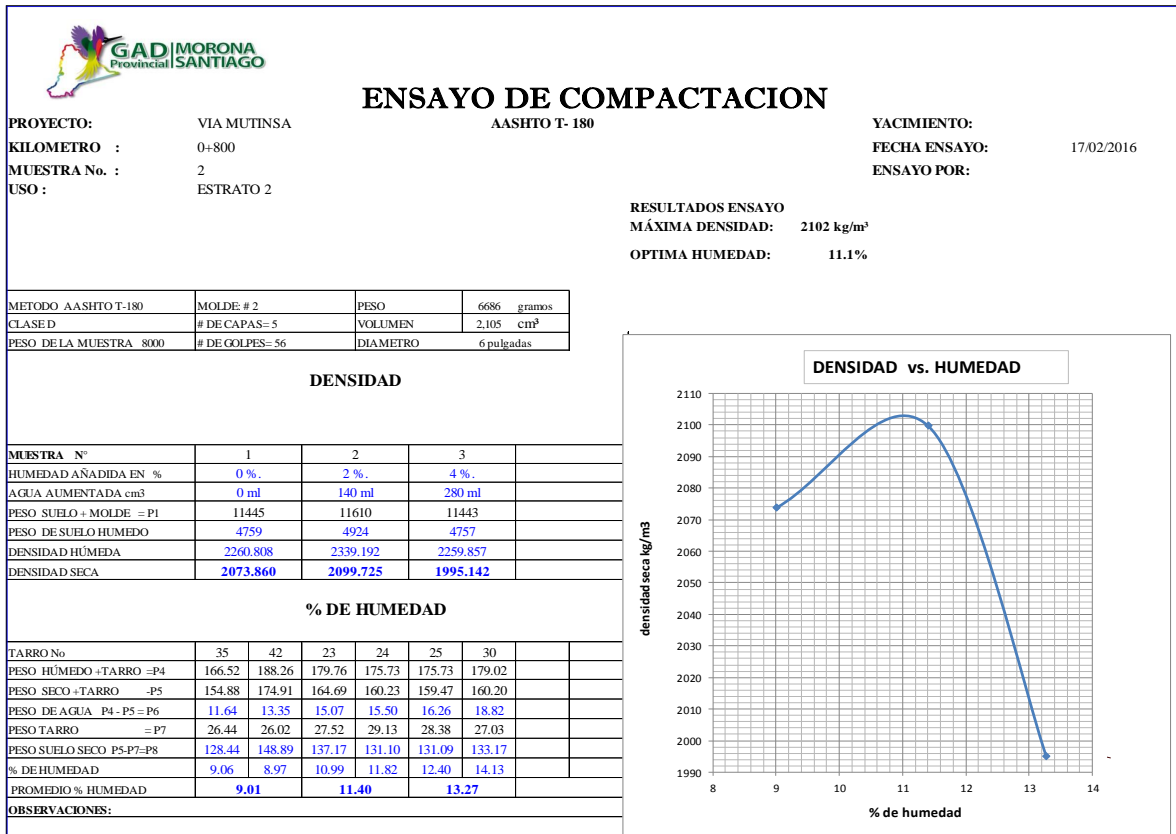
Anexo 3.2 Ensayos Proctor



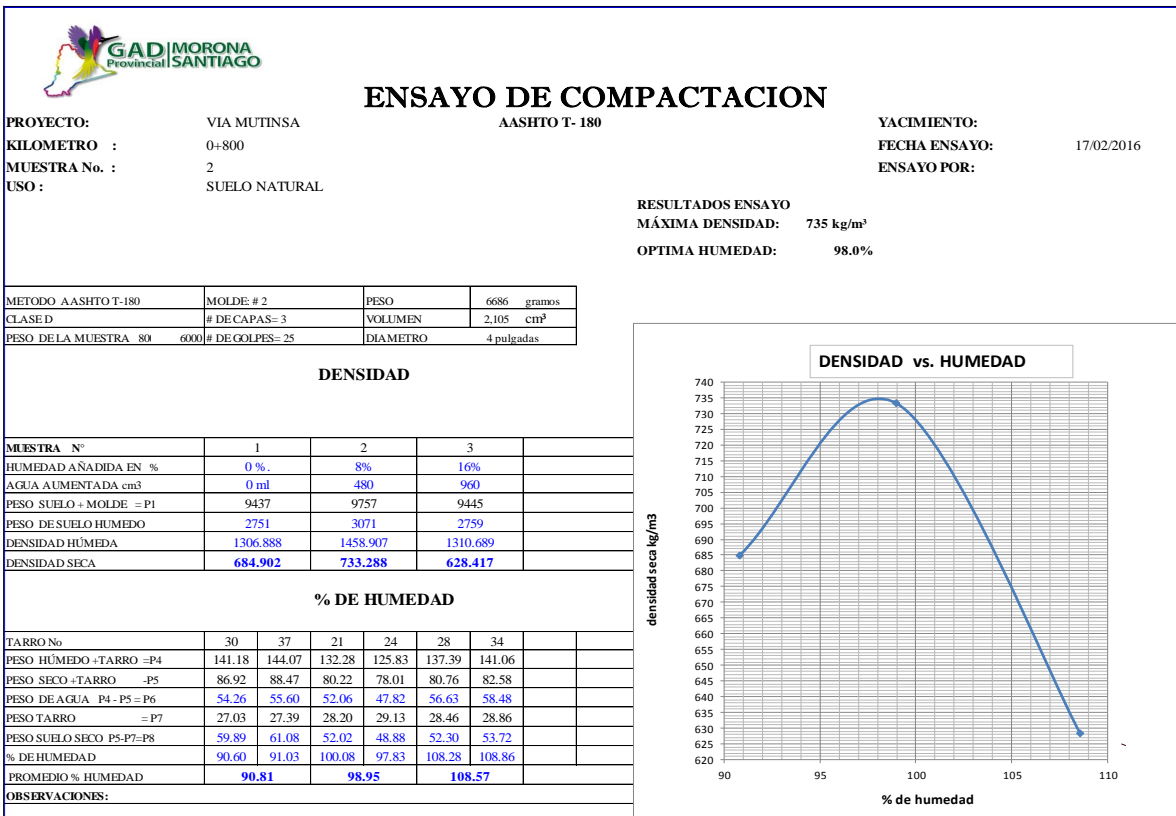
Anexo 3.2.1 (a) Ensayo Proctor calicata 1 (Estrato 2) vía Troncal Amazónica- Mutinsa



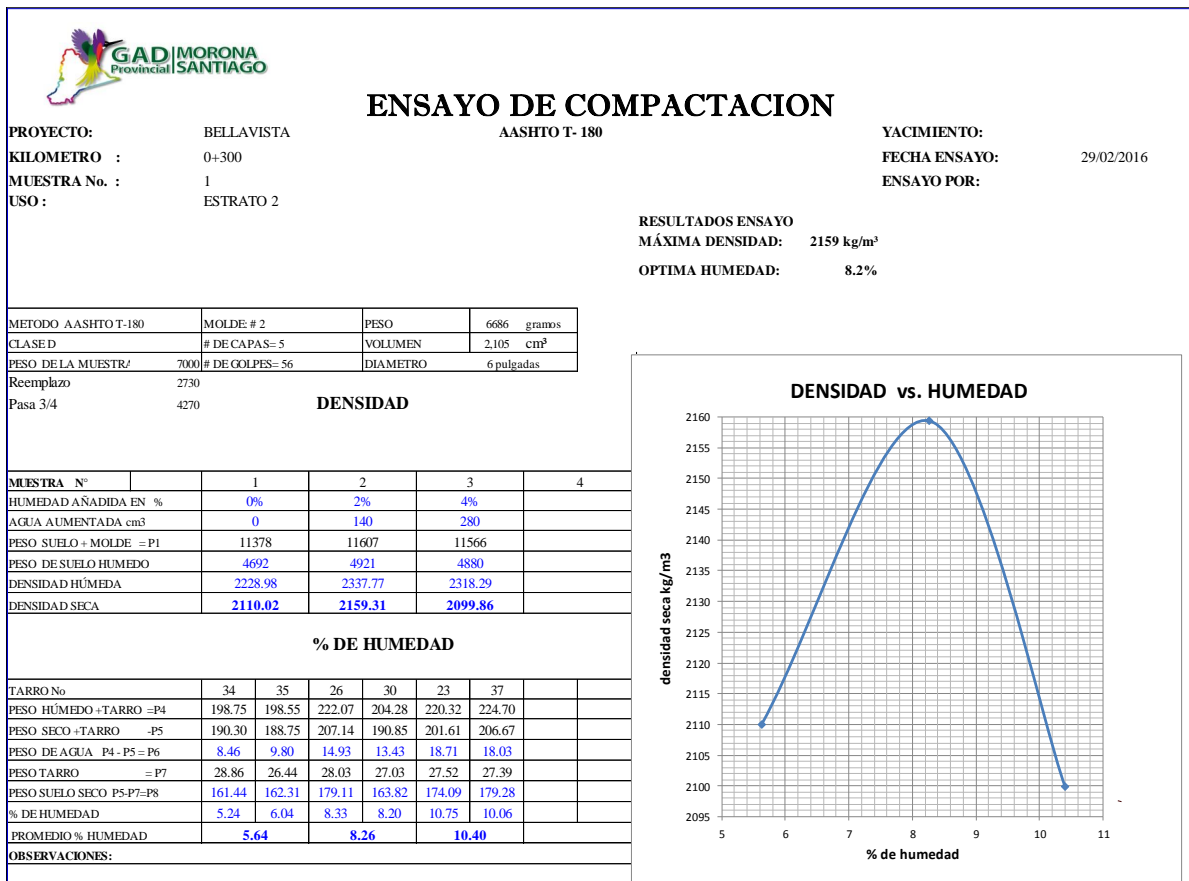
Anexo 3.2.1 (b) Ensayo Proctor calicata 1 (Suelo Natural) vía Troncal Amazónica- Mutinsa



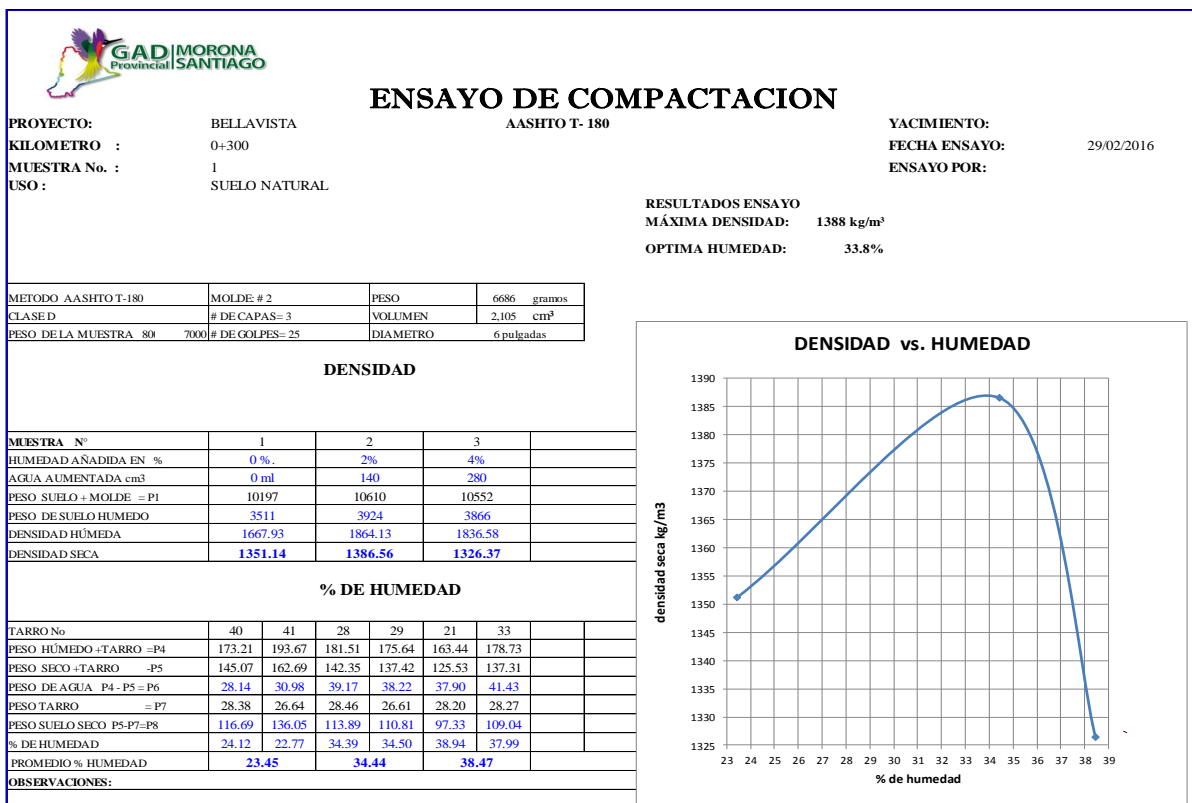
Anexo 3.2.1 (c) Ensayo Proctor calicata 2 (Estrato 2) vía Troncal Amazónica- Mutinsa



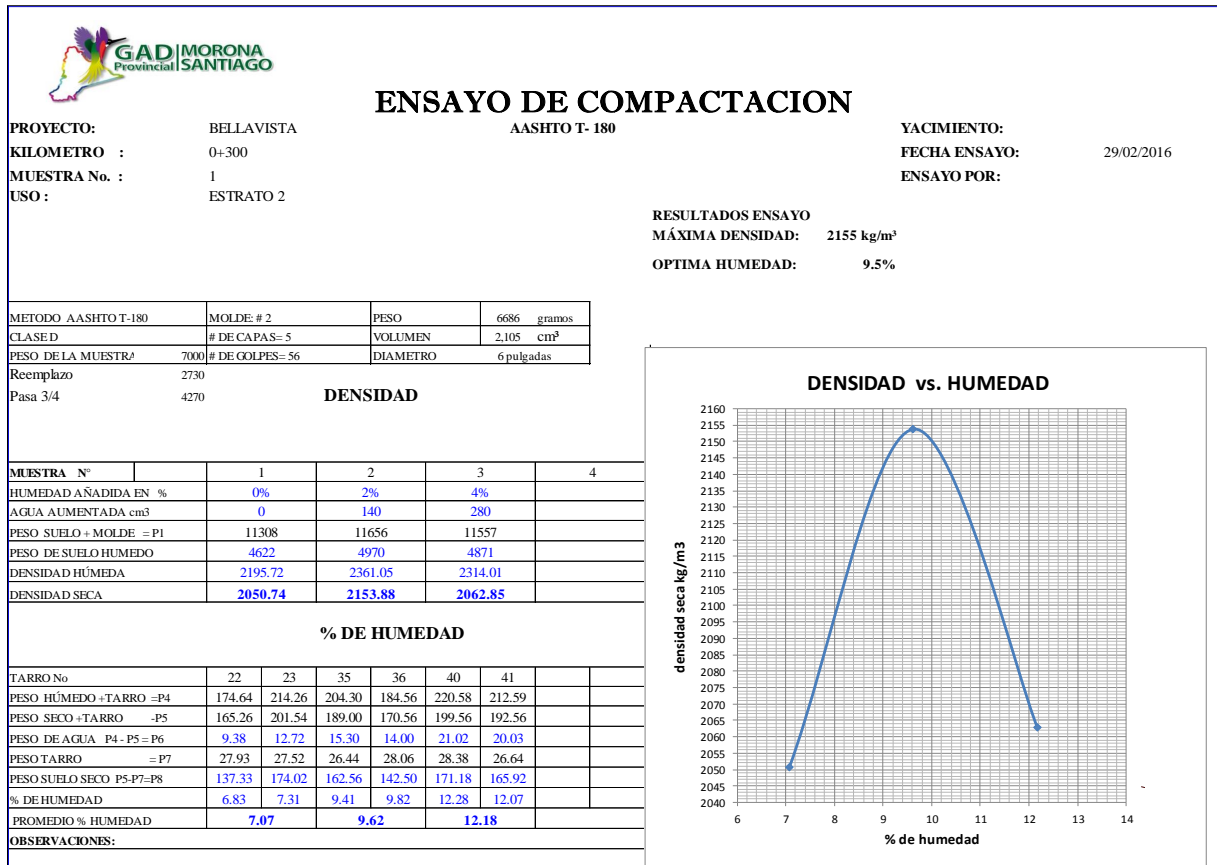
Anexo 3.2.1 (d) Ensayo Proctor calicata 2 (Suelo Natural) vía Troncal Amazónica- Mutinsa



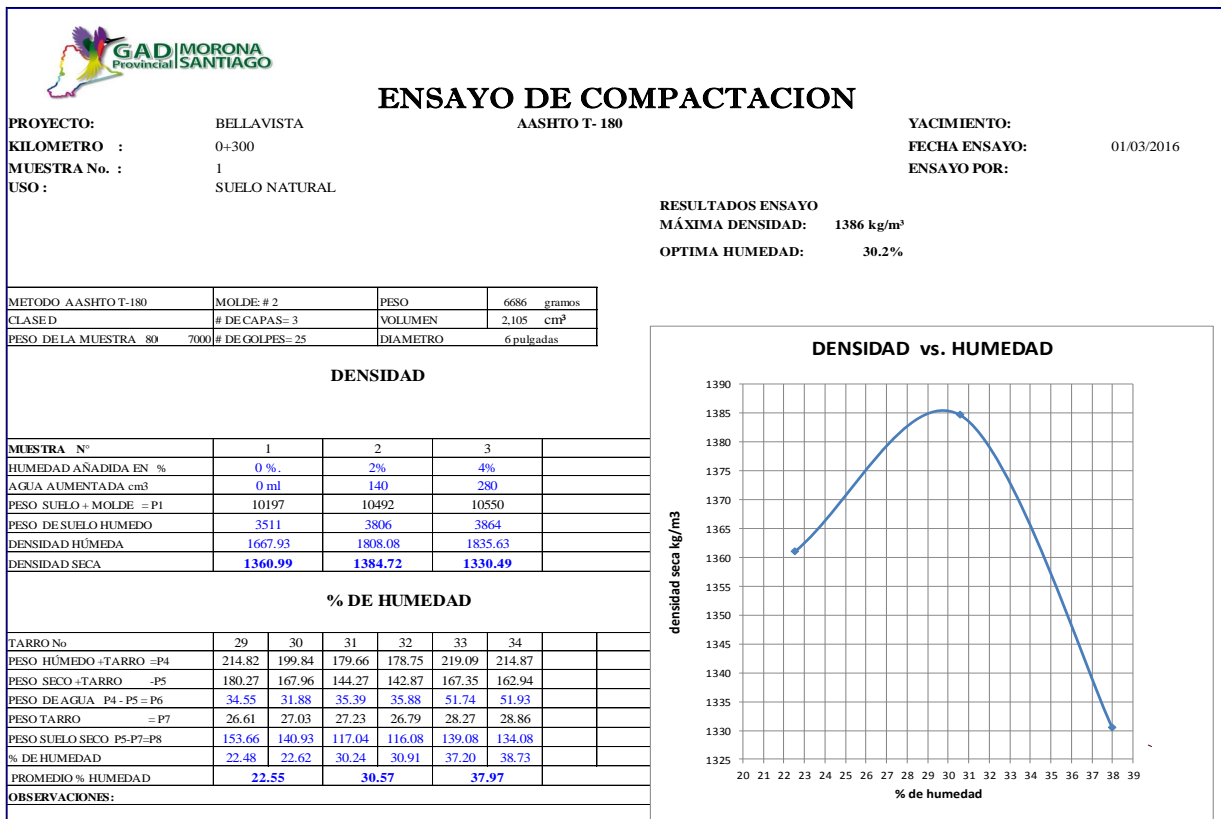
Anexo 3.2.2 (a) Ensayo Proctor calicata 1 (Estrato 2) vía Troncal Amazónica- Bellavista



Anexo 3.2.2 (b) Ensayo Proctor calicata 1 (Suelo Natural) vía Troncal Amazónica- Bellavista



Anexo 3.2.2 (c) Ensayo Proctor calicata 2 (Estrato 2) vía Troncal Amazónica- Bellavista



Anexo 3.2.2 (d) Ensayo Proctor calicata 2 (Suelo Natural) vía Troncal Amazónica- Bellavista



### ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: BELLAVISTA  
 KILOMETRO : 0+300  
 MUESTRA No. : 1  
 USO : ESTRATO 2

AASHTO T- 180

YACIMIENTO:  
 FECHA ENSAYO: 01/03/2016  
 ENSAYO POR:

RESULTADOS ENSAYO  
 MÁXIMA DENSIDAD: 2154 kg/m<sup>3</sup>  
 OPTIMA HUMEDAD: 8.2%

METODO AASHTO T-180	MOLDE: # 2	PESO	6686 gramos
CLASE D	# DE CAPAS= 5	VOLUMEN	2,105 cm <sup>3</sup>
PESO DE LA MUESTRA <sup>a</sup>	7000 # DE GOLPES= 56	DIAMETRO	6 pulgadas
Reemplazo	2730		
Pasa 3/4	4270		

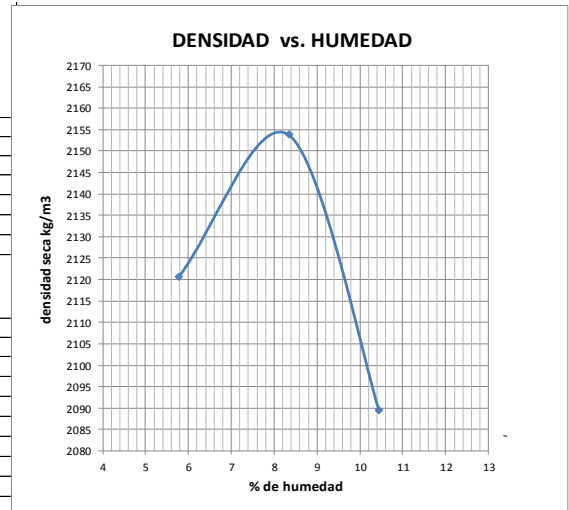
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
HUMEDAD AÑADIDA EN %	0%	2%	4%	
AGUA AUMENTADA cm <sup>3</sup>	0	140	280	
PESO SUELO + MOLDE = P1	11408	11598	11544	
PESO DE SUELO HUMEDO	4722	4912	4858	
DENSIDAD HÚMEDA	2243.23	2333.49	2307.84	
DENSIDAD SECA	2120.64	2153.84	2089.47	

#### % DE HUMEDAD

TARRO No	30	31	36	37	38	39
PESO HÚMEDO +TARRO =P4	184.56	220.00	218.45	210.94	198.65	194.83
PESO SECO +TARRO =P5	175.89	209.54	204.25	196.37	182.64	178.84
PESO DE AGUA P4 - P5 = P6	8.67	10.46	14.20	14.57	16.01	15.99
PESO TARRO = P7	27.03	27.23	28.06	27.39	27.58	27.66
PESO SUELO SECO P5-P7=P8	148.86	182.31	176.19	168.98	155.06	151.18
% DE HUMEDAD	5.82	5.74	8.06	8.62	10.33	10.58
PROMEDIO % HUMEDAD	5.78		8.34		10.45	

OBSERVACIONES:



Anexo 3.2.2 (e) Ensayo Proctor calcata 3 (Estrato 2) vía Troncal Amazónica- Bellavista



### ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: BELLAVISTA  
 KILOMETRO : 0+300  
 MUESTRA No. : 1  
 USO : SUELO NATURAL

AASHTO T- 180

YACIMIENTO:  
 FECHA ENSAYO: 01/03/2016  
 ENSAYO POR:

RESULTADOS ENSAYO  
 MÁXIMA DENSIDAD: 1377 kg/m<sup>3</sup>  
 OPTIMA HUMEDAD: 30.5%

METODO AASHTO T-180	MOLDE: # 2	PESO	6686 gramos
CLASE D	# DE CAPAS= 3	VOLUMEN	2,105 cm <sup>3</sup>
PESO DE LA MUESTRA 80	7000 # DE GOLPES= 25	DIAMETRO	6 pulgadas

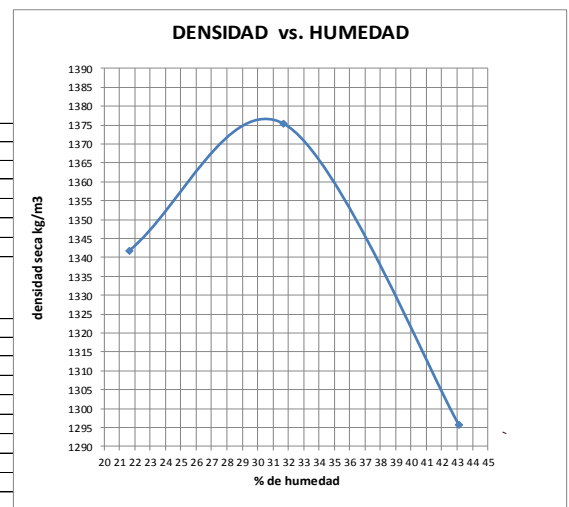
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3
HUMEDAD AÑADIDA EN %	0 %	2%	4%
AGUA AUMENTADA cm <sup>3</sup>	0 ml	140	280
PESO SUELO + MOLDE = P1	10122	10499	10590
PESO DE SUELO HUMEDO	3436	3813	3904
DENSIDAD HÚMEDA	1632.30	1811.40	1854.63
DENSIDAD SECA	1341.76	1375.34	1295.61

#### % DE HUMEDAD

TARRO No	22	24	26	28	30	32
PESO HÚMEDO +TARRO =P4	197.66	202.70	155.33	168.00	208.31	214.02
PESO SECO +TARRO =P5	167.19	172.07	124.52	134.59	153.28	157.99
PESO DE AGUA P4 - P5 = P6	30.47	30.63	30.81	33.41	55.03	56.03
PESO TARRO = P7	27.93	29.13	28.03	28.46	27.03	26.79
PESO SUELO SECO P5-P7=P8	139.26	142.94	96.49	106.13	126.25	131.20
% DE HUMEDAD	21.88	21.43	31.93	31.48	43.59	42.71
PROMEDIO % HUMEDAD	21.65		31.71		43.15	

OBSERVACIONES:



Anexo 3.2.2 (f) Ensayo Proctor calcata 3 (Suelo Natural) vía Troncal Amazónica- Bellavista



### ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: VIA MUTINSA  
 KILOMETRO : 0+300  
 MUESTRA No. : 1  
 USO : ESTRATO 2

AASHTO T- 180

YACIMIENTO:  
 FECHA ENSAYO: 28/03/2016  
 ENSAYO POR:

RESULTADOS ENSAYO  
 MÁXIMA DENSIDAD: 2169 kg/m<sup>3</sup>  
 OPTIMA HUMEDAD: 7.7%

METODO AASHTO T-180	MOLDE: # 2	PESO	6686 gramos
CLASE D	# DE CAPAS= 5	VOLUMEN	2,105 cm <sup>3</sup>
PESO DE LA MUESTRA/	7000 # DE GOLPES= 56	DIAMETRO	6 pulgadas

Reemplazo  
 Pasa 3/4

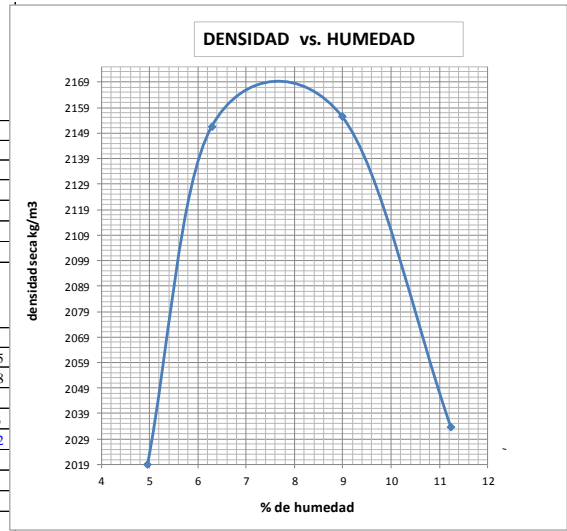
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
HUMEDAD AÑADIDA EN %	0%	2%	4%	104%
AGUA AUMENTADA cm <sup>3</sup>	0	140	280	7280
PESO SUELO + MOLDE = P1	11147	11500	11631	11448
PESO DE SUELO HUMEDO	4461	4814	4945	4762
DENSIDAD HUMEDA	2119.24	2286.94	2349.17	2262.23
DENSIDAD SECA	2019.09	2151.56	2155.57	2033.57

#### % DE HUMEDAD

TARRO No	23	41	32	37	22	38	25	39
PESO HUMEDO +TARRO =P4	226.98	208.91	197.44	203.82	217.76	233.26	178.09	188.15
PESO SECO +TARRO -P5	217.76	200.11	187.20	193.52	202.48	215.91	162.63	172.28
PESO DE AGUA P4 - P5 = P6	9.22	8.80	10.24	10.30	15.27	17.35	15.46	15.87
PESO TARRO = P7	27.52	26.64	26.79	27.39	27.93	27.58	28.38	27.66
PESO SUELO SECO P5-P7=P8	190.24	173.47	160.41	166.13	174.55	188.33	134.25	144.62
% DE HUMEDAD	4.85	5.08	6.38	6.20	8.75	9.21	11.52	10.97
PROMEDIO % HUMEDAD	4.96	6.29	8.98	11.24				

OBSERVACIONES:



Anexo 3.2.3 (a) Ensayo Proctor calicata 1 (Estrato 2) vía Acceso camal de Méndez



### ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: VIA CAMAL DE MENDEZ  
 KILOMETRO : 0+300  
 MUESTRA No. : 1  
 USO : SUELO NATURAL

AASHTO T- 180

YACIMIENTO:  
 FECHA ENSAYO: 28/03/2016  
 ENSAYO POR:

RESULTADOS ENSAYO  
 MÁXIMA DENSIDAD: 2202 kg/m<sup>3</sup>  
 OPTIMA HUMEDAD: 8.20%

METODO AASHTO T-180	MOLDE: # 2	PESO	6686 gramos
CLASE D	# DE CAPAS= 3	VOLUMEN	2,105 cm <sup>3</sup>
PESO DE LA MUESTRA 800	7000 # DE GOLPES= 25	DIAMETRO	6 pulgadas

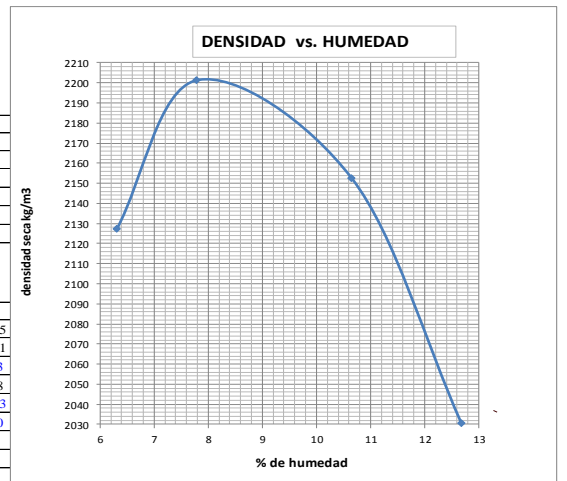
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
HUMEDAD AÑADIDA EN %	0 %	2%	4%	6%
AGUA AUMENTADA cm <sup>3</sup>	0 ml	140	280	420
PESO SUELO + MOLDE = P1	11446	11681	11700	11502
PESO DE SUELO HUMEDO	4760	4995	5014	4816
DENSIDAD HUMEDA	2261.28	2372.92	2381.95	2287.89
DENSIDAD SECA	2127.17	2201.50	2152.77	2030.49

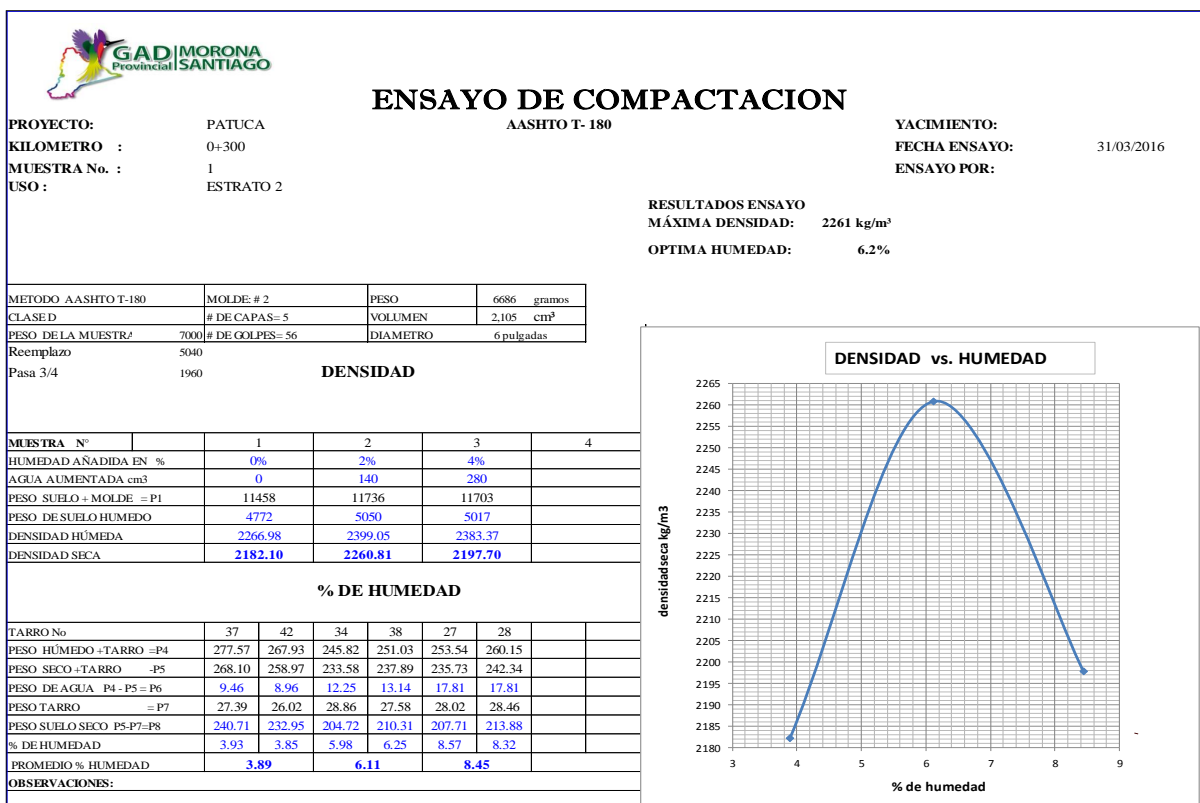
#### % DE HUMEDAD

TARRO No	32	26	41	42	25	37	27	40
PESO HUMEDO +TARRO =P4	237.64	244.11	280.19	269.51	227.26	229.26	216.08	206.55
PESO SECO +TARRO -P5	224.91	231.53	261.33	252.44	208.53	209.43	194.07	187.31
PESO DE AGUA P4 - P5 = P6	12.73	12.58	18.85	17.07	18.73	19.83	22.00	19.23
PESO TARRO = P7	26.79	28.03	26.64	26.02	28.38	27.39	28.02	28.38
PESO SUELO SECO P5-P7=P8	198.12	203.50	234.69	226.42	180.15	182.04	166.05	158.93
% DE HUMEDAD	6.43	6.18	8.03	7.54	10.40	10.89	13.25	12.10
PROMEDIO % HUMEDAD	6.30	7.79	10.65	12.68				

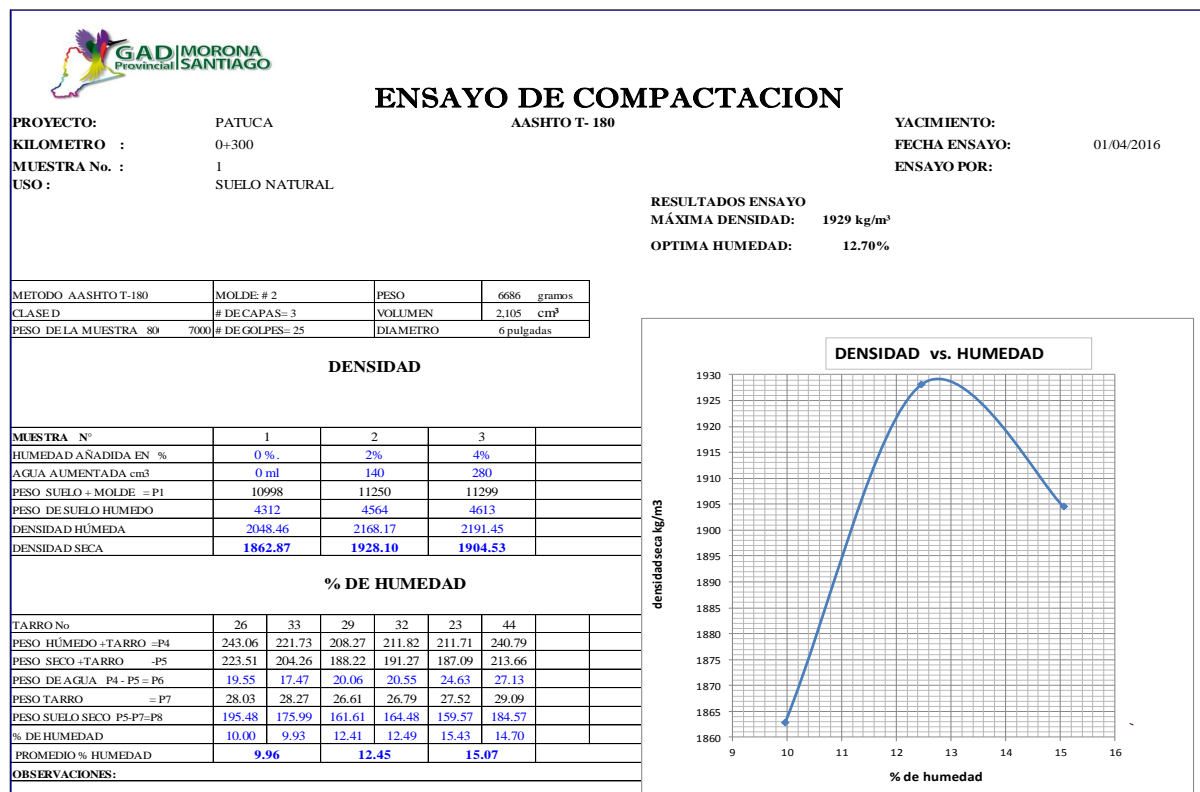
OBSERVACIONES:



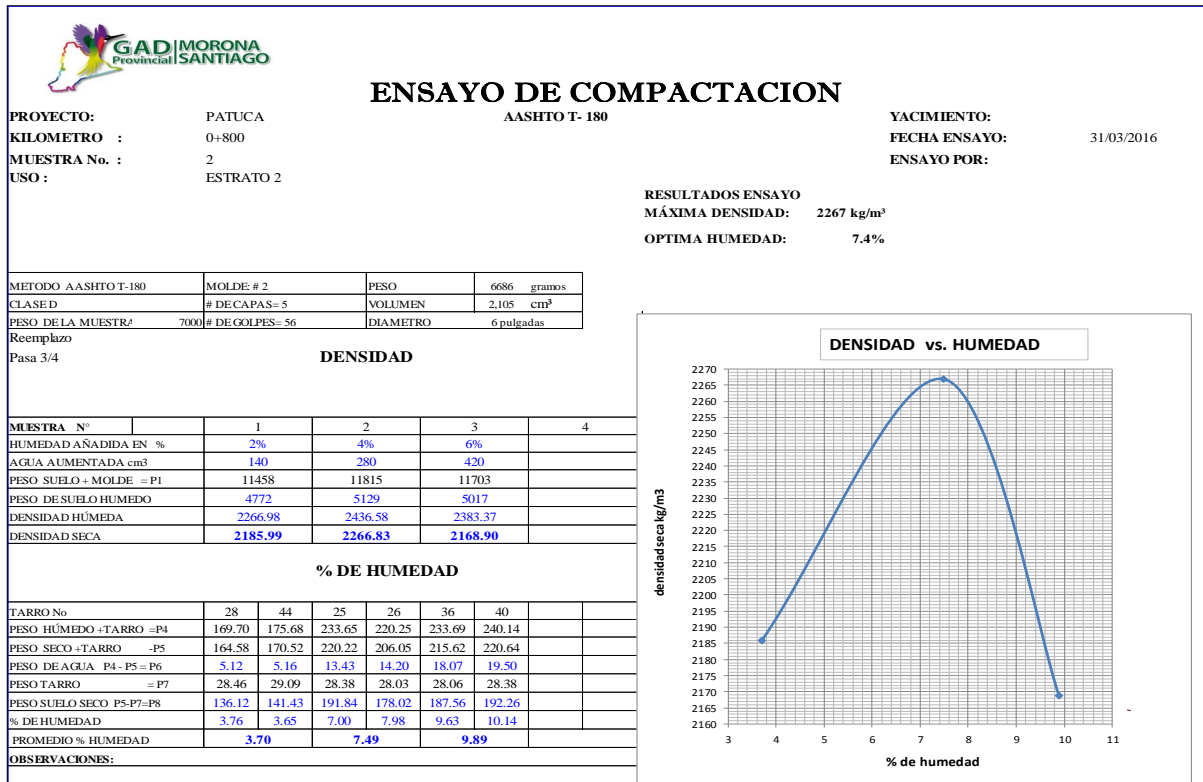
Anexo 3.2.3 (b) Ensayo Proctor calicata 1 (Suelo Natural) vía Acceso camal de Méndez



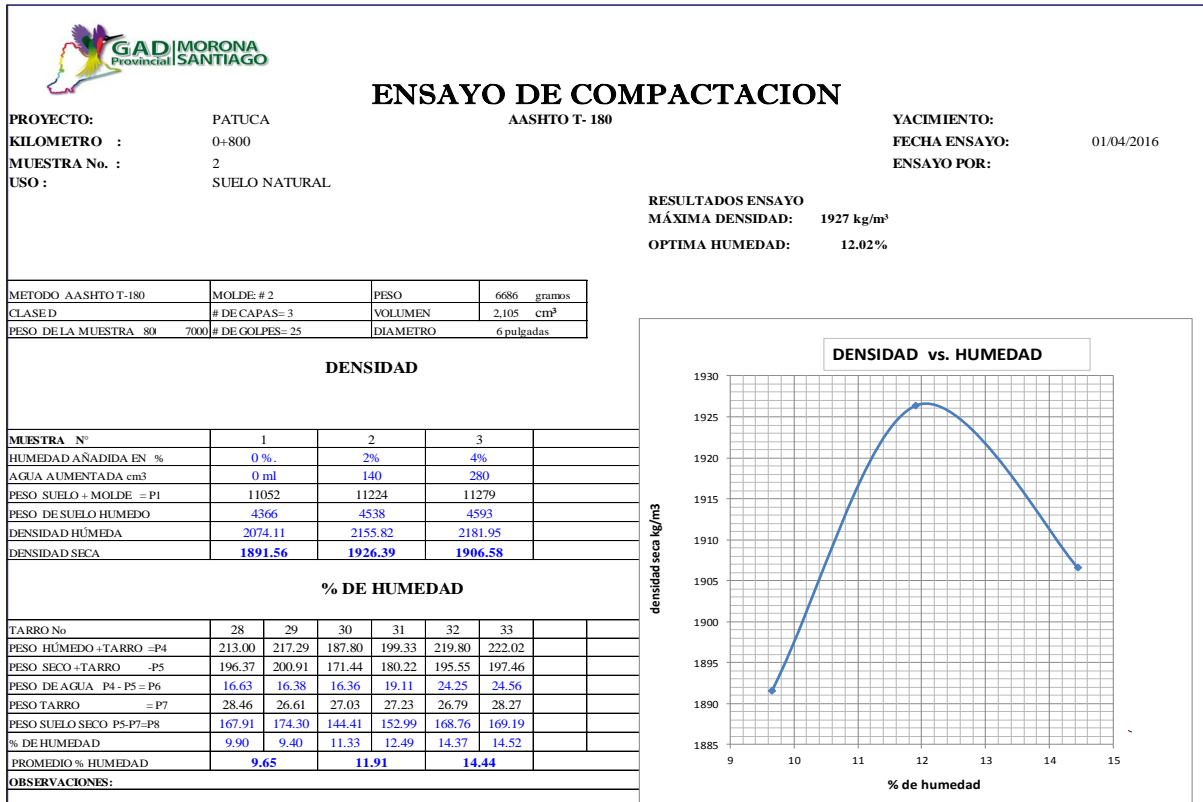
Anexo 3.2.4 (a) Ensayo Proctor calicata 1 (Estrato 2) vía paralela a la pista de aterrizaje- Patuca



Anexo 3.2.4 (b) Ensayo Proctor calicata 1 (Suelo Natural) vía paralela a la pista de aterrizaje- Patuca



Anexo 3.2.4 (c) Ensayo Proctor calicata 2 (Estrato 2) vía paralela a la pista de aterrizaje- Patuca



Anexo 3.2.4 (d) Ensayo Proctor calicata 2 (Suelo Natural) vía paralela a la pista de aterrizaje- Patuca





### ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: VIAS DE LA PROVINCIA DE M S AASHTO T- 180  
 KILOMETRO : STOCK DE TRITURADO  
 MUESTRA No. : 1  
 USO : BASE CLASE 1 "A"

YACIMIENTO: MINA RIO UPANO  
 FECHA ENSAYO: 02/03/2016  
 ENSAYO POR:

MÁXIMA DENSIDAD: 2.207 kg/m<sup>3</sup>  
 OPTIMA HUMEDAD: 6.6%

METODO AASTHOT 180	MOLDE: # 2	PESO	6686 gramos
CLASE D	# DE CAPAS=5	VOLUMEN	2,105 cm <sup>3</sup>
PESO DE LA MUESTRA 8000	# DE GOLPES=56	DIAMETRO	6 pulgadas

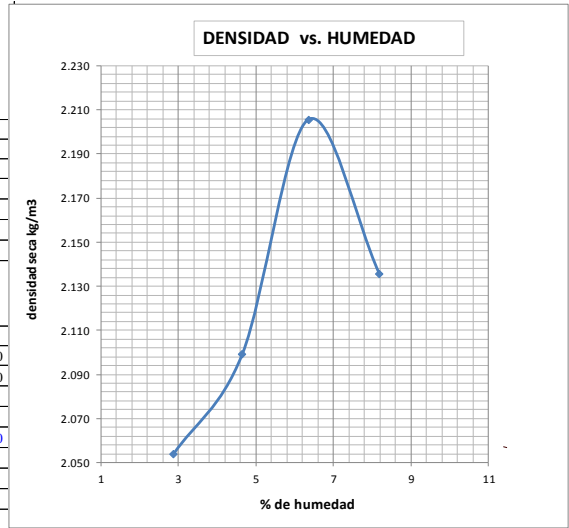
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
HUMEDAD AÑADIDA EN %	0 %	2 %	4 %	6 %
AGUA AUMENTADA cm <sup>3</sup>	0 ml	140 ml	280 ml	420 ml
PESO SUELO + MOLDE = P1	11134	11310	11624	11550
PESO DE SUELO HUMEDO	4448	4624	4938	4864
DENSIDAD HÚMEDA	2.113	2.197	2.346	2.311
DENSIDAD SECA	2.054	2.099	2.205	2.136

#### % DE HUMEDAD

TARRO No	30	33	10	11	14	15	19	20
PESO HÚMEDO +TARRO =P4	149.30	146.20	148.40	152.20	156.80	150.20	168.00	165.10
PESO SECO +TARRO =P5	145.80	143.00	143.20	146.50	148.80	143.20	157.50	154.60
PESO DE AGUA P4 - P5 = P6	3.50	3.20	5.20	5.70	8.00	7.00	10.50	10.50
PESO TARRO = P7	28.10	28.30	27.10	28.50	27.30	29.30	27.60	28.10
PESO SUELO SECO P5-P7=P8	117.70	114.70	116.10	118.00	121.50	113.90	129.90	126.50
% DE HUMEDAD	2.97	2.79	4.48	4.83	6.58	6.15	8.08	8.30
PROMEDIO % HUMEDAD	2.88	4.65	6.37	8.19				

OBSERVACIONES:



Anexo 3.2.5 (a) Ensayo Proctor de la Base



### ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: VIAS DE LA PROVINCIA DE M S AASHTO T- 180  
 KILOMETRO : STOCK DE TRITURADO  
 MUESTRA No. : 1  
 USO : BASE CLASE 1 "A"

YACIMIENTO: MINA RIO UPANO  
 FECHA ENSAYO: 02/03/2016  
 ENSAYO POR:

MÁXIMA DENSIDAD: 2.222 kg/m<sup>3</sup>  
 OPTIMA HUMEDAD: 6.9%

METODO AASTHOT 180	MOLDE: # 2	PESO	6686 gramos
CLASE D	# DE CAPAS=5	VOLUMEN	2,105 cm <sup>3</sup>
PESO DE LA MUESTRA 8000	# DE GOLPES=56	DIAMETRO	6 pulgadas

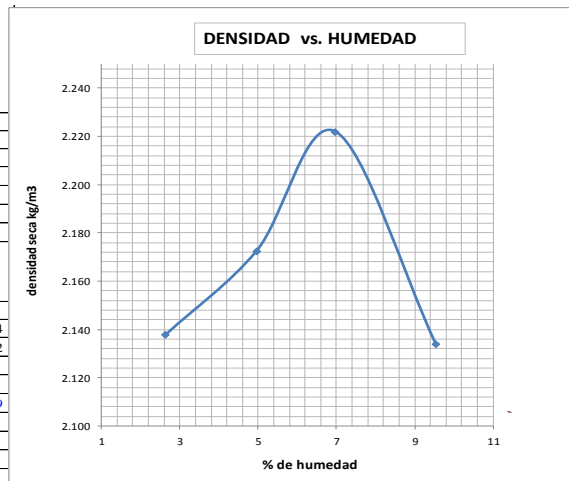
#### DENSIDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
HUMEDAD AÑADIDA EN %	0 %	2 %	4 %	6 %
AGUA AUMENTADA cm <sup>3</sup>	0 ml	140 ml	280 ml	420 ml
PESO SUELO + MOLDE = P1	11305	11486	11689	11606
PESO DE SUELO HUMEDO	4619	4800	5003	4920
DENSIDAD HÚMEDA	2.194	2.280	2.377	2.337
DENSIDAD SECA	2.138	2.172	2.222	2.134

#### % DE HUMEDAD

TARRO No	42	43	28	29	34	34	30	31
PESO HÚMEDO +TARRO =P4	131.51	128.62	158.44	145.50	153.72	146.44	139.90	149.04
PESO SECO +TARRO =P5	128.80	126.00	152.78	139.44	145.58	138.63	129.46	139.12
PESO DE AGUA P4 - P5 = P6	2.71	2.62	5.66	6.06	8.14	7.81	10.44	9.92
PESO TARRO = P7	26.02	27.09	28.46	26.61	28.86	26.44	27.03	27.23
PESO SUELO SECO P5-P7=P8	102.78	98.91	124.32	112.83	116.72	112.19	102.43	111.89
% DE HUMEDAD	2.64	2.65	4.55	5.37	6.97	6.96	10.19	8.87
PROMEDIO % HUMEDAD	2.64	4.96	6.97	9.53				

OBSERVACIONES:



Anexo 3.2.5 (b) Ensayo Proctor de la Base



### Anexo 3.3 Ensayos CBRs

UNIVERSIDAD DE CUENCA														
RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"														
ASTM D-4429-93														
PROYECTO:	VIA WICHIMI											Ø DEL MOLDE:	6.00	
UBICACIÓN:	0+300											ALTURA DEL MOLDE:	4.60	
OLICITADO POR:												AREA DEL MOLDE:	2	
CIÓN DEL MATERIAL:	ESTRATO 2											VOLUMEN DEL MOLDE:	130.06	
ERFORACION:	PROF:	m		A:	m		AREA DEL PISTON:	3.00	2123.0					
Fecha:	03/03/2016											TASA DE DEFORMACION:	1.27	
CARACTERISTICAS DEL ENSAYO														
Molde No	1			2			3							
No. Capas	5			5			5							
Golpes / Capa	55			25			12							
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo				
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	11186	11183	10975	11007	10922	10987								
PESO DEL MOLDE (gr)	6219	6219	6046	6046	6119	6119								
W. MUESTRA HUM. (gr)	4967	4964	4929	4961	4803	4868								
VOL. DE LA MUEST. (cm³)	2123.0	2123.00	2123.0	2123.0	2123.0	2123.0								
DENS. HUMEDA (kg/m³)	2339.61	2338.20	2321.71	2336.79	2262.36	2292.98								
DENS. SECA (kg/m³)	2154.36	2149.56	2136.74	2142.63	2082.52	2094.62								
CONTENIDO DE AGUA														
CAPSULA #:	33	34	31	38	32	37	23	30	28	29	21	22		
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	275.42	261.342	247.93	240.71	279.30	268.10	253.70	239.36	294.06	279.81	248.80	260.71		
CAP. + MUEST. SECA (gr)	255.80	242.99	230.39	223.27	259.28	248.83	235.24	221.40	272.95	259.67	229.97	240.31		
PESO DEL AGUA (gr)	19.627	18.355	17.542	17.449	20.02	19.271	18.454	17.958	21.108	20.132	18.829	20.405		
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.27	28.86	27.23	27.58	26.79	27.39	27.52	27.03	28.46	26.61	28.20	27.93		
PESO MUEST. SECA (gr)	227.53	214.13	203.16	195.69	232.49	221.44	207.72	194.37	244.49	233.06	201.77	212.38		
CONTENIDO DE HUM. (%)	8.63%	8.57%	8.63%	8.92%	8.61%	8.70%	8.88%	9.24%	8.63%	8.64%	9.33%	9.61%		
HUMEDAD PROM. (%)	8.60%		8.78%		8.66%		9.06%		8.64%		9.47%			
AGUA ABSORVIDA (%)	0.18%			0.40%			0.83%							

RESULTADOS				
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO				100% DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
Yd máx=	2167	kg/m³		
VALOR DEL C.B.R.				
C.B.R. =	21	%		
ESPONJAMIENTO				
ESPECIMEN 1	0.000	%	1 días	
ESPECIMEN 2	0.000	%	1 días	
ESPECIMEN 3	0.000	%	1 días	

DATOS DE ESPONJAMIENTO																
FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%
03/03/2016	0	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
04/03/2016	1	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
	2															
	3															
	4															
	5															
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACIÓN																			
Penetración		MOLDE # 1						MOLDE # 2						MOLDE # 3					
		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%
0	0.00	0.00		0.00				0.00		0.00				0.00		0.00			
25	0.64	25.60		92.07				14.30		54.00				14.10		53.32			
50	1.27	35.90		126.78				23.00		83.31				21.10		76.91			
75	1.91	47.00		164.18				31.20		110.94				26.20		94.09			
100	2.54	59.50		206.30	206.00	1000	21.00	41.60		145.98	145.98	1000	15.00	30.40		108.25	108.25	1000	11.00
150	3.81	82.40		283.46				64.90		224.49				42.00		147.33			
200	5.08	101.20		346.80	346.80	1500	23.00	89.40		307.04	307.04	1500	20.00	54.80		190.46	190.46	1500	13.00
250	6.35	119.80		409.48				113.60		388.59				71.60		247.07			
300	7.62	135.00		460.69				132.10		450.92				87.50		300.64			
400	10.16	178.00		605.58				171.50		583.68				120.00		410.15			
500	12.70	215.00		730.25				201.40		684.42				154.80		527.41			

Anexo 3.3.1 (a) Ensayo CBR calicata 1 (Estrato 2) vía Troncal amazónica- Mutinsa



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"

ASTM D-4429-93

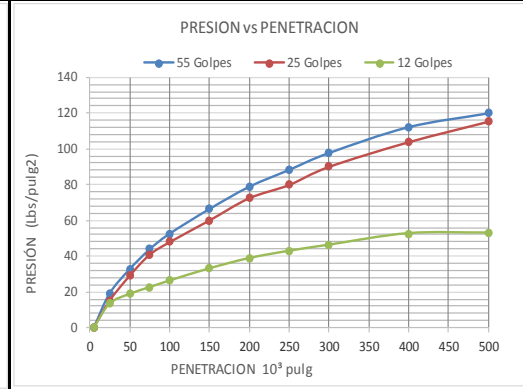
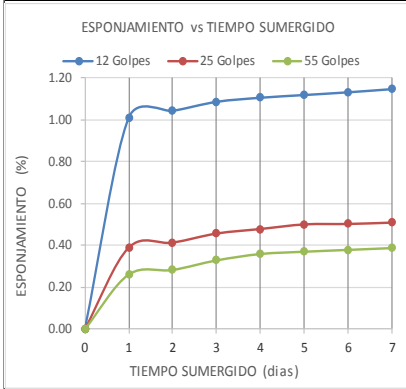
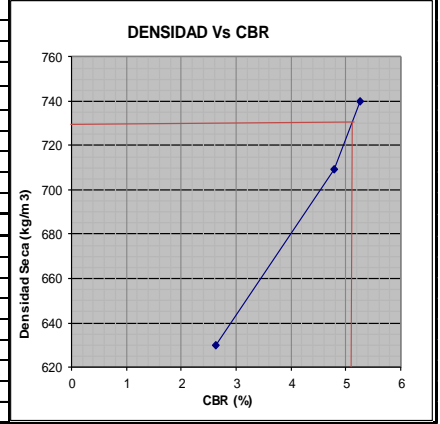
PROYECTO:	VIA WICHIMI			Ø DEL MOLDE:	pulg	6		
UBICACIÓN:	0+300			ALTURA DEL MOLDE	pulg	4.600		10.1084
CLASIFICADO POR:				AREA DEL MOLDE:	pulg <sup>2</sup>	2		17.4428
TIPO DE MATERIAL:	SUELO NATURAL			VOLUMEN DEL MOLDE	pulg <sup>3</sup>	130.06	2125	
PERFORACION:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	pulg <sup>2</sup>	3.00	
Fecha:	03/03/2015			TASA DE DEFORMACION:	mm/min	1.27		

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Molde No	A		B		C	
No. Capas	5		5		5	
Golpes / Capa	55		25		12	
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
W. MOL. + MUESTR. HUM (gr)	9380	9434	9248	9373	8912	9189
PESO DEL MOLDE (gr)	6308	6308	6303	6303	6292	6292
W. MUESTR HUM. (gr)	3072	3126	2945	3070	2620	2897
VOL. DE LA MUESTR. (cm <sup>3</sup> )	2125	2125	2125	2125	2125	2125
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	1445.65	1471.06	1385.88	1444.71	1232.94	1363.29
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	739.85	749.41	709.31	729.49	630.00	675.25

CONTENIDO DE AGUA

CAPSULA #:	21	30	34	36	31	39	24	35	23	38	39	43
CAP. + MUESTR. HUM. (gr)	191.414	180.56	155.02	150.34	177.86	178.42	166.60	172.18	195.69	193.48	173.92	162.80
CAP. + MUESTR. SECA (gr)	111.81	105.524	92.72	90.75	104.25	104.90	98.78	99.78	113.56	112.24	100.35	94.08
PESO DEL AGUA (gr)	79.6	75.036	62.292	59.587	73.61	73.523	67.821	72.398	82.13	81.236	73.565	68.721
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.20	27.03	28.86	28.06	27.23	27.66	29.13	26.44	27.52	27.58	27.66	27.09
PESO MUESTR. SECA (gr)	83.61	78.49	63.86	62.69	77.02	77.24	69.65	73.34	86.04	84.66	72.69	66.99
CONTENIDO DE HUM. (%)	95.20%	95.95%	97.54%	95.05%	95.57%	95.19%	97.37%	98.71%	95.46%	95.95%	101.20%	102.59%
HUMEDAD PROM. (%)	95.40%		96.30%		95.38%		98.04%		95.70%		101.89%	
AGUA ABSORVIDA (%)	0.90%				2.66%				6.19%			



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO		100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA	
Yd máx=	730	kg/m <sup>3</sup>	
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	5.1	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	0.387	%	7 días
ESPECIMEN 2	0.509	%	7 días
ESPECIMEN 3	1.148	%	7 días

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUESTR. pulg	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUESTR. pulg	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUESTR. pulg	ESPONJAMIENTO	
					Pulg.	%				Pulg.	%				Pulg.	%
03/03/2016	0	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
04/03/2016	1	16:00	12.00	4.612	0.0120	0.261	16:00	17.90	4.618	0.0179	0.389	16:00	46.50	4.647	0.0465	1.011
05/03/2016	2	16:00	13.00	4.613	0.0130	0.283	16:00	19.00	4.619	0.0190	0.413	16:00	48.00	4.648	0.0480	1.043
06/03/2016	3	16:00	15.10	4.615	0.0151	0.328	16:00	21.00	4.621	0.0210	0.457	16:00	50.00	4.650	0.0500	1.087
07/03/2016	4	16:00	16.50	4.617	0.0165	0.359	16:00	22.00	4.622	0.0220	0.478	16:00	50.90	4.651	0.0509	1.107
08/03/2016	5	16:00	17.00	4.617	0.0170	0.370	16:00	23.00	4.623	0.0230	0.500	16:00	51.50	4.652	0.0515	1.120
09/03/2016	6	16:00	17.40	4.617	0.0174	0.378	16:00	23.10	4.623	0.0231	0.502	16:00	52.10	4.652	0.0521	1.133
10/03/2016	7	16:00	17.80	4.618	0.0178	0.387	16:00	23.40	4.623	0.0234	0.509	16:00	52.80	4.653	0.0528	1.148

DATOS DE PENETRACION

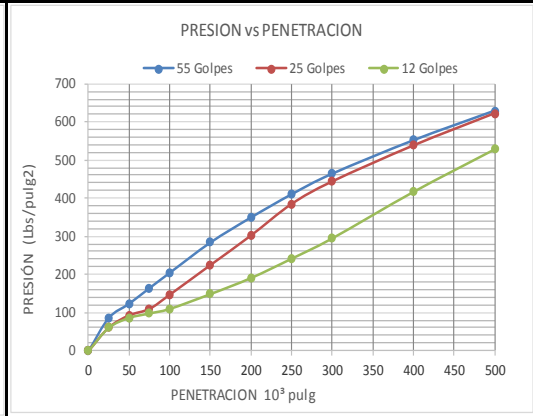
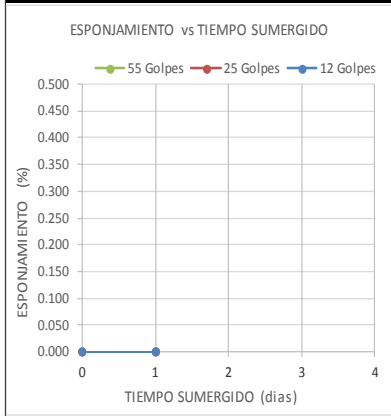
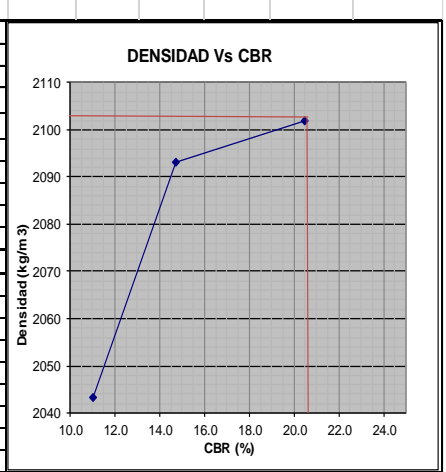
Penetración	0.001"	mm	MOLDE # 1				MOLDE # 2				MOLDE # 3				
			CARGA Dial	CARGA Lbs	PRESIÓN Lbs/pulg <sup>2</sup>	PRESIÓN CORREG. Lbs/pulg <sup>2</sup>	PRESIÓN ESTÁD. Lbs/pulg <sup>2</sup>	C.B.R. %	CARGA Dial	CARGA Lbs	PRESIÓN Lbs/pulg <sup>2</sup>	PRESIÓN CORREG. Lbs/pulg <sup>2</sup>	PRESIÓN ESTÁD. Lbs/pulg <sup>2</sup>	C.B.R. %	
5	0.13	0.40	0.00				0.20	0.00					1.00	0.00	
25	0.64	4.00	19.29				2.80	15.25					2.30	13.56	
50	1.27	8.00	32.77				6.90	29.06					3.90	18.96	
75	1.91	11.30	43.89				10.40	40.86					5.00	22.66	
100	2.54	13.90	52.65	52.65	1000	5.26	12.50	47.93	47.93	1000	4.79	6.10	26.37	1000	2.64
150	3.81	18.00	66.46				16.10	60.06					8.10	33.11	
200	5.08	21.70	78.93	78.93	1500	5.26	19.80	72.53	72.53	1500	4.84	9.80	38.84	1500	2.59
250	6.35	24.50	88.37				22.00	79.94					11.00	42.88	
300	7.62	27.30	97.80				25.00	90.05					12.00	46.25	
400	10.16	31.60	112.29				29.10	103.87					13.90	52.65	
500	12.70	33.90	120.04				32.50	115.32					14.00	52.99	

Anexo 3.3.1 (b) Ensayo CBR calicata 1 (Suelo Natural) vía Troncal amazónica- Mutinsa



UNIVERSIDAD DE CUENCA										
RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"										
ASTM D-4429-93										
PROYECTO:	VIA WICHIMI				Ø DEL MOLDE:	6.00				
UBICACIÓN:	0+800				ALTURA DEL MOLDE:	4.60	10.1084			
CLASIFICADO POR:					AREA DEL MOLDE:	2	17.4428			
TIPO DEL MATERIAL:	ESTRATO 2				VOLUMEN DEL MOLDE:	130.06	2123.0			
PERFORACION:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	3.00				
Fecha:	07/03/2016				TASA DE DEFORMACION:	1.27				

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO						
Molde No	1		2		3	
No. Capas	5		5		5	
Golpes / Capa	55		25		12	
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	11163	11183	10975	11010	10924	10990
PESO DEL MOLDE (gr)	6219	6219	6046	6046	6119	6119
W. MUEST. HUM. (gr)	4944	4964	4929	4964	4805	4871
VOL. DE LA MUEST. (cm³)	2123.0	2123.00	2123.0	2123.0	2123.0	2123.0
DENS. HUMEDA (kg/m³)	2328.78	2338.20	2321.71	2338.20	2263.31	2294.39
DENS. SECA (kg/m³)	2102.02	2107.43	2093.27	2100.95	2043.27	2056.46



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO			
Yd máx=	2102	kg/m³	100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	20.5	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	0.000	%	1 días
ESPECIMEN 2	0.000	%	1 días
ESPECIMEN 3	0.000	%	1 días

DATOS DE ESPONJAMIENTO																
FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
					Pulg.	%				Pulg.	%				Pulg.	%
07/03/2016	0	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
08/03/2016	1	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
	2															
	3															
	4															
	5															
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACIÓN																			
Penetración		MOLDE # 1						MOLDE # 2						MOLDE # 3					
		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R.	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R.	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R.
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%
0	0.00	0.00		0.00			0.00		0.00				0.00		0.00				
25	0.64	24.00		86.68			16.50		61.41				16.30		60.74				
50	1.27	35.00		123.75			26.00		93.42				24.00		86.68				
75	1.91	47.10		164.52			31.00		110.27				27.50		98.47				
100	2.54	59.00		204.61	204.61	1000	20.46		147.33	147.33	1000	14.73	31.00		110.27	110.27	1000	11.03	
150	3.81	82.50		283.80			65.00		224.83				42.50		149.02				
200	5.08	102.00		349.50	349.50	1500	23.30		302.33	302.33	1500	20.16	55.00		191.13	191.13	1500	12.74	
250	6.35	120.00		410.15			112.50		384.88				70.00		241.68				
300	7.62	136.00		464.06			130.00		443.84				85.80		294.91				
400	10.16	162.00		551.67			158.00		538.19				121.90		416.55				
500	12.70	185.00		629.17			183.00		622.43				155.00		528.08				

Anexo 3.3.1 (a) Ensayo CBR calicata 2 (Estrato 2) vía Troncal amazónica- Mutinsa

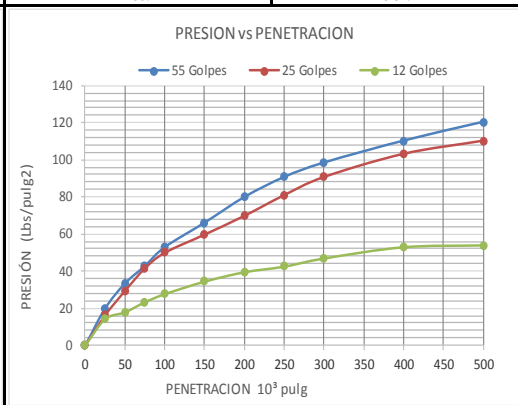
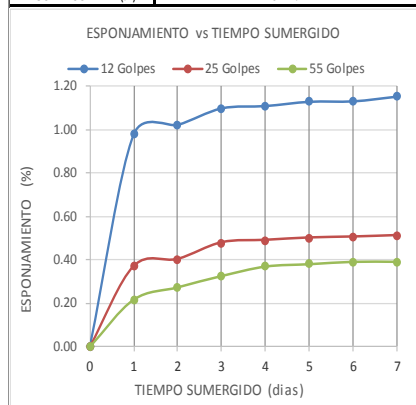
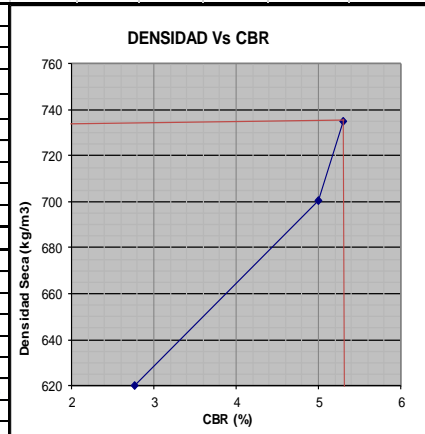


UNIVERSIDAD DE CUENCA

RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R."
PROYECTO: VIA WICHIMI
UBICACION: 0+800
ASTM D-4429-93
Ø DEL MOLDE: 6 pulg
ALTURA DEL MOLDE: 4.600 pulg
AREA DEL MOLDE: 2 pulg²
VOLUMEN DEL MOLDE: 130.06 pulg³
AREA DEL PISTON: 3.00 pulg²
TASA DE DEFORMACION: 1.27 mm/min

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO
Molde No: A, B, C
No. Capas: 5, 5, 5
Golpes/Capa: 55, 25, 12
W. MOL. + MUEST. HUM (gr): 9395, 9435, 9248, 9370, 8898, 9185
PESO DEL MOLDE (gr): 6308, 6308, 6303, 6303, 6292, 6292

CONTENIDO DE AGUA
CAPSULA #: 29, 37, 36, 44, 23, 35, 27, 34, 33, 40, 28, 41
CAP. + MUEST. HUM. (gr): 181.414, 180.56, 172.37, 169.34, 167.86, 171.45, 178.45, 180.25, 190.15, 189.68, 181.24, 179.45
CAP. + MUEST. SECA (gr): 104.85, 105.00, 100.85, 99.76, 98.47, 99.70, 103.15, 104.47, 110.10, 109.98, 103.35, 101.86



RESULTADOS
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO: 735 kg/m³
VALOR DEL C.B.R.: 5.3
ESPONJAMIENTO: ESPECIMEN 1 (0.391, 7 dias), ESPECIMEN 2 (0.511, 7 dias), ESPECIMEN 3 (1.152, 7 dias)

DATOS DE ESPONJAMIENTO
MOLDE #1: FECHA, DIAS EN AGUA, HORA, LECT. DIAL, ALT. MUEST., ESPONJAMIENTO
MOLDE #2: FECHA, DIAS EN AGUA, HORA, LECT. DIAL, ALT. MUEST., ESPONJAMIENTO
MOLDE #3: FECHA, DIAS EN AGUA, HORA, LECT. DIAL, ALT. MUEST., ESPONJAMIENTO

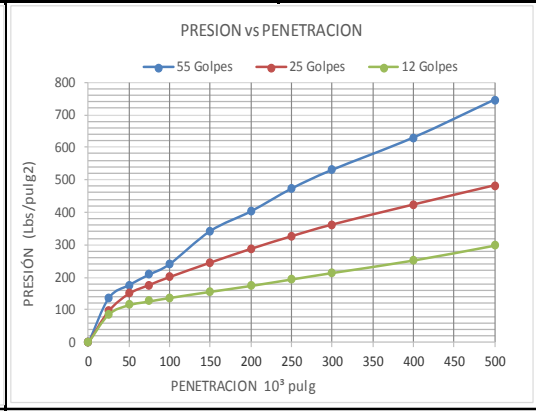
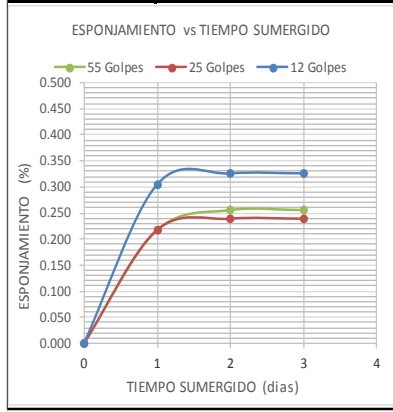
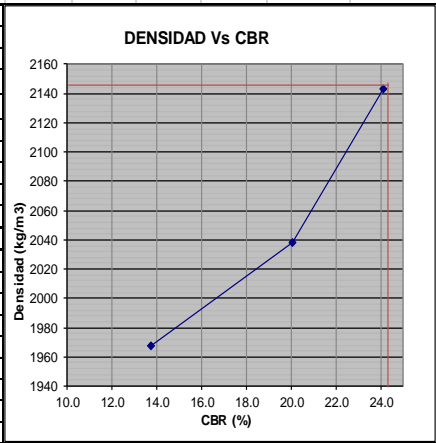
DATOS DE PENETRACION
MOLDE #1: Penetración, CARGA, PRESION, C.B.R.
MOLDE #2: Penetración, CARGA, PRESION, C.B.R.
MOLDE #3: Penetración, CARGA, PRESION, C.B.R.

Anexo 3.3.1 (b) Ensayo CBR calicata 2 (Suelo Natural) vía Troncal amazónica- Mutinsa



UNIVERSIDAD DE CUENCA										ASTM D-4429-93		
RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"												
PROYECTO:	VIA BELLAVISTA					Ø DEL MOLDE:	6					
UBICACIÓN:	0+500					ALTURA DEL MOLDE:	4.600				10.1084	
ALICITADO POR:						AREA DEL MOLDE:	2				17.4428	
TIPO DEL MATERIAL:	ESTRATO 2					VOLUMEN DEL MOLDE:	130.1		2125			
PERFORACIÓN:	PROF: m A: m					AREA DEL PISTON:	3.00					
Fecha:	08/03/2016					TASA DE DEFORMACION:	1.27					

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO												
Molde No	A			B			C					
No. Capas	5			5			5					
Golpes / Capa	56			25			12					
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo		Antes del Remojo	Después del Remojo		Antes del Remojo	Después del Remojo		Antes del Remojo	Después del Remojo	
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	11197	11254		10970	11089		10781	10977		10781	10977	
PESO DEL MOLDE (gr)	6311	6311		6305	6305		6293	6293		6293	6293	
W. MUESTRA HUM. (gr)	4886	4943		4665	4784		4488	4684		4488	4684	
VOL. DE LA MUEST. (cm³)	2125	2125		2125	2125		2125	2125		2125	2125	
DENS. HUMEDA (kg/m³)	2299.29	2326.12		2195.29	2251.29		2112.00	2204.24		2112.00	2204.24	
DENS. SECA (kg/m³)	2143.17	2158.63		2038.30	2066.14		1967.87	1995.48		1967.87	1995.48	



RESULTADOS				
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO				
Yd máx=	2159	kg/m³	100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA	
VALOR DEL C.B.R.				
C.B.R. =	24.2	%		
ESPONJAMIENTO				
ESPECIMEN 1	0.257	%	3 días	
ESPECIMEN 2	0.239	%	3 días	
ESPECIMEN 3	0.326	%	3 días	

DATOS DE ESPONJAMIENTO																
FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg.	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg.	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg.	Pulg.	%
08/03/2016	0	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
09/03/2016	1	15:00	10.00	4.610	0.0100	0.217	15:00	10.00	4.610	0.0100	0.217	15:00	14.00	4.614	0.0140	0.304
10/03/2016	2	15:00	11.80	4.612	0.0118	0.257	15:00	11.00	4.611	0.0110	0.239	15:00	15.00	4.615	0.0150	0.326
11/03/2016	3	15:00	11.80	4.612	0.0118	0.257	15:00	11.00	4.611	0.0110	0.239	15:00	15.00	4.615	0.0150	0.326
	4															
	5															
	6															
	7															

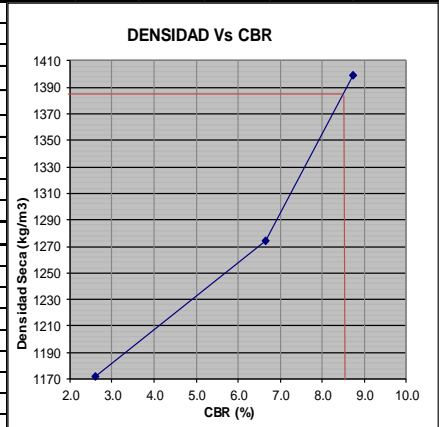
DATOS DE PENETRACIÓN																			
Penetración		MOLDE # 1						MOLDE # 2						MOLDE # 3					
		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%
0	0.00	0.00		0.00				0.00		0.00				0.00		0.00			
25	0.64	38.80		136.55				27.00		96.79				24.00		86.68			
50	1.27	50.70		176.65				42.80		150.03				32.50		115.32			
75	1.91	60.30		208.99				50.70		176.65				35.90		126.78			
100	2.54	69.80		241.00	241.00	1000	24.10	57.90		200.91	200.91	1000	20.09	39.10		137.56	137.56	1000	13.76
150	3.81	99.90		342.42				71.00		245.05				44.70		156.43			
200	5.08	117.80		402.74	402.74	1500	26.85	83.50		287.16	287.16	1500	19.14	50.10		174.62	174.62	1500	11.64
250	6.35	138.50		472.49				95.00		325.91				56.00		194.50			
300	7.62	155.60		530.10				105.60		361.63				61.90		214.38			
400	10.16	185.00		629.17				123.80		422.95				73.30		252.80			
500	12.70	219.50		745.41				141.30		481.92				86.90		298.62			

Anexo 3.3.2 (a) Ensayo CBR calicata 1 (Estrato 2) vía Troncal amazónica- Bellavista

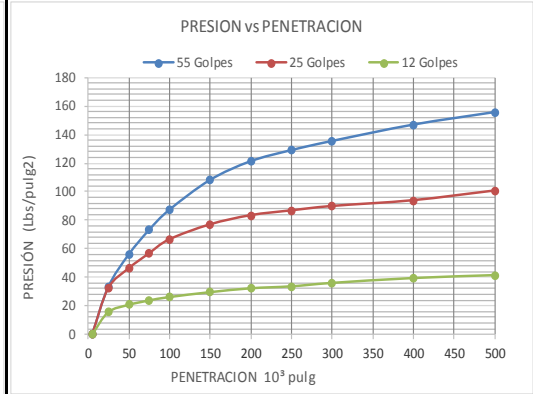
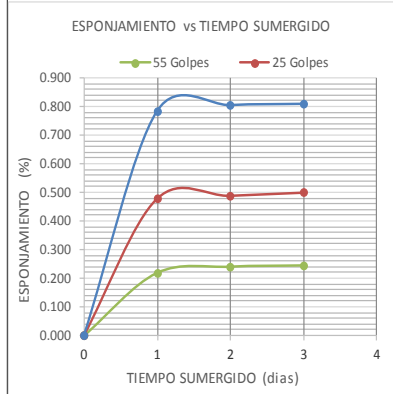


UNIVERSIDAD DE CUENCA										RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R."		ASTM D-4429-93	
PROYECTO:	VIA BELLAVISTA					Ø DEL MOLDE:	6 pulg						
UBICACIÓN:	0+500					ALTURA DEL MOLDE:	4.600 pulg				10.1084		
CLASIFICADO POR:						AREA DEL MOLDE:	2 pulg <sup>2</sup>				17.4428		
TIPO DEL MATERIAL:	SUELO NATURAL					VOLUMEN DEL MOLDE:	130.1 pulg <sup>3</sup>		2123				
PERFORACION:	PROF: m A: m					AREA DEL PISTON:	3.00 pulg <sup>2</sup>						
Fecha:	10/03/2016					TASA DE DEFORMACION:	1.27 mm/min						

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO						
Molde No	1		2		3	
No. Capas	5		5		5	
Golpes / Capa	56		25		12	
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	10119	10186	9660	9847	9428	9739
PESO DEL MOLDE (gr)	6219	6219	6046	6046	6119	6119
W. MUEST. HUM. (gr)	3900	3967	3614	3801	3309	3620
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )	2123	2123	2123	2123	2123	2123
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	1837.02	1868.58	1702.31	1790.39	1558.64	1705.13
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	1399.03	1384.61	1273.81	1271.79	1171.52	1181.29



CONTENIDO DE AGUA												
CAPSULA #:	29	33	21	35	25	36	23	32	24	31	34	38
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	173.17	169.74	188.95	186.92	197.16	190.42	197.66	203.54	212.16	211.81	165.32	179.81
CAP. + MUEST. SECA (gr)	137.81	136.41	146.44	146.24	154.32	149.90	147.70	153.06	167.38	165.28	123.40	133.04
PESO DEL AGUA (gr)	35.36	33.323	42.515	40.673	42.841	40.525	49.964	50.48	44.774	46.527	41.921	46.767
PESO DE LA CAPSULA (gr)	26.61	28.27	28.20	26.44	28.38	28.06	27.52	26.79	29.13	27.23	28.86	27.58
PESO MUEST. SECA (gr)	111.20	108.14	118.24	119.80	125.94	121.84	120.18	126.27	138.25	138.05	94.54	105.46
CONTENIDO DE HUM. (%)	31.80%	30.81%	35.96%	33.95%	34.02%	33.26%	41.57%	39.98%	32.39%	33.70%	44.34%	44.35%
HUMEDAD PROM. (%)	31.31%		34.95%		33.64%		40.78%		33.04%		44.35%	
AGUA ABSORVIDA (%)	3.65%			7.14%				11.30%				



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO			
Yd máx=	1388	kg/m <sup>3</sup>	100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	8.6	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	0.243	%	4 días
ESPECIMEN 2	0.500	%	4 días
ESPECIMEN 3	0.809	%	4 días

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%
10/03/2016	0	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
11/03/2016	1	16:00	10.00	4.610	0.0100	0.217	16:00	22.00	4.622	0.0220	0.478	16:00	36.00	4.636	0.0360	0.783
12/03/2016	2	16:00	11.00	4.611	0.0110	0.239	16:00	22.50	4.623	0.0225	0.489	16:00	37.00	4.637	0.0370	0.804
13/03/2016	3	16:00	11.20	4.611	0.0112	0.243	16:00	23.00	4.623	0.0230	0.500	16:00	37.20	4.637	0.0372	0.809
14/03/2016	4	16:00	11.20	4.611	0.0112	0.243	16:00	23.00	4.623	0.0230	0.500	16:00	37.20	4.637	0.0372	0.809
	5															
	6															
	7															

Penetración	CARGA mm	MOLDE # 1						MOLDE # 2						MOLDE # 3					
		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R
		KN	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	KN	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	KN	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%
5	0.13	0.00					0.00						0.00						
25	0.64	8.20		33.44			7.90		32.43				2.90		15.59				
50	1.27	14.90		56.02			12.00		46.25				4.40		20.64				
75	1.91	20.00		73.20			15.10		56.69				5.30		23.67				
100	2.54	24.20		87.36	87.36	1000	8.74	18.00	66.46	66.46	1000	6.65	6.00	26.03	26.03	1000	2.60		
150	3.81	30.40		108.25			21.10		76.91				7.00		29.40				
200	5.08	34.30		121.39	121.39	1500	8.09	23.00	83.31	83.31	1500	5.55	7.80	32.10	32.10	1500	2.14		
250	6.35	36.60		129.14			24.00		86.68				8.20		33.44				
300	7.62	38.50		135.54			24.90		89.71				8.90		35.80				
400	10.16	41.90		146.99			26.10		93.76				9.90		39.17				
500	12.70	44.50		155.76			28.10		100.50				10.50		41.19				

Anexo 3.3.2 (b) Ensayo CBR calicata 1 (Suelo Natural) vía Troncal amazónica- Bellavista



UNIVERSIDAD DE CUENCA												RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"				ASTM D-4429-93	
PROYECTO: VIA BELLAVISTA				UBICACIÓN: 1+000				Ø DEL MOLDE: 6 pulg				6					
LICITADO POR:				ESTRATO 2				11105				ALTURA DEL MOLDE: 4.600 pulg		10.1084			
CION DEL MATERIAL:												AREA DEL MOLDE: 2 pulg <sup>2</sup>		17.4428			
ERFORACION: PROF: m A: m												VOLUMEN DEL MOLDE: 2123 pulg <sup>3</sup>					
Fecha: 09/03/2016												AREA DEL PISTON: 3.00 pulg <sup>2</sup>					
												TASA DE DEFORMACION: 1.27 mm/min					

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO														
Molde No			1			2			3					
No. Capas			5			5			5					
Golpes / Capa			56			25			12					
ESPECIMEN			Antes del Remojo			Después del Remojo			Antes del Remojo			Después del Remojo		
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)			11210			11262			10956			11077		
PESO DEL MOLDE (gr)			6219			6219			6046			6046		
W. MUESTRA HUM. (gr)			4991			5043			4910			5031		
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )			2123			2123			2123			2123		
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )			2350.92			2375.41			2312.76			2369.92		
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )			2153.34			2158.58			2115.30			2145.84		

CONTENIDO DE AGUA														
CAPSULA #:			41			34			43			24		
CAP. + MUEST. HUM. (gr)			256.15			254.44			246.96			255.92		
CAP. + MUEST. SECA (gr)			236.79			235.64			227.12			234.98		
PESO DEL AGUA (gr)			19.364			18.8			19.84			20.938		
PESO DE LA CAPSULA (gr)			27.66			28.86			27.09			29.13		
PESO MUEST. SECA (gr)			209.13			206.78			200.03			205.85		
CONTENIDO DE HUM. (%)			9.26%			9.09%			9.92%			10.17%		
HUMEDAD PROM. (%)			9.18%			10.04%			9.33%			10.44%		
AGUA ABSORVIDA (%)			0.87%						1.11%			2.24%		

**ESPONJAMIENTO vs TIEMPO SUMERGIDO**

**PRESION vs PENETRACION**

RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO			
Yd máx=	2155	kg/m <sup>3</sup>	100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	24.5	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	0.261	%	3 días
ESPECIMEN 2	0.239	%	3 días
ESPECIMEN 3	0.315	%	3 días

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%
09/03/2016	0	11:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	11:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	11:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
10/03/2016	1	11:00	10.50	4.611	0.0105	0.228	11:00	9.90	4.610	0.0099	0.215	11:00	13.50	4.614	0.0135	0.293
11/03/2016	2	11:00	11.60	4.612	0.0116	0.252	11:00	10.50	4.611	0.0105	0.228	11:00	14.00	4.614	0.0140	0.304
12/03/2016	3	11:00	12.00	4.612	0.0120	0.261	11:00	11.00	4.611	0.0110	0.239	11:00	14.50	4.615	0.0145	0.315
	4															
	5															
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACION																					
Penetración	MOLDE # 1							MOLDE # 2							MOLDE # 3						
	CARGA	CARGA	PRESION	PRESION CORREG.	PRESION ESTAD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESION	PRESION CORREG.	PRESION ESTAD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESION	PRESION CORREG.	PRESION ESTAD.	C.B.R			
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%			
0	0.00			0.00			0.00		0.00				0.00		0.00						
25	0.64	38.00		133.85			33.00		117.01				24.00		86.68						
50	1.27	50.00		174.29			43.00		150.70				32.50		115.32						
75	1.91	61.00		211.35			49.90		173.95				34.00		120.38						
100	2.54	71.00		245.05	245.05	1000	24.50	56.80	197.20	197.20	1000	19.72	38.50	135.54	135.54	1000	13.55				
150	3.81	101.00		346.13			70.00		241.68				45.00		157.44						
200	5.08	119.20		407.45	407.45	1500	27.16	82.30	283.12	283.12	1500	18.87	51.00	177.66	177.66	1500	11.84				
250	6.35	139.10		474.51			96.00		329.28				55.00		191.13						
300	7.62	158.00		538.19			107.00		366.35				60.50		209.67						
400	10.16	189.00		642.64			122.80		419.58				72.90		251.45						
500	12.70	220.00		747.10			144.00		491.02				87.00		298.96						

Anexo 3.3.2 (c) Ensayo CBR calicata 2 (Estrato 2) vía Troncal amazónica- Bellavista





UNIVERSIDAD DE CUENCA

RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"

ASTM D-4429-93

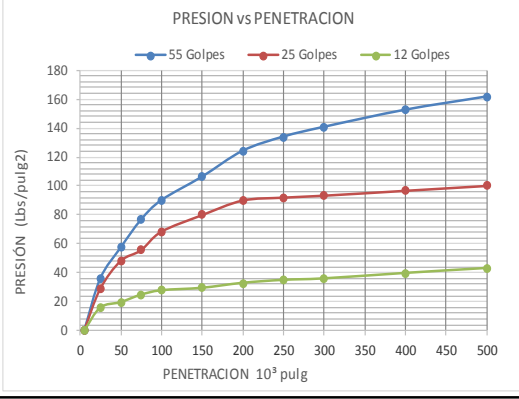
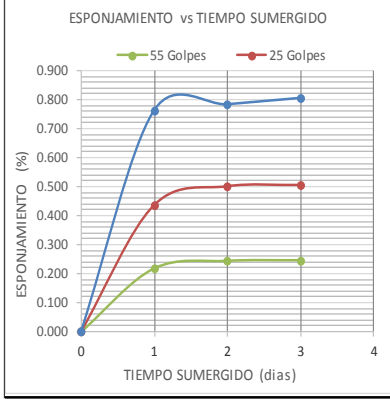
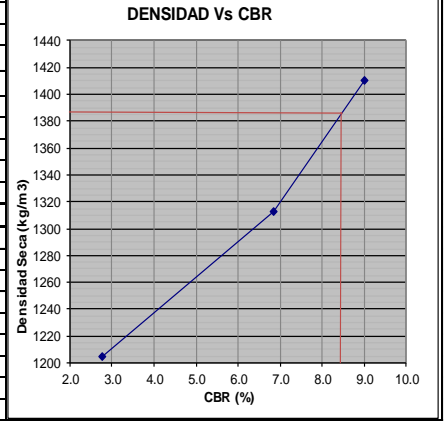
PROYECTO:	VIA BELLAVISTA				Ø DEL MOLDE:	pulg	6		
UBICACIÓN:	1+000				ALTURA DEL MOLDE:	pulg	4,600		10.1084
ALICITADO POR:					AREA DEL MOLDE:	pulg <sup>2</sup>	2		17.4428
TIPO DEL MATERIAL:	SUELO NATURAL				VOLUMEN DEL MOLDE:	pulg <sup>3</sup>	130.1	2123	
PERFORACIÓN:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	pulg <sup>2</sup>	3.00		
Fecha:	10/03/2016				TASA DE DEFORMACION:	mm/min	1.27		

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Molde No	A		B		C	
No. Capas	5		5		5	
Golpes / Capa	55		25		12	
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	10200	10278	9919	10106	9603	9915
PESO DEL MOLDE (gr)	6311	6311	6305	6305	6293	6293
W. MUESTRA HUM. (gr)	3889	3967	3614	3801	3310	3622
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )	2125	2125	2125	2125	2125	2125
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	1830.12	1866.82	1700.71	1788.71	1557.65	1704.47
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	1410.35	1408.28	1312.76	1299.80	1204.64	1211.55

CONTENIDO DE AGUA

CAPSULA#:	22	40	25	29	28	41	40	24	39	27	23	29
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	157.36	160.45	170.64	178.36	185.98	188.72	190.67	185.43	189.36	191.26	178.78	181.00
CAP. + MUEST. SECA (gr)	127.85	129.99	135.79	140.99	150.12	151.67	146.56	142.47	152.35	154.64	135.26	136.12
PESO DEL AGUA (gr)	29.519	30.464	34.853	37.371	35.854	37.05	44.106	42.964	37.014	36.62	43.519	44.875
PESO DE LA CAPSULA (gr)	27.93	28.38	28.38	26.61	28.46	26.64	28.38	29.13	27.66	28.02	27.52	26.61
PESO MUEST. SECA (gr)	99.92	101.61	107.41	114.38	121.66	125.03	118.18	113.34	124.69	126.62	107.74	109.51
CONTENIDO DE HUM. (%)	29.54%	29.98%	32.45%	32.67%	29.47%	29.63%	37.32%	37.91%	29.69%	28.92%	40.39%	40.98%
HUMEDAD PROM. (%)	29.76%		32.56%		29.55%		37.61%		29.30%		40.69%	
AGUA ABSORVIDA (%)	2.80%		8.06%		11.38%							



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO		100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA	
Yd máx=	1386	kg/m <sup>3</sup>	
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	8.4	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	0.246	%	4 días
ESPECIMEN 2	0.504	%	4 días
ESPECIMEN 3	0.804	%	4 días

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL		ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL		ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL		ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	Pulg.	%
03/03/2016	0	11:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	11:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	11:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
04/03/2016	1	11:00	10.00	4.610	0.0100	0.217	11:00	20.00	4.620	0.0200	0.435	11:00	35.00	4.635	0.0350	0.761
05/03/2016	2	11:00	11.20	4.611	0.0112	0.243	11:00	23.00	4.623	0.0230	0.500	11:00	36.00	4.636	0.0360	0.783
06/03/2016	3	11:00	11.30	4.611	0.0113	0.246	11:00	23.20	4.623	0.0232	0.504	11:00	37.00	4.637	0.0370	0.804
07/03/2016	4	11:00	12.00	4.612	0.0120	0.261	11:00	23.50	4.624	0.0235	0.511	11:00	38.00	4.638	0.0380	0.826
	5															
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACION

Penetración	MOLDE # 1						MOLDE # 2						MOLDE # 3						
	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	
5	0.13	3.00		0.00			0.00		0.00				0.00		0.00				
25	0.64	9.00		36.14			6.90		29.06				3.00		15.92				
50	1.27	15.30		57.37			12.60		48.27				4.10		19.63				
75	1.91	21.00		76.57			14.80		55.68				5.60		24.68				
100	2.54	25.00		90.05	90.05	1000	9.01		18.60		68.49	68.49	1000	6.85		27.72	27.72	1000	2.77
150	3.81	29.80		106.22			22.00		79.94				7.00		29.40				
200	5.08	35.10		124.08	124.08	1500	8.27		25.00		90.05	90.05	1500	6.00		32.77	32.77	1500	2.18
250	6.35	38.00		133.85			25.60		92.07				8.60		34.79				
300	7.62	40.00		140.59			26.00		93.42				8.90		35.80				
400	10.16	43.50		152.39			27.00		96.79				10.00		39.51				
500	12.70	46.20		161.48			28.00		100.16				11.00		42.88				

Anexo 3.3.2 (d) Ensayo CBR calicata 2 (Suelo Natural) vía Troncal amazónica- Bellavista



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"

ASTM D-4429-93

PROYECTO:	VIA BELLAVISTA				Ø DEL MOLDE:	pulg	6		
UBICACIÓN:	1+500				ALTURA DEL MOLDE:	pulg	4.600		10.1084
ALICITADO POR:					AREA DEL MOLDE:	pulg <sup>2</sup>	2		17.4428
TIPO DEL MATERIAL:	ESTRATO 2				VOLUMEN DEL MOLDE:	pulg <sup>3</sup>	130.1	2125	
PERFORACIÓN:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	pulg <sup>2</sup>	3.00		
Fecha:	09/03/2016				TASA DE DEFORMACION:	mm/min	1.27		

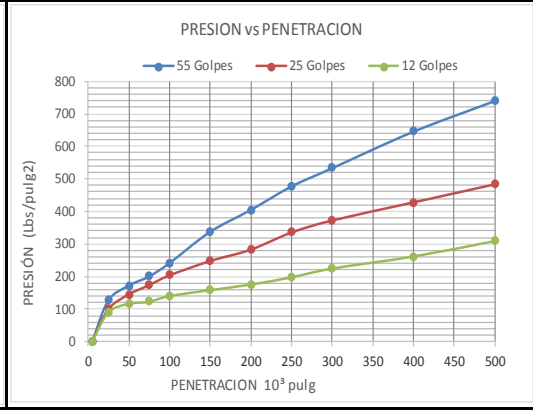
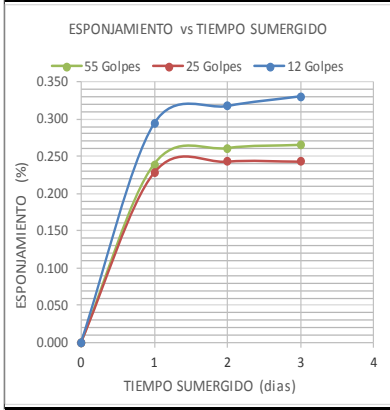
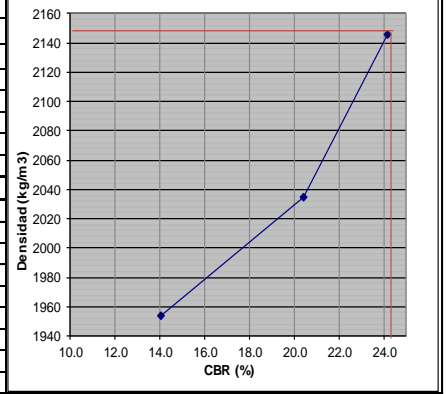
CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Molde No	A		B		C	
No. Capas	5		5		5	
Golpes / Capa	56		25		12	
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	11212	11258	10980	11090	10781	10985
PESO DEL MOLDE (gr)	6311	6311	6305	6305	6293	6293
W. MUESTRA HUM. (gr)	4901	4947	4675	4785	4488	4692
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )	2125	2125	2125	2125	2125	2125
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	2306.35	2328.00	2200.00	2251.76	2112.00	2208.00
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	2145.9	2147.5	2034.9	2054.0	1954.1	1981.1

CONTENIDO DE AGUA

CAPSULA#:	21	27	30	34	44	38	27	43	24	40	31	23
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	245.31	250.37	245.96	248.96	250.78	249.88	220.46	219.76	255.49	256.79	232.46	240.69
CAP. + MUEST. SECA (gr)	230.12	234.99	228.90	231.99	234.12	233.21	203.88	202.51	238.79	239.48	211.45	218.70
PESO DEL AGUA (gr)	15.189	15.38	17.064	16.977	16.66	16.669	16.58	17.243	16.701	17.311	21.006	21.993
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.2	28.02	27.03	28.86	29.09	27.58	28.02	27.09	29.13	28.38	27.23	27.52
PESO MUEST. SECA (gr)	201.92	206.97	201.87	203.13	205.03	205.63	175.86	175.42	209.66	211.10	184.22	191.18
CONTENIDO DE HUM. (%)	7.52%	7.43%	8.45%	8.36%	8.13%	8.11%	9.43%	9.83%	7.97%	8.20%	11.40%	11.50%
HUMEDAD PROM. (%)	7.48%		8.41%		8.12%		9.63%		8.08%		11.45%	
AGUA ABSORVIDA (%)	0.93%				1.51%				3.37%			

DENSIDAD Vs CBR



RESULTADOS

PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO				100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
Yd máx=	2154	kg/m <sup>3</sup>		
VALOR DEL C.B.R.				
C.B.R. =	24.2	%		
ESPONJAMIENTO				
ESPECIMEN 1	0.265	%	3 días	
ESPECIMEN 2	0.243	%	3 días	
ESPECIMEN 3	0.330	%	3 días	

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL		ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL		ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL		ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	Pulg.	%
09/03/2016	0	10:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	10:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	10:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
10/03/2016	1	10:00	11.00	4.611	0.0110	0.239	10:00	10.50	4.611	0.0105	0.228	10:00	13.50	4.614	0.0135	0.293
11/03/2016	2	10:00	12.00	4.612	0.0120	0.261	10:00	11.20	4.611	0.0112	0.243	10:00	14.60	4.615	0.0146	0.317
12/03/2016	3	10:00	12.20	4.612	0.0122	0.265	10:00	11.20	4.611	0.0112	0.243	10:00	15.20	4.615	0.0152	0.330
	4															
	5															
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACIÓN

Penetración	MOLDE # 1							MOLDE # 2							MOLDE # 3						
	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R.		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R.		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R.	
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%
5	0.13	0.00		0.00				0.00		0.00					0.00		0.00				
25	0.64	36.00		127.12				28.00		100.16					25.00		90.05				
50	1.27	49.60		172.94				41.50		145.65					33.00		117.01				
75	1.91	58.00		201.24				50.00		174.29					34.80		123.07				
100	2.54	70.00		241.68	241.68	1000	24.17	58.90		204.28	204.28	1000	20.43	40.00		140.59	140.59	1000	14.06		
150	3.81	98.60		338.04				72.00		248.42					45.40		158.79				
200	5.08	118.60		405.43	405.43	1500	27.03	82.40		283.46	283.46	1500	18.90	50.50		175.97	175.97	1500	11.73		
250	6.35	140.00		477.54				98.00		336.02					57.00		197.87				
300	7.62	156.70		533.81				109.00		373.09					65.00		224.83				
400	10.16	190.00		646.01				125.50		428.68					76.00		261.89				
500	12.70	218.00		740.36				142.00		484.28					90.00		309.07				

Anexo 3.3.2 (e) Ensayo CBR calicata 3 (Estrato 2) vía Troncal amazónica- Bellavista



UNIVERSIDAD DE CUENCA

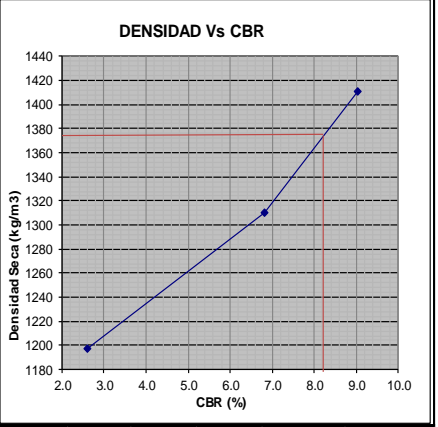
RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"

ASTM D-4429-93

PROYECTO:	VIA BELLAVISTA			Ø DEL MOLDE:	6 pulg	
UBICACIÓN:	1+500			ALTURA DEL MOLDE	4.600 pulg	10.1084
CLASIFICADO POR:				AREA DEL MOLDE:	2 pulg <sup>2</sup>	17.4428
TIPO DE SUELO:	SUELO NATURAL			VOLUMEN DEL MOLDE	130.1 pulg <sup>3</sup>	2123
PERFORACION:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	3.00 pulg <sup>2</sup>
Fecha:	11/03/2016			TASA DE DEFORMACION:	1.27 mm/min	

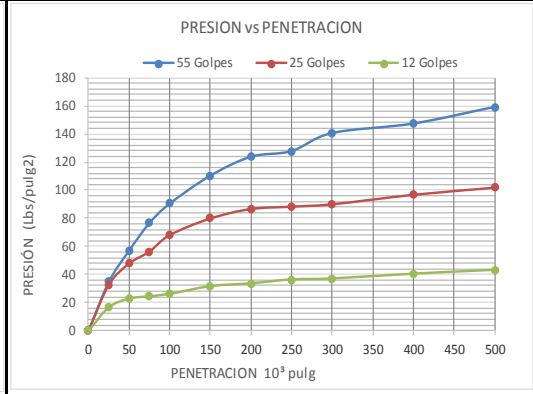
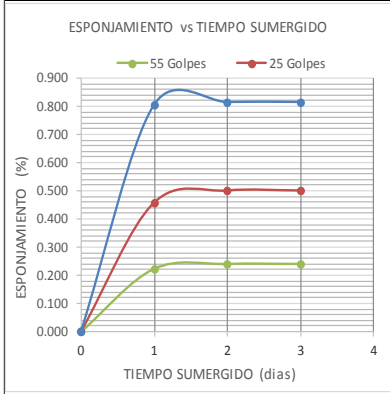
CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Molde No	1	2	3			
No. Capas	5	5	5			
Golpes / Capa	55	25	12			
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	10120	10189	9665	9854	9432	9745
PESO DEL MOLDE (gr)	6219	6219	6046	6046	6119	6119
W. MUEST. HUM. (gr)	3901	3970	3619	3808	3313	3626
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )	2123	2123	2123	2123	2123	2123
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	1837.49	1870.00	1704.66	1793.69	1560.53	1707.96
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	1410.85	1409.33	1310.17	1293.62	1197.77	1205.67



CONTENIDO DE AGUA

CAPSULA #:	26	25	33	24	21	22	32	30	38	39	21	32
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	178.65	169.99	175.64	180.68	182.64	190.64	191.65	188.76	185.67	189.68	201.06	199.64
CAP. + MUEST. SECA (gr)	143.56	137.21	139.44	143.24	146.99	152.90	145.70	143.66	148.95	151.99	150.06	148.98
PESO DEL AGUA (gr)	35.081	32.775	36.205	37.434	35.654	37.745	45.95	45.1	36.72	37.693	51.004	50.6649
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.03	28.38	28.27	29.13	28.2	27.93	26.79	27.03	27.58	27.66	28.20	26.79
PESO MUEST. SECA (gr)	115.53	108.83	111.17	114.11	118.79	124.97	118.91	116.63	121.37	124.33	121.86	122.19
CONTENIDO DE HUM. (%)	30.36%	30.12%	32.57%	32.80%	30.02%	30.20%	38.64%	38.67%	30.25%	30.32%	41.86%	41.47%
HUMEDAD PROM. (%)	30.24%		32.69%		30.11%		38.66%		30.29%		41.66%	
AGUA ABSORVIDA (%)	2.45%			8.55%				11.37%				



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO			
Yd máx=	1377	kg/m <sup>3</sup>	100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	8.2	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	0.239	%	3 días
ESPECIMEN 2	0.500	%	3 días
ESPECIMEN 3	0.815	%	3 días

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%
11/03/2016	0	14:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	14:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	14:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
12/03/2016	1	14:00	10.20	4.610	0.0102	0.222	14:00	21.00	4.621	0.0210	0.457	14:00	37.00	4.637	0.0370	0.804
13/03/2016	2	14:00	11.00	4.611	0.0110	0.239	14:00	23.00	4.623	0.0230	0.500	14:00	37.50	4.638	0.0375	0.815
14/03/2016	3	14:00	11.00	4.611	0.0110	0.239	14:00	23.00	4.623	0.0230	0.500	14:00	37.50	4.638	0.0375	0.815
	4															
	5															
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACION

Penetración	MOLDE # 1							MOLDE # 2							MOLDE # 3						
	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	
0	0.00	0.00		0.00				0.00		0.00				0.00		0.00					
25	0.64	8.60		34.79				8.00		32.77				3.20		16.60					
50	1.27	15.20		57.03				12.50		47.93				5.00		22.66					
75	1.91	21.00		76.57				15.00		56.36				5.50		24.35					
100	2.54	25.10		90.39	90.39	1000	9.04	18.50		68.15	68.15	1000	6.81	6.00		26.03	26.03	1000	2.60		
150	3.81	31.00		110.27				22.00		79.94				7.60		31.42					
200	5.08	35.00		123.75	123.75	1500	8.25	24.00		86.68	86.68	1500	5.78	8.20		33.44	33.44	1500	2.23		
250	6.35	36.20		127.79				24.50		88.37				9.00		36.14					
300	7.62	40.00		140.59				25.00		90.05				9.20		36.81					
400	10.16	42.00		147.33				27.00		96.79				10.20		40.18					
500	12.70	45.50		159.13				28.50		101.84				11.00		42.88					

Anexo 3.3.2 (f) Ensayo CBR calicata 3 (Suelo Natural) vía Troncal amazónica- Bellavista



UNIVERSIDAD DE CUENCA

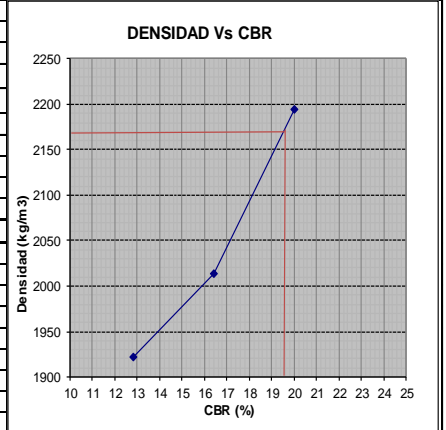
RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R."

ASTM D-4429-93

PROYECTO:	VIA CAMAL DE MENDEZ				Ø DEL MOLDE:	6 pulg	
UBICACIÓN:	0+050				ALTURA DEL MOLDE:	4.600 pulg	10.1084
CLASIFICADO POR:	ESTRATO 2				AREA DEL MOLDE:	2 pulg <sup>2</sup>	17.4428
TIPO DEL MATERIAL:					VOLUMEN DEL MOLDE:	130.06 pulg <sup>3</sup>	2123
PERFORACION:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	3.00 pulg <sup>2</sup>	
Fecha:	30/03/2016				TASA DE DEFORMACION:	1.27 mm/min	

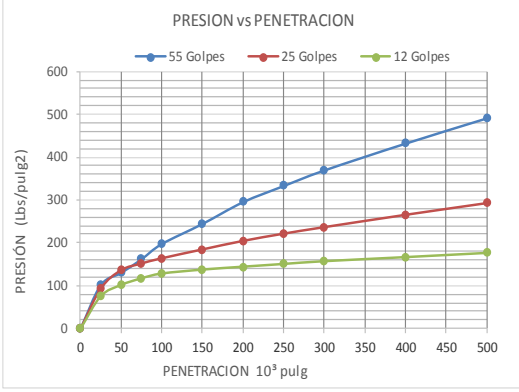
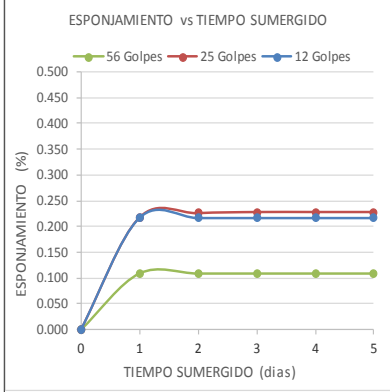
CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Molde No	1	2	3
No. Capas	5	5	5
Golpes / Capa	56	25	12
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	11218	11273	10661
PESO DEL MOLDE (gr)	6219	6219	6046
W. MUESTR. HUM. (gr)	4999	5054	4615
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )	2123	2123	2123
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	2354.69	2380.59	2173.81
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	2194.98	2199.26	2013.16



CONTENIDO DE AGUA

CAPSULA #:	21	24	30	43	30	43	35	42	35	36	32	44
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	263.8	281.86	237.28	237.06	244.961	243.938	223.79	231.83	280.96	274.37	207.40	202.83
CAP. + MUEST. SECA (gr)	247.56	265.00	221.17	221.16	228.99	227.78	207.22	214.46	261.60	255.53	190.26	185.67
PESO DEL AGUA (gr)	16.241	16.859	16.105	15.904	15.971	16.159	16.571	17.372	19.359	18.846	17.142	17.156
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.2	29.13	27.03	27.09	27.03	27.09	26.44	26.02	26.44	28.06	26.79	29.09
PESO MUEST. SECA (gr)	219.36	235.87	194.14	194.07	201.96	200.69	180.78	188.44	235.16	227.47	163.47	156.58
CONTENIDO DE HUM. (%)	7.40%	7.15%	8.30%	8.20%	7.91%	8.05%	9.17%	9.22%	8.23%	8.29%	10.49%	10.96%
HUMEDAD PROM. (%)	7.28%		8.25%		7.98%		9.19%		8.26%		10.72%	
AGUA ABSORVIDA (%)	0.97%				1.21%				2.46%			



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO			
Yd máx=	2169	kg/m <sup>3</sup>	100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	19.5	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	0.109	%	5 días
ESPECIMEN 2	0.228	%	5 días
ESPECIMEN 3	0.217	%	5 días

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL 0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL 0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL 0.001 pulg	ALT. MUEST. pulg	ESPONJAMIENTO	
					Pulg.	%				Pulg.	%				Pulg.	%
30/03/2016	0	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
31/03/2016	1	16:00	5.00	4.605	0.0050	0.109	16:00	10.00	4.610	0.0100	0.217	16:00	10.00	4.610	0.0100	0.217
01/04/2016	2	16:00	5.00	4.605	0.0050	0.109	16:00	10.40	4.610	0.0104	0.226	16:00	10.00	4.610	0.0100	0.217
02/04/2016	3	16:00	5.00	4.605	0.0050	0.109	16:00	10.50	4.611	0.0105	0.228	16:00	10.00	4.610	0.0100	0.217
03/04/2016	4	16:00	5.00	4.605	0.0050	0.109	16:00	10.50	4.611	0.0105	0.228	16:00	10.00	4.610	0.0100	0.217
04/04/2016	5	16:00	5.00	4.605	0.0050	0.109	16:00	10.50	4.611	0.0105	0.228	16:00	10.00	4.610	0.0100	0.217
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACION

Penetración	CARGA	MOLDE # 1					MOLDE # 2					MOLDE # 3							
		Dial	CARGA Lbs	PRESIÓN Lbs/pulg²	PRESIÓN CORREG. Lbs/pulg²	PRESIÓN ESTÁD. Lbs/pulg²	C.B.R.	Dial	CARGA Lbs	PRESIÓN Lbs/pulg²	PRESIÓN CORREG. Lbs/pulg²	PRESIÓN ESTÁD. Lbs/pulg²	C.B.R.	Dial	CARGA Lbs	PRESIÓN Lbs/pulg²	PRESIÓN CORREG. Lbs/pulg²	PRESIÓN ESTÁD. Lbs/pulg²	C.B.R.
0.001"	mm																		
0	0.00	0.00					0.00						0.00						
25	0.64	28.50		101.84			26.10		93.76				20.80		75.90				
50	1.27	37.00		130.48			38.80		136.55				28.50		101.84				
75	1.91	46.40		162.16			43.40		152.05				33.10		117.34				
100	2.54	57.00		197.87	197.87	1000	47.00		164.18	164.18	1000	16.42	36.40		128.46	128.46	1000	12.85	
150	3.81	70.90		244.71			53.10		184.73				39.10		137.56				
200	5.08	86.00		295.59	295.59	1500	59.00		204.61	204.61	1500	13.64	41.10		144.30	144.30	1500	9.62	
250	6.35	97.20		333.33			64.00		221.46				43.00		150.70				
300	7.62	108.00		369.72			68.50		236.62				44.90		157.10				
400	10.16	126.60		432.39			77.00		265.26				47.70		166.54				
500	12.70	144.10		491.35			85.10		292.56				50.60		176.31				

Anexo 3.3.3 (a) Ensayo CBR calicata 1 (Estrato 2) vía acceso al camal de Méndez



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"

ASTM D-4429-93

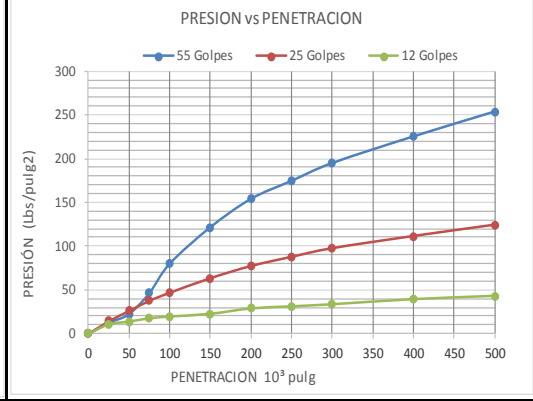
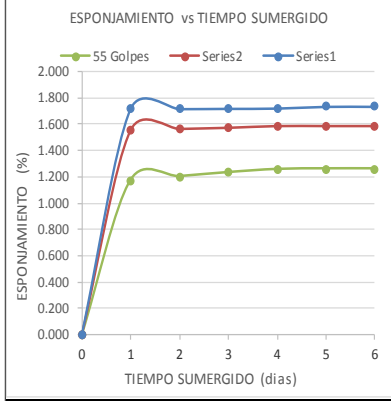
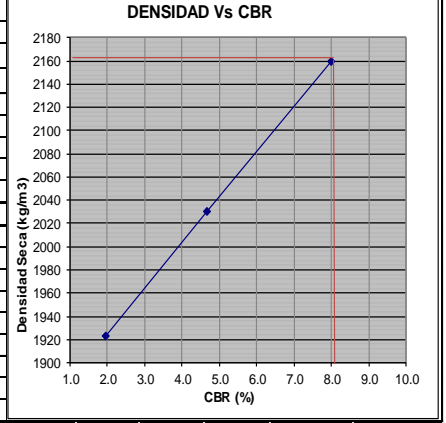
PROYECTO:	VIA CAMAL DE MENDEZ				Ø DEL MOLDE:	pulg	6	
UBICACIÓN:	0+050				ALTURA DEL MOLDE:	pulg	4.600	10.1084
CLASIFICADO POR:					AREA DEL MOLDE:	pulg <sup>2</sup>	2	17.4428
TIPO DEL MATERIAL:	SUELO NATURAL				VOLUMEN DEL MOLDE:	pulg <sup>3</sup>	130.06	2125
PERFORACIÓN:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	pulg <sup>2</sup>	3.00	
Fecha:	29/03/2016				TASA DE DEFORMACION:	mm/min	1.27	

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Molde No	A				B				C			
No. Capas	5				5				5			
Golpes / Capa	56				25				12			
ESPECIMEN	Antes del Remojo		Después del Remojo		Antes del Remojo		Después del Remojo		Antes del Remojo		Después del Remojo	
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	11235	11349	10925	11170	10673	11006						
PESO DEL MOLDE (gr)	6308	6308	6303	6303	6292	6292						
W. MUEST. HUM. (gr)	4927	5041	4622	4867	4381	4714						
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )	2125	2125	2125	2125	2125	2125						
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	2318.59	2372.24	2175.06	2290.35	2061.65	2218.35						
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	2160.00	2171.01	2030.17	2063.35	1922.69	1960.09						

CONTENIDO DE AGUA

CAPSULA #:	28	29	34	38	33	44	24	40	27	31	28	41
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	254.92	259.23	232.81	266.81	278.27	290.47	231.82	239.31	273.55	249.88	226.54	218.20
CAP. + MUEST. SECA (gr)	239.11	243.65	214.69	247.49	261.60	273.08	211.36	218.78	257.18	234.72	203.99	195.40
PESO DEL AGUA (gr)	15.806	15.584	18.119	19.324	16.671	17.394	20.453	20.525	16.377	15.163	22.548	22.793
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.46	26.61	28.86	27.58	28.27	29.09	29.13	28.38	28.02	27.23	28.46	26.64
PESO MUEST. SECA (gr)	210.65	217.04	185.83	219.91	233.33	243.99	182.23	190.40	229.16	207.49	175.53	168.76
CONTENIDO DE HUM. (%)	7.50%	7.18%	9.75%	8.79%	7.14%	7.13%	11.22%	10.78%	7.15%	7.31%	12.85%	13.51%
HUMEDAD PROM. (%)	7.34%		9.27%		7.14%		11.00%		7.23%		13.18%	
AGUA ABSORVIDA (%)	1.93%				3.86%				5.95%			



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO		100% DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA	
Yd máx=	2202	kg/m <sup>3</sup>	
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	8.1	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	1.261	%	6 días
ESPECIMEN 2	1.587	%	6 días
ESPECIMEN 3	1.735	%	6 días

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL		ALT. MUEST.			ESPONJAMIENTO		LECT. DIAL			ALT. MUEST.		ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%
29/03/2016	0	13:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	13:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	13:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
30/03/2016	1	13:00	54.00	4.654	0.0540	1.174	13:00	71.50	4.672	0.0715	1.554	13:00	79.00	4.679	0.0790	1.717
31/03/2016	2	13:00	55.30	4.655	0.0553	1.202	13:00	72.00	4.672	0.0720	1.565	13:00	79.00	4.679	0.0790	1.717
01/04/2016	3	13:00	56.70	4.657	0.0567	1.233	13:00	72.40	4.672	0.0724	1.574	13:00	79.10	4.679	0.0791	1.720
02/04/2016	4	13:00	57.80	4.658	0.0578	1.257	13:00	73.00	4.673	0.0730	1.587	13:00	79.20	4.679	0.0792	1.722
03/04/2016	5	13:00	58.00	4.658	0.0580	1.261	13:00	73.00	4.673	0.0730	1.587	13:00	79.80	4.680	0.0798	1.735
04/04/2016	6	13:00	58.00	4.658	0.0580	1.261	13:00	73.00	4.673	0.0730	1.587	13:00	79.80	4.680	0.0798	1.735
	7															

DATOS DE PENETRACION

Penetración	CARGA	MOLDE # A				MOLDE # B				MOLDE # C						
		CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg <sup>2</sup>	Lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00				0.00	0.00			
25	0.64	2.00	12.55				2.50	14.24				1.50	10.87			
50	1.27	5.00	22.66				6.00	26.03				2.40	13.90			
75	1.91	12.10	46.58				9.40	37.49				3.50	17.61			
100	2.54	22.00	79.94	79.94	1000	7.99	12.10	46.58	46.58	1000	4.66	4.10	19.63	19.63	1000	1.96
150	3.81	34.30	121.39				17.00	63.10				5.00	22.66			
200	5.08	43.90	153.73	153.73	1500	10.25	21.10	76.91	76.91	1500	5.13	6.80	28.73	28.73	1500	1.92
250	6.35	50.00	174.29				24.20	87.36				7.50	31.09			
300	7.62	56.00	194.50				27.10	97.13				8.20	33.44			
400	10.16	65.00	224.83				31.20	110.94				9.90	39.17			
500	12.70	73.40	253.13				35.00	123.75				11.00	42.88			

Anexo 3.3.3 (b) Ensayo CBR calicata 1 (Suelo Natural) vía acceso al camal de Méndez



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"

ASTM D-4429-93

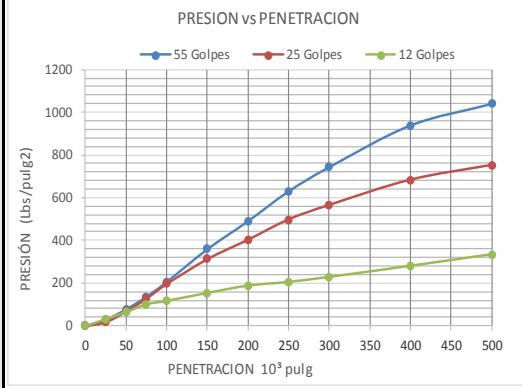
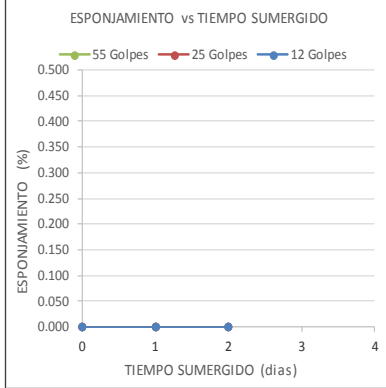
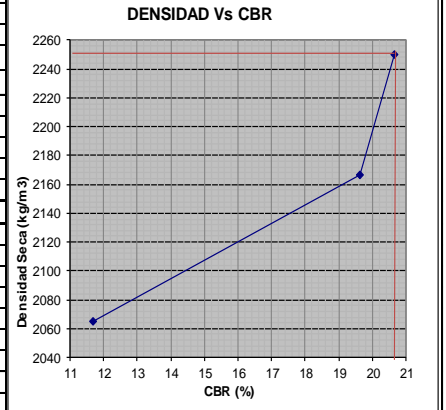
PROYECTO:	VIA PARALELA A LA PISTA DE ATERRIZAJE			Ø DEL MOLDE:	pulg	6		
UBICACIÓN:	0+200			ALTURA DEL MOLDE	pulg	4.600		10.1084
CLASIFICADO POR:				AREA DEL MOLDE:	pulg <sup>2</sup>	2		17.4428
TIPO DEL MATERIAL:	ESTRATO 2			VOLUMEN DEL MOLDE	pulg <sup>3</sup>	130.1	2123	
PERFORACIÓN:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	pulg <sup>2</sup>	3.00	
Fecha:	05/04/2016			TASA DE DEFORMACION:	mm/min	1.27		

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Molde No	1	2	3			
No. Capas	5	5	5			
Golpes / Capa	56	25	12			
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	11308	11338	10928	11016	10788	10940
PESO DEL MOLDE (gr)	6219	6219	6046	6046	6119	6119
W. MUEST. HUM. (gr)	5089	5119	4882	4970	4669	4821
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )	2136	2136	2136	2136	2136	2136
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	2382.49	2396.54	2285.58	2326.78	2185.86	2257.02
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	2250.15	2259.04	2166.54	2170.15	2065.14	2084.28

CONTENIDO DE AGUA

CAPSULA #:	26	29	26	29	31	37	35	43	21	36	21	36
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	262.26	257.848	254.92	228.81	271.99	301.591	248.07	254.03	288.33	285.88	266.38	276.77
CAP. + MUEST. SECA (gr)	249.29	244.96	241.73	217.36	258.67	287.96	233.03	238.88	274.41	271.20	248.04	257.85
PESO DEL AGUA (gr)	12.972	12.884	13.192	11.445	13.322	13.635	15.037	15.156	13.919	14.682	18.337	18.923
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.03	26.61	28.03	26.61	27.23	27.39	26.44	27.09	28.2	28.06	28.20	28.06
PESO MUEST. SECA (gr)	221.26	218.35	213.70	190.75	231.44	260.57	206.59	211.79	246.21	243.14	219.84	229.79
CONTENIDO DE HUM. (%)	5.86%	5.90%	6.17%	6.00%	5.76%	5.23%	7.28%	7.16%	5.65%	6.04%	8.34%	8.24%
HUMEDAD PROM. (%)	5.88%		6.09%		5.49%		7.22%		5.85%		8.29%	
AGUA ABSORVIDA (%)	0.20%				1.72%		7.22%		2.44%		8.29%	



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO			
Yd máx=	2261	kg/m <sup>3</sup>	100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	20.7	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	0.000	%	2 días
ESPECIMEN 2	0.000	%	2 días
ESPECIMEN 3	0.000	%	2 días

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%
05/04/2016	0	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
06/04/2016	1	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
07/04/2016	2	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
	3															
	4															
	5															
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACIÓN

Penetración	MOLDE # 1						MOLDE # 2						MOLDE # 3					
	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%
0	0.00	0.00		0.00			0.00		0.00				0.00		0.00			
25	0.64	7.00		29.40			3.80		18.62				8.00		32.77			
50	1.27	21.60		78.59			18.40		67.81				17.70		65.45			
75	1.91	38.90		136.89			36.20		127.79				28.20		100.83			
100	2.54	59.60		206.63	206.63	1000	56.50		196.19	196.19	1000	19.62	33.00		117.01	117.01	1000	11.70
150	3.81	105.00		359.61			90.90		312.10				43.90		153.73			
200	5.08	144.00		491.02	491.02	1500	117.80		402.74	402.74	1500	26.85	53.90		187.43	187.43	1500	12.50
250	6.35	185.30		630.18			146.00		497.76				59.00		204.61			
300	7.62	219.00		743.73			166.00		565.15				65.90		227.86			
400	10.16	277.00		939.16			201.00		683.08				81.10		279.08			
500	12.70	307.00		1040.24			221.50		752.15				97.00		332.65			

Anexo 3.3.4 (a) Ensayo CBR calicata 1 (Estrato 2) vía paralela a la autopista - Patuca



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"

ASTM D-4429-93

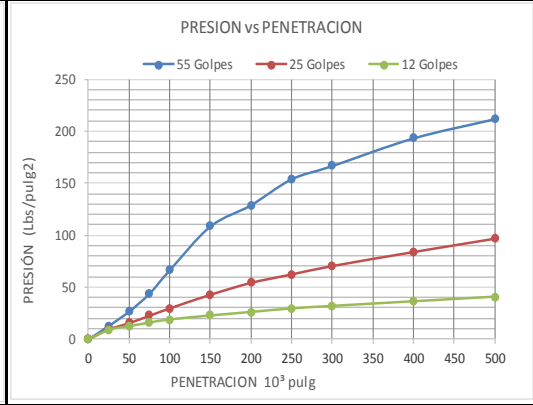
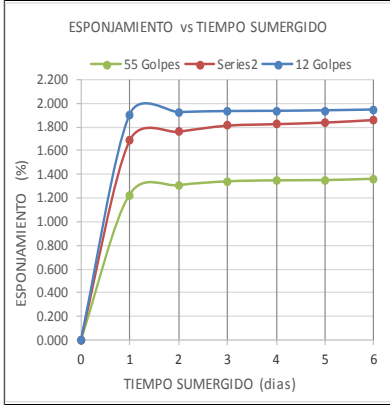
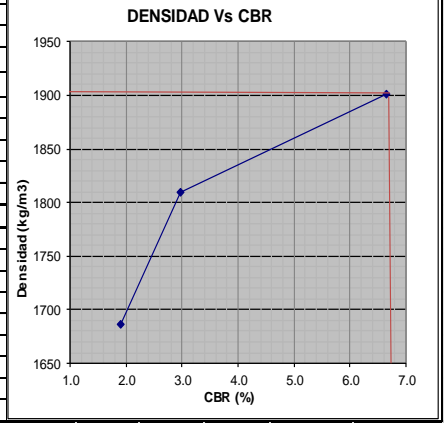
PROYECTO:	VIA PARALELA A LA PISTA DE ATERRIZAJE				Ø DEL MOLDE:	6		
UBICACIÓN:	0+200				ALTURA DEL MOLDE	4.600	10.1084	
ALICITADO POR:					AREA DEL MOLDE:	2	17.4428	
TIPO DEL MATERIAL:	SUELO NATURAL				VOLUMEN DEL MOLDE	130.1	2131.3	
PERFORACION:	PROF:	m	A:	m	AREA DEL PISTON:	3.00		
Fecha:	05/04/2016				TASA DE DEFORMACION:	1.27		

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Molde No	A		B		C	
No. Capas	5		5		5	
Golpes / Capa	56		25		12	
ESPECIMEN	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	10865	10975	10631	10833	10316	10601
PESO DEL MOLDE (gr)	6308	6308	6303	6303	6292	6292
W. MUEST. HUM. (gr)	4557	4667	4328	4530	4024	4309
VOL. DE LA MUEST. (cm³)	2136	2136	2128	2128	2126	2126
DENS. HUMEDA (kg/m³)	2133.43	2184.93	2033.83	2128.76	1892.76	2026.81
DENS. SECA (kg/m³)	1900.88	1912.36	1809.35	1827.71	1687.00	1706.57

CONTENIDO DE AGUA

CAPSULA#:	27	25	27	38	22	23	24	39	33	39	25	40
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	242.71	226.042	225.61	248.07	227.641	275.354	219.70	202.11	244.88	224.43	211.06	221.67
CAP. + MUEST. SECA (gr)	219.86	203.99	200.74	220.81	205.70	247.88	193.00	177.20	220.84	203.49	182.15	191.17
PESO DEL AGUA (gr)	22.848	22.052	24.868	27.26	21.944	27.478	26.692	24.906	24.039	20.94	28.91	30.491
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.02	28.38	28.02	27.58	27.93	27.52	29.13	27.66	28.27	27.66	28.38	28.38
PESO MUEST. SECA (gr)	191.84	175.61	172.72	193.23	177.77	220.36	163.87	149.54	192.57	175.83	153.77	162.79
CONTENIDO DE HUM. (%)	11.91%	12.56%	14.40%	14.11%	12.34%	12.47%	16.29%	16.65%	12.48%	11.91%	18.80%	18.73%
HUMEDAD PROM. (%)	12.23%		14.25%		12.41%		16.47%		12.20%		18.77%	
AGUA ABSORVIDA (%)	2.02%				4.06%				6.57%			



RESULTADOS			
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO			
Yd máx=	1929	kg/m³	100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA
VALOR DEL C.B.R.			
C.B.R. =	6.8	%	
ESPONJAMIENTO			
ESPECIMEN 1	1.359	%	6 días
ESPECIMEN 2	1.861	%	6 días
ESPECIMEN 3	1.946	%	6 días

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%
05/04/2016	0	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	16:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
06/04/2016	1	16:00	56.40	4.656	0.0564	1.226	16:00	77.50	4.678	0.0775	1.685	16:00	87.50	4.688	0.0875	1.902
07/04/2016	2	16:00	60.00	4.660	0.0600	1.304	16:00	81.00	4.681	0.0810	1.761	16:00	88.50	4.689	0.0885	1.924
08/04/2016	3	16:00	61.50	4.662	0.0615	1.337	16:00	83.40	4.683	0.0834	1.813	16:00	88.90	4.689	0.0889	1.933
09/04/2016	4	16:00	61.90	4.662	0.0619	1.346	16:00	84.00	4.684	0.0840	1.826	16:00	89.00	4.689	0.0890	1.935
10/04/2016	5	16:00	62.00	4.662	0.0620	1.348	16:00	84.60	4.685	0.0846	1.839	16:00	89.20	4.689	0.0892	1.939
11/04/2016	6	16:00	62.50	4.663	0.0625	1.359	16:00	85.60	4.686	0.0856	1.861	16:00	89.50	4.690	0.0895	1.946
	7															

DATOS DE PENETRACION

Penetración	MOLDE # 1							MOLDE # 2							MOLDE # 3						
	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%		Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%		Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	
0	0.00	0.00		0.00				0.00		0.00					0.00		0.00				
25	0.64	2.10		12.89				1.10		9.52					1.00		9.18				
50	1.27	6.20		26.70				2.90		15.59					2.00		12.55				
75	1.91	11.30		43.89				5.00		22.66					3.00		15.92				
100	2.54	18.00		66.46	66.46	1000	6.65	7.10		29.74	29.74	1000	2.97	3.90		18.96	18.96	1000	1.90		
150	3.81	30.50		108.58				11.00		42.88					5.00		22.66				
200	5.08	36.60		129.14	129.14	1500	8.61	14.40		54.33	54.33	1500	3.62	6.00		26.03	26.03	1500	1.74		
250	6.35	44.00		154.07				16.80		62.42					7.00		29.40				
300	7.62	47.80		166.87				19.20		70.51					7.70		31.76				
400	10.16	55.70		193.49				23.20		83.99					9.00		36.14				
500	12.70	61.20		212.03				27.00		96.79					10.30		40.52				

Anexo 3.3.4 (b) Ensayo CBR calicata 1 (Suelo Natural) vía paralela a la autopista - Patuca



UNIVERSIDAD DE CUENCA															
RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"															
PROYECTO: VIA PARALELA A LA PISTA DE ATERRIZAJE										Ø DEL MOLDE:		ASTM D-4429-93			
UBICACIÓN: 0+700										ALTURA DEL MOLDE:		10.1084			
CANTIDAD POR: ESTRATO 2										AREA DEL MOLDE:		17.4428			
TIPO DEL MATERIAL:										VOLUMEN DEL MOLDE:		2123			
PERFORACION: PROF: m A: m										AREA DEL PISTON:		3.00			
Fecha: 08/04/2016										TASA DE DEFORMACION:		1.27			
CARACTERISTICAS DEL ENSAYO															
Molde No	1				2				3						
No. Capas	5				5				5						
Golpes / Capa	56				25				12						
ESPECIMEN	Antes del Remojo		Después del Remojo		Antes del Remojo		Después del Remojo		Antes del Remojo		Después del Remojo				
W. MOL. + MUEST. HUM (gr)	11389	11412	10993	11073	10799	10948									
PESO DEL MOLDE (gr)	6219	6219	6046	6046	6119	6119									
W. MUEST. HUM. (gr)	5170	5193	4947	5027	4680	4829									
VOL. DE LA MUEST. (cm³)	2136	2136	2136	2136	2136	2136									
DENS. HUMEDA (kg/m³)	2420.41	2431.18	2316.01	2353.46	2191.01	2260.77									
DENS. SECA (kg/m³)	2262.19	2267.74	2158.76	2158.50	2043.29	2059.50									
CONTENIDO DE AGUA															
CAPSULA #:	21	29	32	33	24	27	29	32	35	37	21	36			
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	272.37	269.848	267.63	263.89	281.60	283.65	265.63	264.03	253.64	256.35	267.64	269.35			
CAP. + MUEST. SECA (gr)	256.39	253.96	251.37	248.12	264.98	265.76	245.79	244.42	238.39	240.85	246.04	248.15			
PESO DEL AGUA (gr)	15.978	15.884	16.266	15.766	16.613	17.889	19.84	19.614	15.253	15.503	21.596	21.199			
PESO DE LA CAPSULA (gr)	28.2	26.61	26.79	28.27	29.13	28.02	26.61	26.79	26.44	27.39	28.20	28.06			
PESO MUEST. SECA (gr)	228.19	227.35	224.58	219.85	235.85	237.74	219.18	217.63	211.95	213.46	217.84	220.09			
CONTENIDO DE HUM. (%)	7.00%	6.99%	7.24%	7.17%	7.04%	7.52%	9.05%	9.01%	7.20%	7.26%	9.91%	9.63%			
HUMEDAD PROM. (%)	6.99%		7.21%		7.28%		9.03%		7.23%		9.77%				
AGUA ABSORVIDA (%)	0.21%				1.75%				2.54%						

RESULTADOS														
PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO										100 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA SECA				
Yd máx=	2267		kg/m³											
VALOR DEL C.B.R.										ESPONJAMIENTO				
C.B.R. =	20.2		%											
ESPECIMEN 1	0.000		%		3 días									
ESPECIMEN 2	0.000		%		3 días									
ESPECIMEN 3	0.000		%		3 días									

FECHA	DIAS EN AGUA	HORA	MOLDE # 1				HORA	MOLDE # 2				HORA	MOLDE # 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
			0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%		0.001 pulg	pulg	Pulg.	%
08/04/2016	0	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
09/04/2016	1	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
10/04/2016	2	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
11/04/2016	3	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000	15:00	0.00	4.600	0.0000	0.000
	4															
	5															
	6															
	7															

DATOS DE PENETRACION																			
Penetración		MOLDE # 1						MOLDE # 2						MOLDE # 3					
		CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R	CARGA	CARGA	PRESIÓN	PRESIÓN CORREG.	PRESIÓN ESTÁD.	C.B.R
0.001"	mm	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%	Dial	Lbs	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	Lbs/pulg²	%
0	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00			
25	0.64	6.50	27.72					3.20	16.60					7.50	31.09				
50	1.27	21.00	76.57					19.00	69.83					16.00	59.73				
75	1.91	37.90	133.52					35.60	125.77					26.00	93.42				
100	2.54	58.00	201.24	201.24	1000	20.12		56.00	194.50	194.50	1000	19.45		32.00	113.64	113.64	1000	11.36	
150	3.81	103.00	352.87					90.00	309.07					44.00	154.07				
200	5.08	142.00	484.28	484.28	1500	32.29		116.00	396.67	396.67	1500	26.44		52.00	181.03	181.03	1500	12.07	
250	6.35	184.60	627.82					145.00	494.39					60.00	207.98				
300	7.62	215.90	733.28					164.00	558.41					64.20	222.13				
400	10.16	275.00	932.42					200.50	681.39					79.50	273.69				
500	12.70	305.00	1033.50					220.00	747.10					95.60	327.94				

Anexo 3.3.4 (c) Ensayo CBR calicata 2 (Estrato 2) vía paralela a la autopista - Patuca





UNIVERSIDAD DE CUENCA

RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R"

ASTM D-4429-93

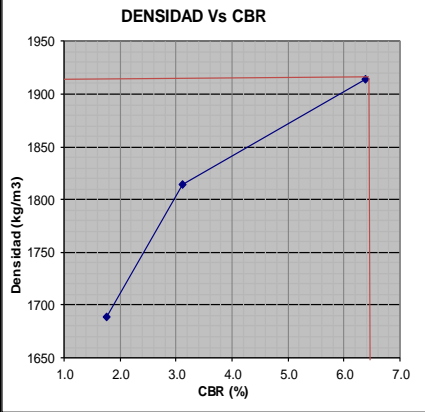
Table with project details: PROYECTO, UBICACIÓN, DILATADO POR, TIPO DEL MATERIAL, PERFORACIÓN, Fecha, Ø DEL MOLDE, ALTURA DEL MOLDE, AREA DEL MOLDE, VOLUMEN DEL MOLDE, AREA DEL PISTON, TASA DE DEFORMACION.

CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

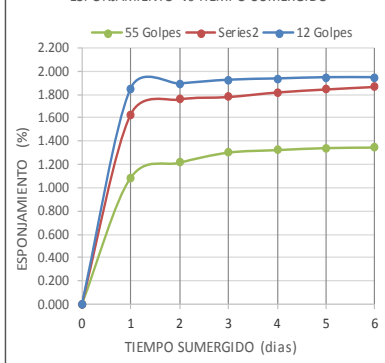
Table with specimen characteristics: Molde No, No. Capas, Golpes / Capa, ESPECIMEN (Antes/Después del Remojo), W. MOL. + MUEST. HUM, PESO DEL MOLDE, W. MUEST. HUM, VOL. DE LA MUEST., DENS. HUMEDA, DENS. SECA.

CONTENIDO DE AGUA

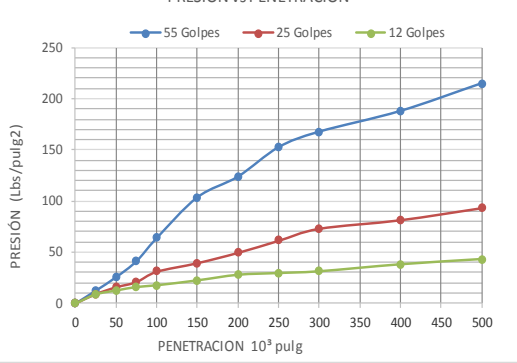
Table with water content data: CAPSULA #, CAP. + MUEST. HUM, CAP. + MUEST. SECA, PESO DE LA CAPSULA, PESO MUEST. SECA, CONTENIDO DE HUM., HUMEDAD PROM., AGUA ABSORVIDA.



ESPONJAMIENTO vs TIEMPO SUMERGIDO



PRESION vs PENETRACION



RESULTADOS

Table with results: PESO UNITARIO MÁXIMO DEL SUELO SECO, VALOR DEL C.B.R., ESPONJAMIENTO (ESPECIMEN 1, 2, 3).

DATOS DE ESPONJAMIENTO

Table with swelling data: FECHA, DIAS EN AGUA, HORA, MOLDE #1 (LECT. DIAL, ALT. MUEST., ESPONJAMIENTO), MOLDE #2, MOLDE #3.

DATOS DE PENETRACIÓN

Table with penetration data: Penetración (0.001", mm), CARGA (Dial, Lbs), PRESIÓN (Lbs/pulg², Lbs/pulg², Lbs/pulg²), C.B.R. (%) for MOLDE #1, #2, #3.

Anexo 3.3.4 (d) Ensayo CBR calicata 2 (Suelo Natural) vía paralela a la autopista - Patuca



Anexo 3.3.5 (d) Ensayo CBR base



PROYECTO:	"INVESTIGACIÓN DE LA IMPRIMACIÓN REFORZADA PARA LA CONFORMACIÓN DE CAPAS DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO TRÁNSITO"					
UBICACIÓN:	Morona Santiago - Macas					
DIRECTOR DE TESIS:	Ing. Jaime Bojarque					
DESCRIP. DEL MATERIAL:	Suelo Granular					
PERFORACIÓN:	PCA 01 M1	PROFUNDIDAD:	—	A:	—	—
FECHA:	12/07/2016					
<b>RAZON DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R."</b>						ASTM D-4429-93

CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:						
MOLDE #:	1		2		3	
NÚMERO DE CAPAS:	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES/CAPA:	56		25		10	
ESPÉCIMEN	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W. MOL.+MUEST. HUM. (gr)	12998	12957	12104	12199	12258	12197
PESO DEL MOLDE (gr)	7987	7987	7314	7314	7764	7764
W. MUESTRA HUM. (gr)	5011	4970	4790	4885	4494	4433
VOL. DE LA MUEST. (cm <sup>3</sup> )	2085,00	2085,00	2085,00	2085,00	2085,00	2085,00
DENS. HUMEDA (kg/m <sup>3</sup> )	2403	2384	2297	2343	2155	2126
DENS. SECA (kg/m <sup>3</sup> )	2255	2181	2146	2130	2006	1911

CONTENIDO DE AGUA (Antes del Remojo)						
CÁPSULA #:	19	38	44	12	84	100
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	86,06	83,65	80,32	85,38	87,03	77,15
CAP. + MUEST. SECA (gr)	83,69	81,45	78,35	83,11	84,22	74,63
PESO DEL AGUA (gr)	2,37	2,20	1,97	2,27	2,81	2,52
PESO DE LA CÁPSULA (gr)	45,84	49,56	50,34	50,89	44,63	42,47
PESO MUEST. SECA (gr)	37,85	31,89	28,01	32,22	39,59	32,16
CONTENIDO DE HUM. (%)	6,26	6,90	7,03	7,05	7,10	7,84
HUMEDAD PROM. (%)	6,58		7,04		7,47	

CONTENIDO DE AGUA (Después del Remojo)						
CÁPSULA #:	77	121	163	60	33	11
CAP. + MUEST. HUM. (gr)	78,19	83,81	116,59	97,99	77,15	99,69
CAP. + MUEST. SECA (gr)	75,21	80,33	110,41	93,37	73,68	94,66
PESO DEL AGUA (gr)	2,98	3,48	6,18	4,62	3,47	5,03
PESO DE LA CÁPSULA (gr)	43,88	41,89	50,21	45,62	43,04	49,67
PESO MUEST. SECA (gr)	31,33	38,44	60,20	47,75	30,64	44,99
CONTENIDO DE HUM. (%)	9,51	9,05	10,27	9,68	11,33	11,18
HUMEDAD PROM. (%)	9,28		9,97		11,25	
AGUA ABSORBIDA (%)	2,70		2,93		3,79	



PROYECTO: "INVESTIGACIÓN DE LA IMPRIMACIÓN REFORZADA PARA LA CONFORMACIÓN DE CAPAS DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO TRÁNSITO"

UBICACIÓN: Morona Santiago - Macas

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Jaime Bojorque

DESCRIP. DEL MATERIAL: Suelo Granular

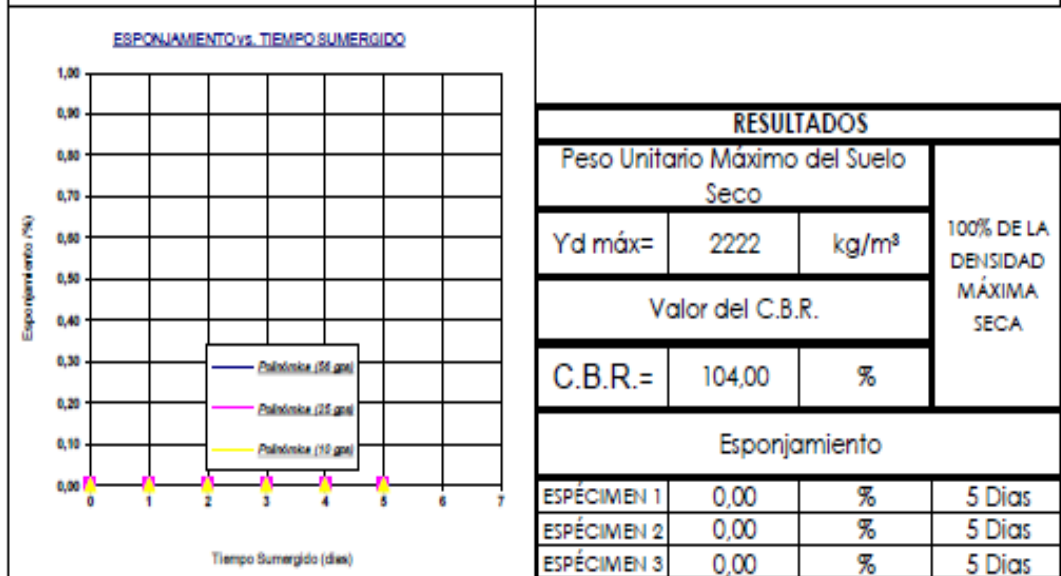
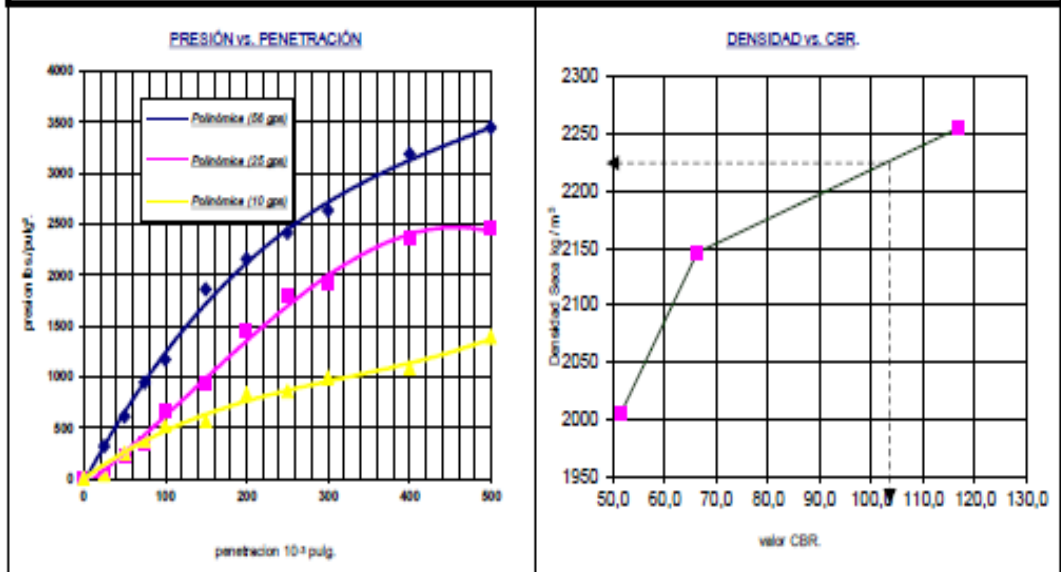
PERFORACIÓN: PCA 01 M1 PROFUNDIDAD: --- A: ---

FECHA: 12/07/2016

**ENSAYO C.B.R.**

ASTM D-4429-93

**GRAFICOS DEL ENSAYO CBR: PRESION VS PENETRACION; DENSIDAD VS C.B.R.; ESPONJAMIENTO VS TIEMPO SUMERGIDO.**





<b>PROYECTO:</b>		"INVESTIGACIÓN DE LA IMPRIMACIÓN REFORZADA PARA LA CONFORMACIÓN DE CAPAS DE RODADURA DE CAMINOS RURALES DE BAJO TRÁNSITO"										$\phi$ DEL MOLDE: pulg 6				
<b>UBICACIÓN:</b>		Morona Santiago - Macas										ALTURA DEL MOLDE: pulg 4,5				
<b>DIRECTOR DE TESIS:</b>		Ing. Jaime Bojorque										AREA DEL MOLDE: pulg <sup>2</sup> 28,27				
<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:</b>		Suelo Granular										VOLUMEN DEL MOLDE: pulg <sup>3</sup> 127,23				
<b>PERFORACIÓN:</b>		PCA 01 M1 PROFUNDIDAD: --- A: ---										AREA DEL PISTÓN: pulg <sup>2</sup> 3				
<b>FECHA:</b>		12/07/2016										TASA DEFORMACIÓN: mm/min 1,27				
<b>RAZÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA "C.B.R."</b>													ASTM D-4429-93			
<b>DATOS DE ESPONJAMIENTO</b>																
FECHA	DÍAS EN AGUA	HORA	MOLDE #: 1				HORA	MOLDE #: 2				HORA	MOLDE #: 3			
			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO			LECT. DIAL	ALT. MUEST.	ESPONJAMIENTO	
					0,001pulg	pulg				0,001pulg	pulg				0,001pulg	pulg
07-07-16	0	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00
08-07-16	1	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00
08-07-16	2	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00
08-07-16	3	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00
08-07-16	4	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00
08-07-16	5	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00	11:30	0	4,500	0,000	0,00
	6															
	7															
<b>DATOS DE PENETRACIÓN</b>																
TIEMPO	PENETRACIÓN	CARGA	MOLDE #: 1				CARGA	MOLDE #: 2				CARGA	MOLDE #: 3			
			PRESIÓN	PRESIÓN CORREG	PRESIÓN ESTÁND.	C.B.R.		PRESIÓN	PRESIÓN CORREG	PRESIÓN ESTÁND.	C.B.R.		PRESIÓN	PRESIÓN CORREG	PRESIÓN ESTÁND.	C.B.R.
0,0	0	0	0			0	0				0	0				
0,5	25	952	317			175	58				127	42				
1,0	50	1833	611			675	225				746	249				
1,5	75	2817	939			1032	344				1127	376				
2,0	100	3507	1169	1169	1000	116,9	1992	664	664	1000	66,4	1547	516	516	1000	51,6
3,0	150	5571	1857				2817	939				1698	566			
4,0	200	6460	2153				4341	1447				2492	831			
5,0	250	7237	2412				5349	1783				2571	857			
6,0	300	7896	2632				5753	1918				2968	989			
8,0	400	9554	3185				7094	2365				3261	1087			
10,0	500	10316	3439				7332	2444				4174	1391			

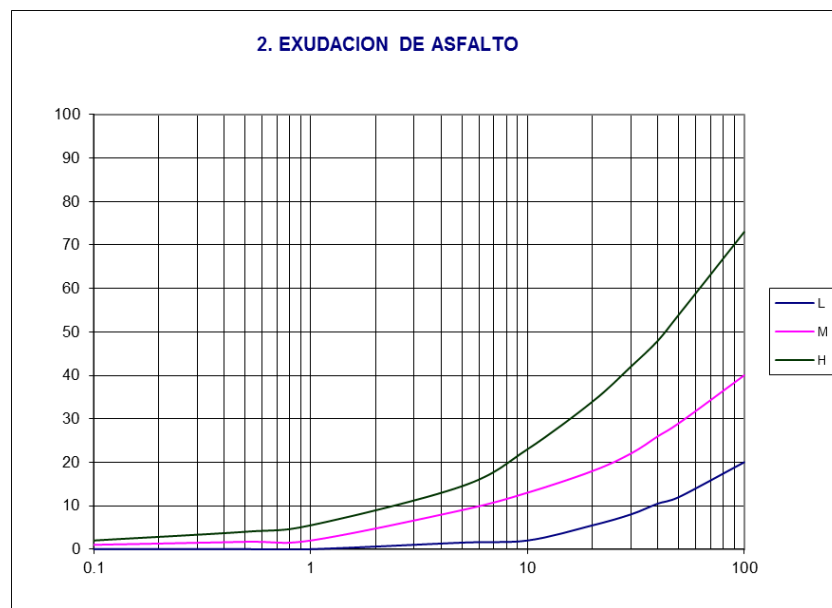
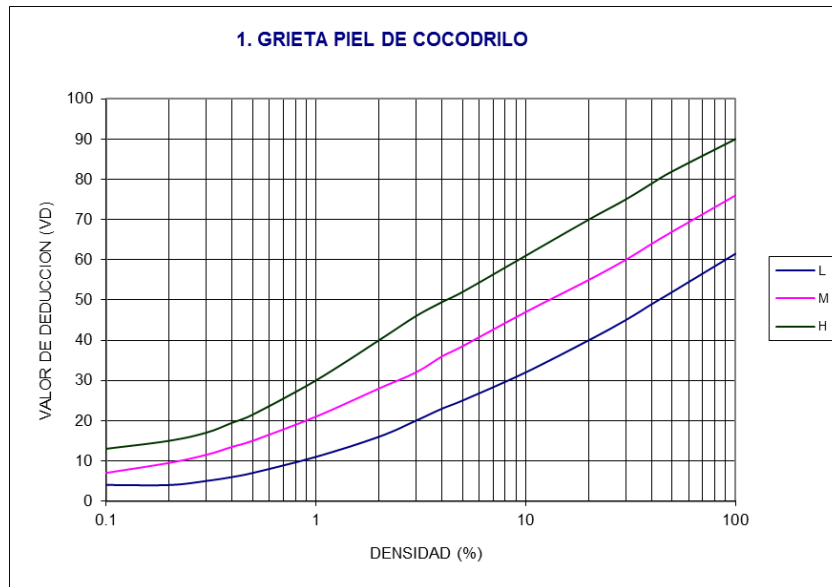
Ing. Tania Vera  
TESIS EN MAESTRÍALab. Stalin Cabrera R.  
Laboratorio de Geotécnia y EstructurasIng. Franklin Patiño  
TESIS EN MAESTRÍA

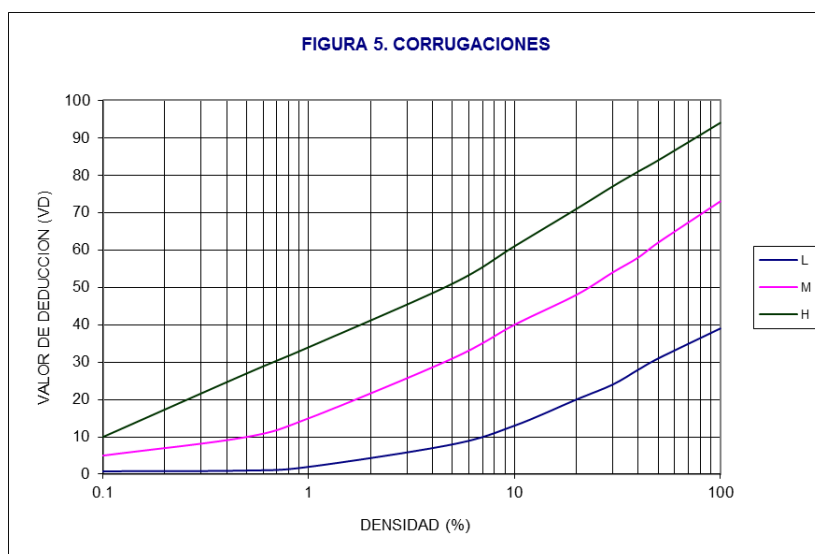
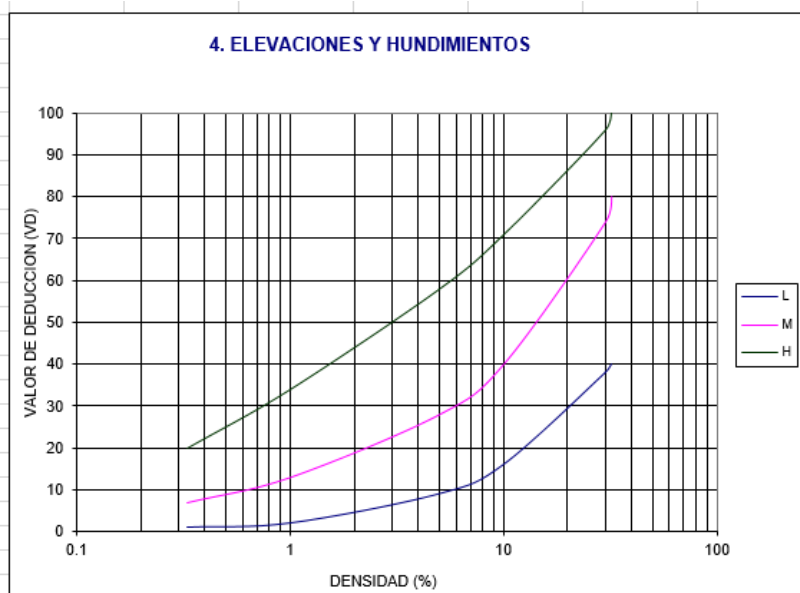
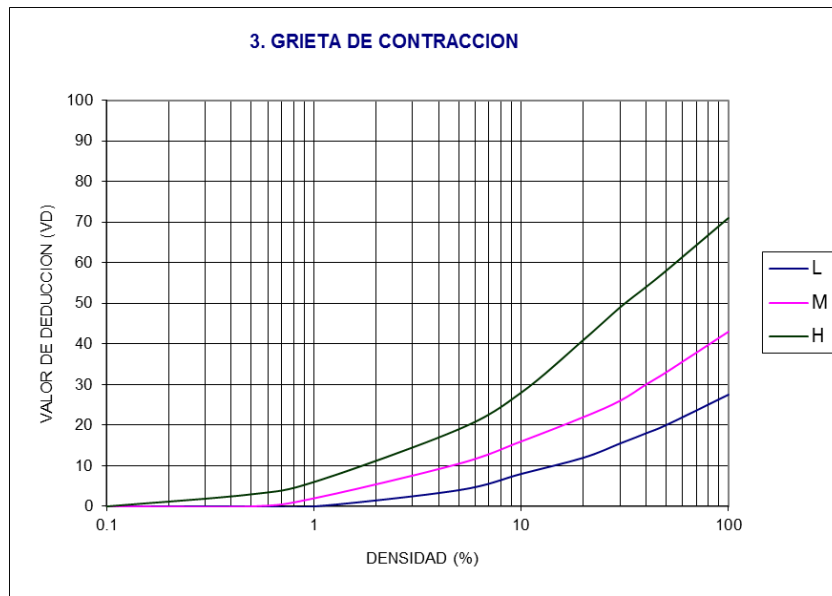


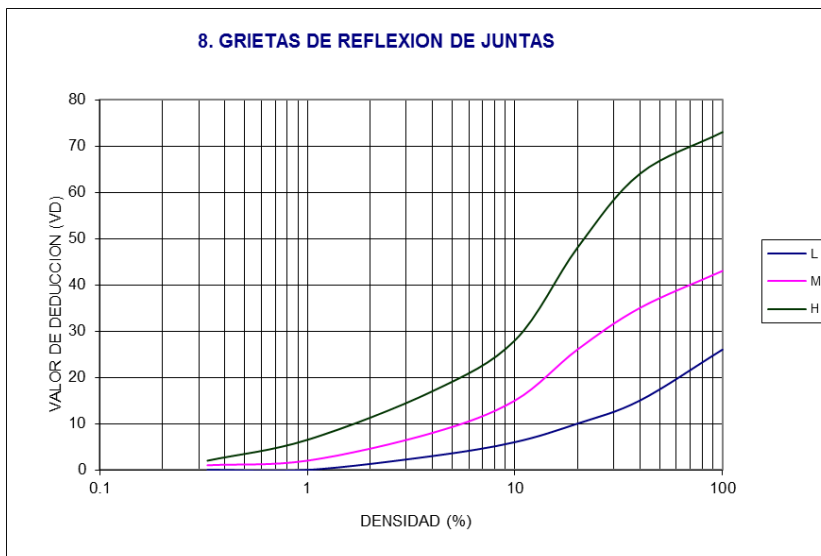
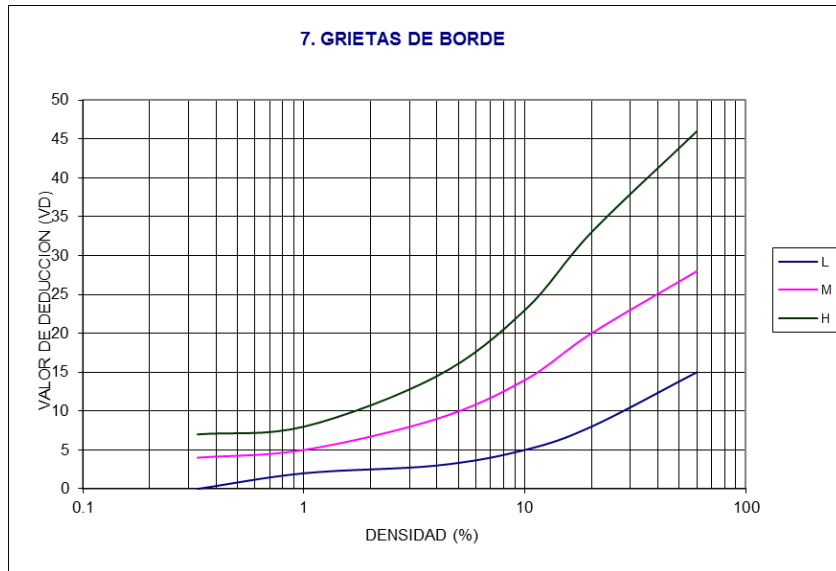
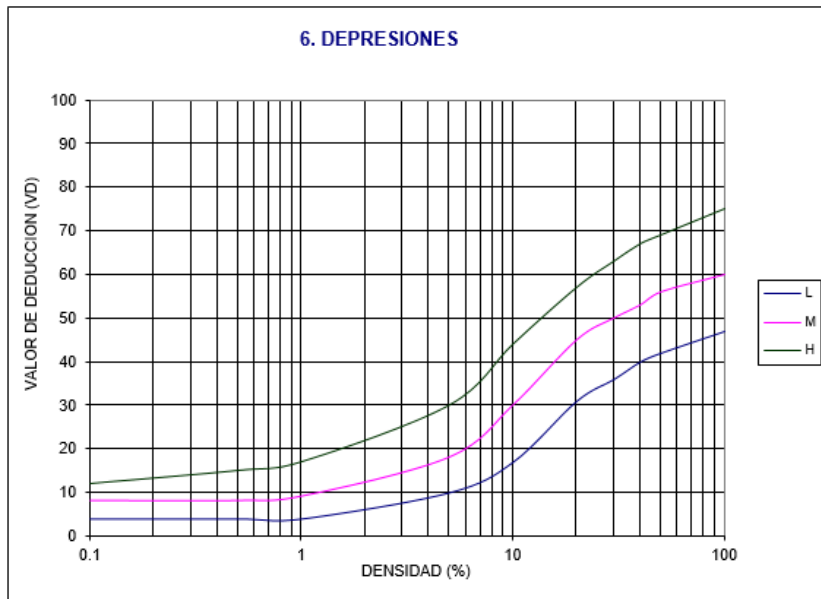
## Anexo 3.4 Determinación del estado de la capa de rodadura

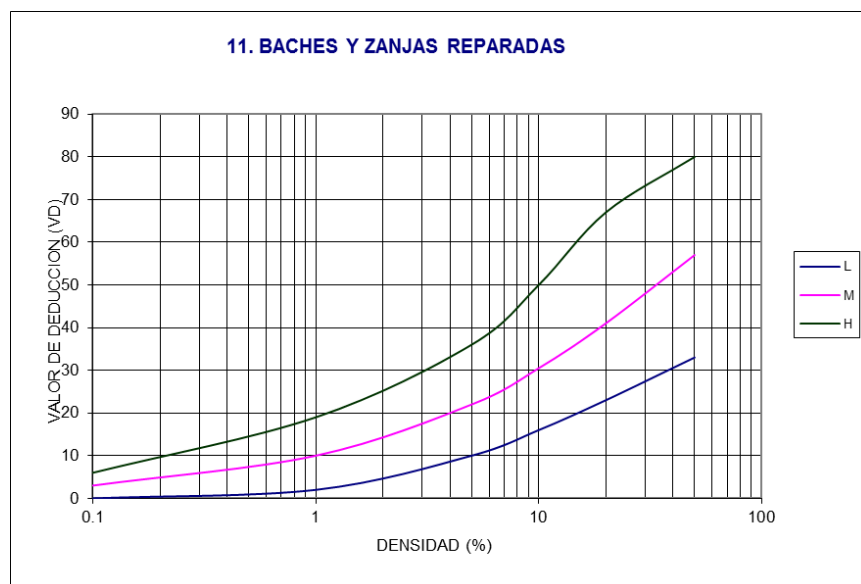
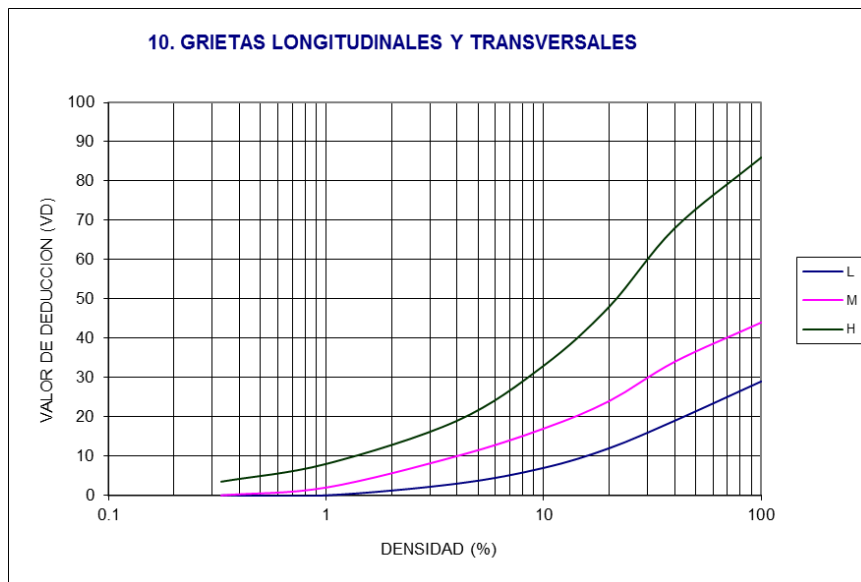
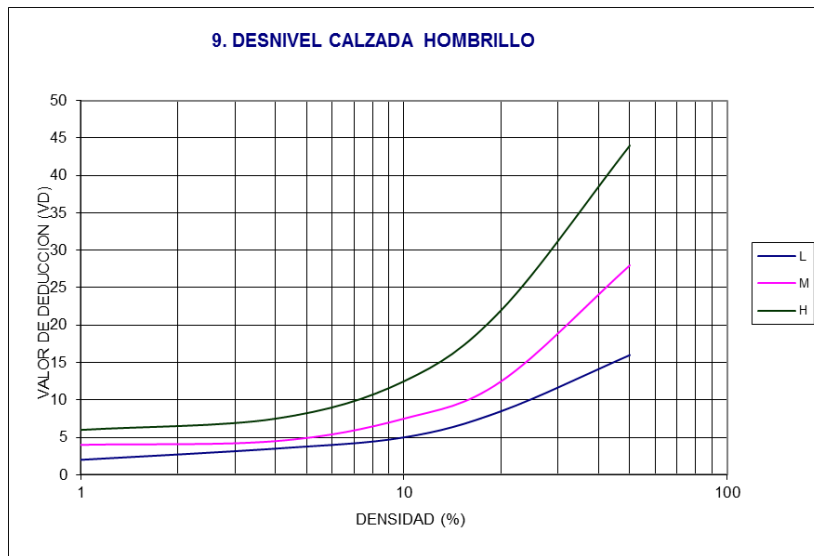
### Método de PCI

#### Anexo 3.4.1 Valor Deducido según Tipo de Falla

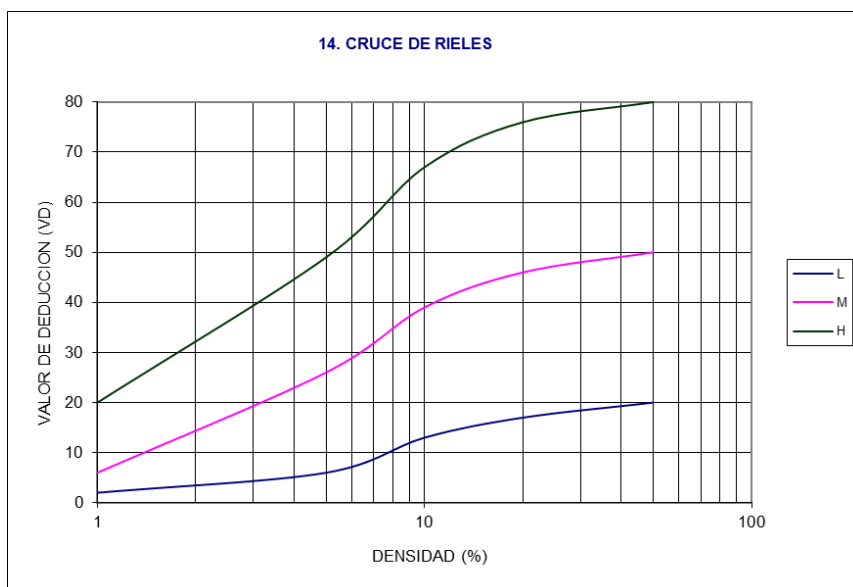
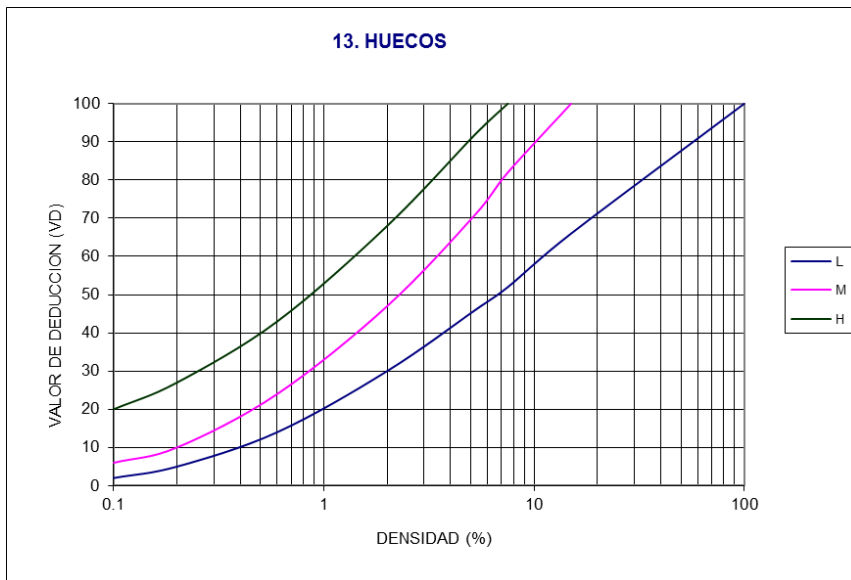
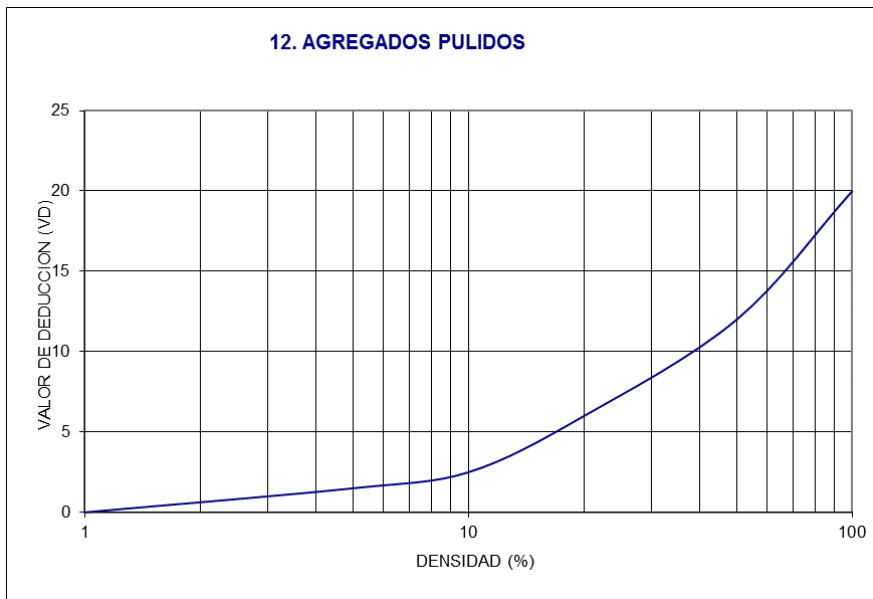


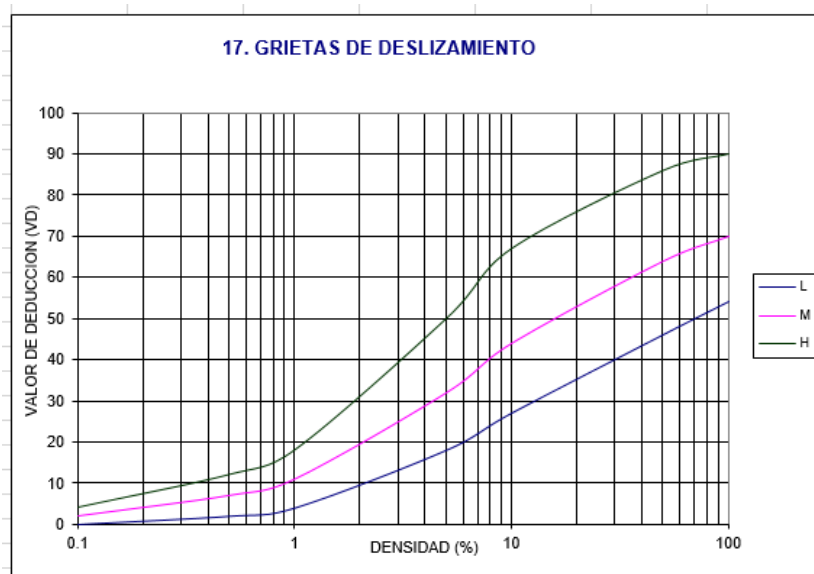
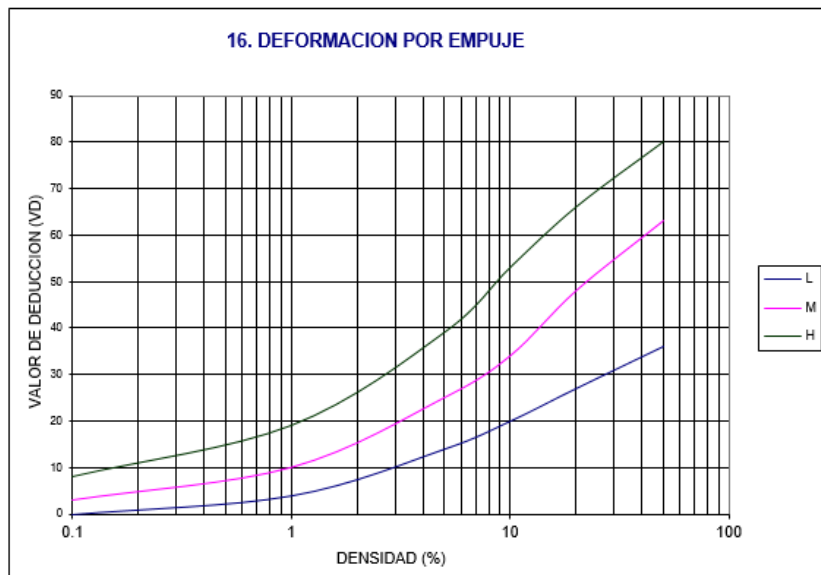
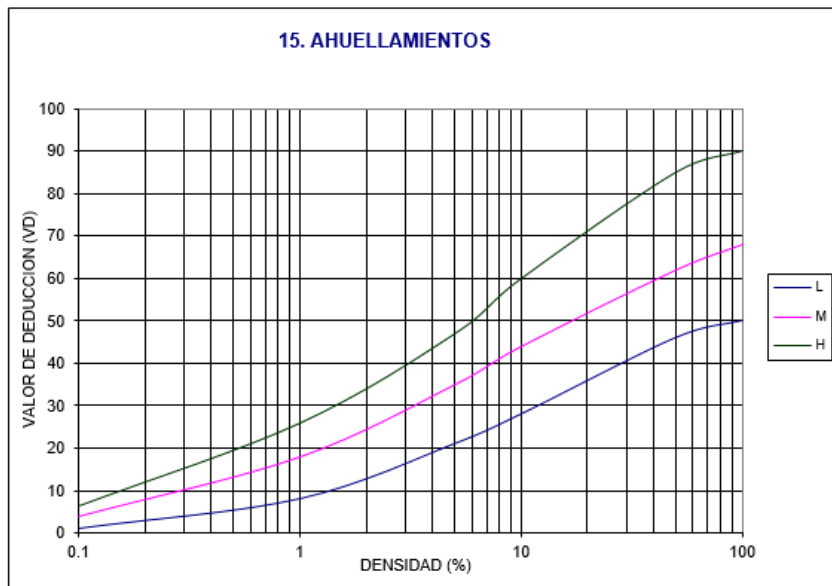


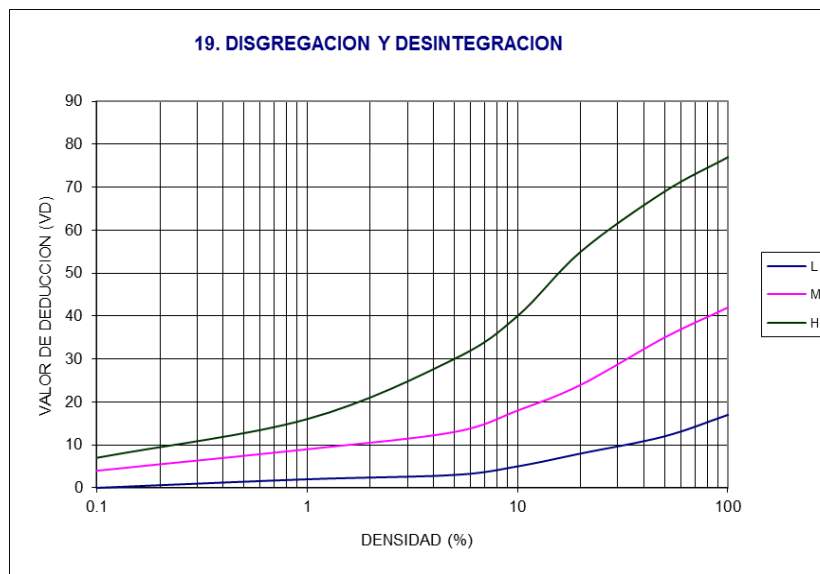
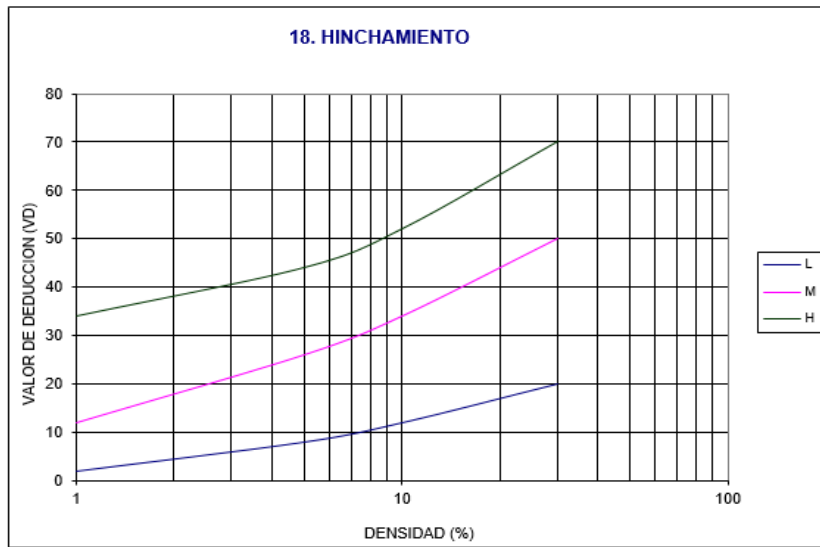




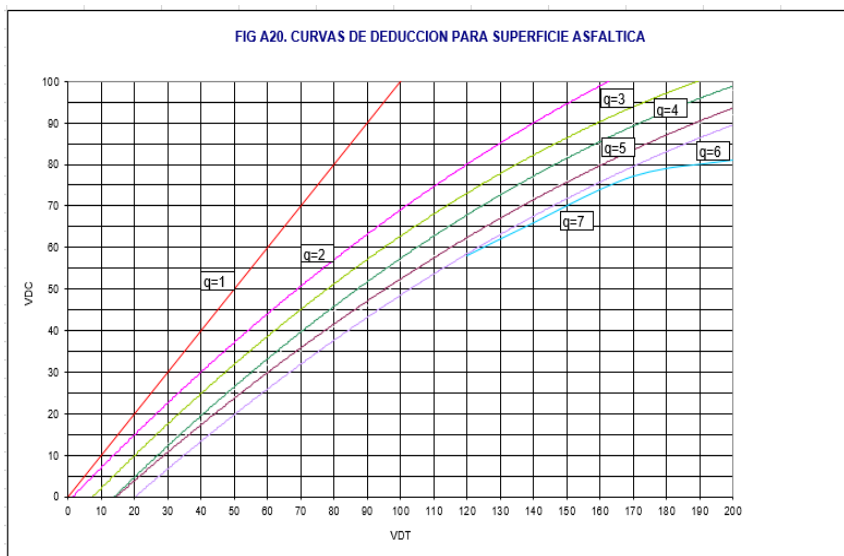








## Anexo 3.4.2 VALOR DEDUCIDO TOTAL





FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	% DENSIDAD	VALOR REDUCCION (VR)
1	H	21.3	0.418	20
	M	12.7	0.249	10
	L	2.32	0.045	4
13	H	21.08	0.413	37
	M	6.57	0.129	7
	L	0.21	0.004	2
10	H	18	0.353	3
	M	8	0.157	1
	L	4.3	0.084	1
TOTAL CDV				87

Área (m2) = 5100.02  
 Número de deducidos > 2 (q) = 6  
 Valor deducido más alto (HDVi) = 37  
 Número admisible de de deducidos (mi) = 6.79

CALCULO DEL PCI											
#	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	q	CDV
1	37	20	10	7	5	4	2	85.00	6	40	
2	37	20	10	7	5	4	1.57	84.57	6	40	
3	37	20	10	7	5	2	1.57	82.57	5	42	
4	37	20	10	7	2	2	1.57	79.57	4	46	
5	37	20	10	2	2	2	1.57	74.57	3	48	
6	37	20	2	2	2	2	1.57	66.57	2	48	
7	37	2	2	2	2	2	1.57	48.57	1	49	

máx. CDV = 49  
 PCI = 51                      ESTADO REGULAR

Anexo 3.4.3. (a) Cálculo PCI Troncal Amazónica - Mutinsa

FALLA (tipo)	SEVERIDAD	CANTIDAD	% DENSIDAD	VALOR REDUCCÓN (VR)
1	H	10.5	0.157	14
	M	31.12	0.467	14
	L	1.2	0.018	4
13	H	1.25	0.019	20
	M	4.76	0.071	7
	L	0.78	0.012	2
10	H		0.000	
	M	1.5	0.022	1
	L		0.000	
17	H	6.24	0.094	5
	M	2.72	0.041	3
	L	2.16	0.032	1
TOTAL CDV				71

Área (m2) = 6670.34  
 Número de deducidos > 2 (q) = 7  
 Valor deducido más alto (HDVi) = 20  
 Número admisible de de deducidos (m) = 8.35

CALCULO DEL PCI												
#	VALORES DEDUCIDOS									TOTAL	q	CDV
1	20	14	14	7	5	4	3	2	1	70.00	7	-
2	20	14	14	7	5	4	3	2	0.35	69.35	7	-
3	20	14	14	7	5	4	2	2	0.35	68.35	6	30
4	20	14	14	7	5	2	2	2	0.35	66.35	5	33
5	20	14	14	7	2	2	2	2	0.35	63.35	4	35
6	20	14	14	2	2	2	2	2	0.35	58.35	3	37
7	20	14	2	2	2	2	2	2	0.35	46.35	2	34
8	20	2	2	2	2	2	2	2	0.35	34.35	1	35

máx. CDV = 37  
 PCI = 63                      ESTADO BUENO

Anexo 3.4.3 (b) Cálculo PCI Troncal Amazónica -Bellavista



FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	% DENSIDAD	VALOR REDUCCION (VR)
1	H	13.53	0.62	26
	M	0.00	0.00	
	L	0.00	0.00	
2	H	3.75	0.17	3
	M	0.00	0.00	
	L	0.00	0.00	
19	H	10.00	0.46	13
	M	0.00	0.00	
	L	0.00	0.00	
TOTAL CDV				42

Área (m2) = 2189.86  
 Número de deducidos > 2 (q) = 3  
 Valor deducido más alto (HDVi) = 26  
 Número admisible de de deducidos (mi) = 7.80

CALCULO DEL PCI						
#	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	CDV
1	26	13	3	42	3	26
2	26	13	2	41	2	31
3	26	2	2	30	1	30

máx. CDV = 31  
 PCI = 69 **ESTADO BUENO**

Anexo 3.4.3 (c) Cálculo PCI Camal de Méndez

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	% DENSIDAD	VALOR REDUCCION (VR)
1	H	19.5	0.579	24
	M	2.9	0.086	8
	L	1.3	0.039	4
13	H	2.49	0.074	20
	M	1.87	0.056	9
	L	0.20	0.006	2
TOTAL CDV				65

Área (m2) = 3370.00  
 Número de deducidos > 2 (q) = 5  
 Valor deducido más alto (HDVi) = 24  
 Número admisible de de deducidos (mi) = 7.98

CALCULO DEL PCI									
#	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV	
1	24	20	8	8	4	2	66	5	33
2	24	20	8	8	2	2	64	4	36
3	24	20	8	2	2	2	58	3	37
4	24	20	2	2	2	2	52	2	38
5	24	2	2	2	2	2	34	1	35

máx. CDV = 38  
 PCI = 62 **ESTADO BUENO**

Anexo 3.4.3 (d) Cálculo PCI Vía Junto a la pista de aterrizaje – Patuca



	AÑO	CANTÓN		
		MORONA	SANTIAGO DE MENDEZ (PATUCA)	SUCÚA
	1950	6961		
<b>Morona Santiago</b>	1951	6965		
<b>i</b>   0.06%	1952	6969		
<b>Santiago de Méndez</b>	1953	6973		
<b>i</b>	1954	6977		
<b>Sucúa</b>	1955	6981		
<b>i</b>	1956	6984		
	1957	6988		
	1958	6992		
	1959	6996		
	1960	7000		
	1961	7004		
	1962	7008	3985	5338
	1963	7537	4152	5610
<b>Morona Santiago</b>	1964	8106	4326	5896
<b>Total=</b>   7.55%	1965	8719	4508	6197
<b>Santiago de Méndez</b>	1966	9377	4697	6513
<b>i</b>   4.19%	1967	10085	4894	6845
<b>Sucúa</b>	1968	10847	5099	7194
<b>i</b>   5.10%	1969	11666	5313	7560
	1970	12547	5536	7946
	1971	13494	5768	8351
	1972	14513	6010	8776
	1973	15609	6262	9224
	1974	16788	6525	9694
<b>Morona Santiago</b>	1975	17827	6652	9974
<b>i</b>   6.19%	1976	18931	6781	10262
<b>Santiago de Méndez</b>	1977	20103	6913	10558
<b>i</b>   1.94%	1978	21347	7048	10863
<b>Sucúa</b>	1979	22669	7185	11177
<b>i</b>   2.89%	1980	24072	7324	11499
	1981	25563	7467	11831
	1982	27145	7612	12173
<b>Morona Santiago</b>	1983	27424	7714	12441
<b>Total</b>   1.03%	1984	27705	7818	12716
<b>Santiago de Méndez</b>	1985	27990	7922	12996
<b>i</b>   1.34%	1986	28277	8029	13282
<b>Sucúa</b>	1987	28567	8136	13575
<b>i</b>   2.20%	1988	28860	8245	13875
	1989	29157	8356	14180
	1990	29456	8468	14493
	1991	29626	8417	14486
<b>Morona Santiago</b>	1992	29797	8366	14478
<b>Total</b>   0.58%	1993	29968	8315	14471
<b>Santiago de Méndez</b>	1994	30141	8265	14463
<b>i</b>   -0.60%	1995	30315	8215	14456
<b>Sucúa</b>	1996	30490	8166	14449
<b>i</b>   -0.05%	1997	30666	8116	14441
	1998	30842	8067	14434
	1999	31020	8019	14427
	2000	31199	7970	14419
	2001	31379	7922	14412
	2002	32339	8064	14801
<b>Morona Santiago</b>	2003	33328	8208	15201
<b>Total</b>   3.06%	2004	34348	8356	15611
<b>Santiago de Méndez</b>	2005	35399	8505	16033
<b>i</b>   1.79%	2006	36482	8658	16466
<b>Sucúa</b>	2007	37598	8813	16911
<b>i</b>   2.70%	2008	38748	8971	17367
	2009	39933	9131	17836
	2010	41155	9295	18318
	2011	42414	9462	18813
	2012	43712	9631	19321
	2013	45049	9804	19842
	2014	46427	9979	20378
	2015	47847	10158	20929
	2016	49311	10340	21494
	2017	50820	10525	22074
	2018	52374	10714	22670
	2019	53977	10906	23283
	2020	55628	11101	23911
	2021	57330	11300	24557
	2022	59084	11503	25220
	2023	60891	11709	25901
	2024	62754	11919	26601
	2025	64674	12132	27319

Anexo 3.5 Proyección Censo poblacional



AJUSTE CURVA LOGISTICA						
Valor Ts						
150						
Año	Población	P. Automotor Livianos	Tm	Y=ln(Ts/Tm-1)	Tm Ajustado	Livianos Ajustado
1950	6961				0.00	0
1951	6965				0.00	0
1952	6969				0.01	0
1953	6973				0.01	0
1954	6977				0.01	0
1955	6981				0.01	0
1956	6984				0.01	0
1957	6988				0.01	0
1958	6992				0.02	0
1959	6996				0.02	0
1960	7000				0.02	0
1961	7004				0.03	0
1962	7008				0.03	0
1963	7537				0.04	0
1964	8106				0.05	0
1965	8719				0.05	0
1966	9377				0.06	1
1967	10085				0.08	1
1968	10847				0.09	1
1969	11666				0.11	1
1970	12547				0.13	2
1971	13494				0.15	2
1972	14513				0.18	3
1973	15609				0.22	3
1974	16788				0.26	4
1975	17827				0.30	5
1976	18931				0.36	7
1977	20103				0.43	9
1978	21347				0.51	11
1979	22669				0.61	14
1980	24072				0.72	17
1981	25563				0.85	22
1982	27145				1.01	27
1983	27424				1.20	33
1984	27705				1.42	39
1985	27990				1.69	47
1986	28277				2.00	57
1987	28567				2.37	68
1988	28860				2.81	81
1989	29157				3.32	97
1990	29456				3.93	116
1991	29626				4.65	138
1992	29797				5.49	164
1993	29968				6.48	194
1994	30141				7.63	230
1995	30315				8.98	272
1996	30490				10.55	322
1997	30666				12.37	379
1998	30842	663	21.496	1.79	14.46	446
1999	31020	733	23.630	1.68	16.88	524
2000	31199	782	25.065	1.61	19.63	612
2001	31379	931	29.670	1.40	22.76	714
2002	32339	672	20.780	1.83	26.29	850
2003	33328	935	28.054	1.47	30.23	1008
2004	34348	1198	34.878	1.19	34.60	1188
2005	35399	1050	29.662	1.40	39.39	1395
2006	36482	1321	36.210	1.15	44.60	1627
2007	37598	1276	33.938	1.23	50.17	1886
2008	38748	1138	29.369	1.41	56.07	2173
2009	39933	1910	47.830	0.76	62.24	2485
2010	41155	2483	60.333	0.40	68.58	2823
2011	42414	3282	77.380	-0.06	75.03	3182
2012	43712	3643	83.342	-0.22	81.47	3561
2013	45049	4727	104.931	-0.85	87.81	3956
2014	46427	5745	123.743	-1.55	93.97	4363
2015	47847				99.87	4779
2016	49311				105.45	5200
2017	50820				110.64	5623
2018	52374				115.43	6046
2019	53977				119.80	6466
2020	55628				123.74	6883
2021	57330				127.27	7296
2022	59084				130.39	7704
2023	60891				133.14	8107
2024	62754				135.55	8506
2025	64674				137.65	8902

Tasas de Crecimiento	Livianos
2014 - 2015	9.53
2015 - 2020	7.57
2020 - 2025	5.28

Anexo 3.6 (a) Ajuste Curva Logística Morona Santiago



AJUSTE CURVA LOGISTICA						
Valor Ts						
580						
Año	Población	P. Automotor Livianos	Tm	$Y=\ln(Ts/Tm-1)$	Tm Ajustado	Livianos Ajustado
1950	0				0.00	0
1951	0				0.00	0
1952	0				0.00	0
1953	0				0.00	0
1954	0				0.00	0
1955	0				0.00	0
1956	0				0.00	0
1957	0				0.00	0
1958	0				0.00	0
1959	0				0.00	0
1960	0				0.00	0
1961	0				0.00	0
1962	3985				0.00	0
1963	4152				0.00	0
1964	4326				0.01	0
1965	4508				0.01	0
1966	4697				0.01	0
1967	4894				0.01	0
1968	5099				0.02	0
1969	5313				0.02	0
1970	5536				0.03	0
1971	5768				0.03	0
1972	6010				0.04	0
1973	6262				0.06	0
1974	6525				0.08	0
1975	6652				0.10	1
1976	6781				0.13	1
1977	6913				0.17	1
1978	7048				0.22	2
1979	7185				0.28	2
1980	7324				0.37	3
1981	7467				0.48	4
1982	7612				0.62	5
1983	7714				0.81	6
1984	7818				1.05	8
1985	7922				1.37	11
1986	8029				1.78	14
1987	8136				2.32	19
1988	8245				3.02	25
1989	8356				3.92	33
1990	8468				5.09	43
1991	8417				6.61	56
1992	8366				8.57	72
1993	8315				11.10	92
1994	8265				14.37	119
1995	8215				18.56	153
1996	8166				23.93	195
1997	8116				30.76	250
1998	8067	663	82.183	1.80	39.41	318
1999	8019	733	91.413	1.68	50.27	403
2000	7970	782	98.116	1.59	63.76	508
2001	7922	931	117.521	1.37	80.32	636
2002	8064	672	83.334	1.79	100.35	809
2003	8208	935	113.907	1.41	124.13	1019
2004	8356	1198	143.378	1.11	151.77	1268
2005	8505	1050	123.454	1.31	183.09	1557
2006	8658	1321	152.582	1.03	217.59	1884
2007	8813	1276	144.790	1.10	254.42	2242
2008	8971	1138	126.858	1.27	292.46	2624
2009	9131	1910	209.169	0.57	330.41	3017
2010	9295	2483	267.133	0.16	367.00	3411
2011	9462	3282	346.878	-0.40	401.13	3795
2012	9631	3643	378.255	-0.63	432.00	4161
2013	9804	4727	482.168	-1.60	459.14	4501
2014	9979	5745	575.691	-4.89	482.43	4814
2015	10158				502.00	5099
2016	10340				518.14	5358
2017	10525				531.27	5592
2018	10714				541.82	5805
2019	10906				550.21	6001
2020	11101				556.84	6182
2021	11300				562.04	6351
2022	11503				566.10	6512
2023	11709				569.26	6665
2024	11919				571.71	6814
2025	12132				573.61	6959

Tasas de Crecimiento	Livianos	Buses y Camiones
2014 - 2015	5.92	1.79
2015 - 2020	3.92	1.79
2020 - 2025	2.40	1.79

Anexo 3.6 (b) Ajuste Curva Logística Méndez





AJUSTE CURVA LOGISTICA							Tasas de Crecimiento		
Año	Población	P. Automotor Livianos	Tm	Valor Ts	Tm Ajustado	Livianos Ajustado	2014 - 2015	Livianos	Buses y Camiones
				Y=ln(Ts/Tm-1)					
				285					
1950	0				0.00	0	2014 - 2015	6.85	2.70
1951	0				0.00	0	2015 - 2020	4.94	2.70
1952	0				0.00	0	2020 - 2025	3.39	2.70
1953	0				0.00	0			
1954	0				0.00	0			
1955	0				0.00	0			
1956	0				0.00	0			
1957	0				0.00	0			
1958	0				0.00	0			
1959	0				0.00	0			
1960	0				0.00	0			
1961	0				0.00	0			
1962	5338				0.00	0			
1963	5610				0.01	0			
1964	5896				0.01	0			
1965	6197				0.01	0			
1966	6513				0.01	0			
1967	6845				0.01	0			
1968	7194				0.02	0			
1969	7560				0.02	0			
1970	7946				0.02	0			
1971	8351				0.03	0			
1972	8776				0.04	0			
1973	9224				0.05	0			
1974	9694				0.07	1			
1975	9974				0.09	1			
1976	10262				0.11	1			
1977	10558				0.14	1			
1978	10863				0.18	2			
1979	11177				0.23	3			
1980	11499				0.29	3			
1981	11831				0.38	4			
1982	12173				0.48	6			
1983	12441				0.62	8			
1984	12716				0.79	10			
1985	12996				1.01	13			
1986	13282				1.30	17			
1987	13575				1.66	22			
1988	13875				2.12	29			
1989	14180				2.71	38			
1990	14493				3.46	50			
1991	14486				4.41	64			
1992	14478				5.63	81			
1993	14471				7.17	104			
1994	14463				9.11	132			
1995	14456				11.57	167			
1996	14449				14.64	212			
1997	14441				18.49	267			
1998	14434	663	45.933	1.65	23.25	336			
1999	14427	733	50.809	1.53	29.11	420			
2000	14419	782	54.233	1.45	36.24	523			
2001	14412	931	64.599	1.23	44.81	646			
2002	14801	672	45.402	1.66	54.96	814			
2003	15201	935	61.509	1.29	66.77	1015			
2004	15611	1198	76.739	1.00	80.24	1253			
2005	16033	1050	65.490	1.21	95.23	1527			
2006	16466	1321	80.226	0.94	111.50	1836			
2007	16911	1276	75.455	1.02	128.66	2176			
2008	17367	1138	65.525	1.21	146.24	2540			
2009	17836	1910	107.085	0.51	163.71	2920			
2010	18318	2483	135.550	0.10	180.55	3307			
2011	18813	3282	174.457	-0.46	196.31	3693			
2012	19321	3643	188.554	-0.67	210.68	4070			
2013	19842	4727	238.226	-1.63	223.45	4434			
2014	20378	5745	281.917	-4.52	234.55	4780			
2015	20929				244.02	5107			
2016	21494				251.96	5415			
2017	22074				258.52	5707			
2018	22670				263.90	5983			
2019	23283				268.25	6246			
2020	23911				271.75	6498			
2021	24557				274.55	6742			
2022	25220				276.77	6980			
2023	25901				278.53	7214			
2024	26601				279.93	7446			
2025	27319				281.02	7677			

Anexo 3.6 (d) Ajuste Curva Logística Sucúa