

# ESTUDIO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y GEOTÉCNICO DE LA VÍA QUE CONDUCE A LOS DEPÓSITOS CONJUNTOS DE MUNICIONES " TAURA "

PATRICIO ROMERO, FRANCO ROJAS, Msc. <sup>2</sup>, JAVIER URBINA, Est. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de las Fuerzas Armadas Espe, Ecuador, javieru139ing@hotmail.com

## 1. RESUMEN

*El presente documento contiene el " ESTUDIO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y GEOTÉCNICO DE LA VIA QUE CONDUCE AL DEPÓSITO CONJUNTO DE MUNICIONES " TAURA ", ubicado en las instalaciones de la Base Aérea de Taura, ubicado en la Provincia del Guayas, Cantón Naranjal de la Parroquia de Taura. Para satisfacer el requerimiento del COMANDO CONJUNTO DE LAS FUERZAS ARMADAS, se realizó un estudio de la funcionalidad que tendrá la mencionada vía tanto para el apoyo al desenvolvimiento normal de las labores en la Base Aérea de Taura, así como también en cuanto para su uso en Operaciones Militares. La red vial interna de la Base cuenta con diseños horizontales y verticales definitivos respetando las diferentes normas del M.T.O.P, lo cual nos permitió tomar como premisa los diseños ya existentes, los estudios de suelos realizados para poder tomar una decisión correcta y acorde con todos los requerimientos.*

### **PALABRAS CLAVES:**

- Flexible.
- Rígido.
- AASHTO.
- Presupuesto.
- normas.

## 2. ABSTRACT

*This document contains the " STUDY, GEOMETRIC DESIGN AND GEOTECHNICAL WAY LEADING TO SET AMMUNITION DEPOT "TAURA", located on the premises of the Taura Air Base, located in the Guayas Province, Canton Naranjal of the Parish of Taura. To meet the requirement of COMMAND OF THE ARMED FORCES haw, a study of the functionality that the above procedure will both support the normal development of the work in the Taura Air Base, as well as for use in Military Operations.*

*The internal road network Base has horizontal and vertical designs definitive respecting different M.T.O.P standards, which allowed us to take as a premise the existing designs, soil studies conducted in order to make a correct decision and in accordance with all requirements.*

## **KEYWORDS :**

- *Flexible.*
- *Rígido.*
- *AASHTO.*
- *Budget.*
- *standars.*

### **3. INTRODUCCIÓN**

La vial interna actual de la Base de Taura cuenta con diseños horizontales y verticales definitivos, respetando las diferentes normas vigentes del MTOP, dentro de este contexto se toma como premisa este particular y en la actualidad el presente documento toma base la norma NEVI-12, propuesta por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas en el año 2013. Todas las longitudes que figuren en los documentos y planos de un Estudio Vial se expresan en metros (m), centímetros (cm) o milímetros (mm), según sea la especialidad de que se trate, debiendo cada cifra estar acompañada de la unidad que le corresponda, o bien si se trata de un plano, incluir una nota destacada que indique, por ejemplo, " DIMENSIONES EN MILÍMETROS (mm), SALVO INDICACION EXPRESA EN CONTRARIO". En los documentos y planos relativos a trazados en planta y elevación, así como toda vez que deba hacer referencia a una cierta distancia acumulada referida a un cierto origen, a la cifra correspondiente se le antepondrá la sigla " Dm " (Abscisa), correspondiente al concepto " Distancia Acumulada en metros ". Consecuentemente, se abandona a partir de la fecha de entrada en vigencia de este Volumen del NEVI-12, el concepto de Kilometraje y su unidad el Kilómetro, reemplazándolas por el concepto de Distancia Acumulada y su notación en los diseños para vías en el Ecuador " Dm " (Abscisa), como se indica en el siguiente ejemplo: **Dm 252.324,843 ( Nueva Notación )**

Para satisfacer los requerimientos del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, se investiga la necesidad e importancia en la que radica la ejecución del estudio y diseño geométrico y geotécnico de la vía que conducirá a los Depósitos de Munición Conjunta " Taura " , como parte del "PROYECTO DE PROTECCIÓN A LA POBLACIÓN CIVIL EN EL ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MUNICIONES Y EXPLOSIVOS DE LAS FUERZAS ARMADAS". Se toma como premisa que la infraestructura vial incide mucho en la economía de un país y específicamente sí la vía en mención se constituye en un factor de importancia dentro de la Seguridad Nacional del Estado, por lo que se hace necesario se tomen en cuenta todos los parámetros que pueden incidir favorable o desfavorablemente en la ejecución del proyecto. Por otra parte se debe tomar en cuenta también el alto costo de inversión, construcción, mantenimiento y/o rehabilitación que demandaría el incorrecto estudio y diseño de la vía.

Dentro del contexto del diseño de pavimentos se acepta que el dimensionamiento de estas estructuras permite establecer las características de los materiales de las distintas capas del pavimento y sus respectivos espesores, de tal forma que el pavimento mantenga un nivel de servicio aceptable durante la vida de servicio estimada. En general se pueden anotar dos clases de estructuras de pavimento: flexibles y rígidos; la principal diferencia entre estos es la forma como se reparten las cargas. Desde el punto de vista de diseño, los pavimentos flexibles se forman de una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema de capas.

Los pavimentos rígidos tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen las cargas sobre un área grande, la consideración más importante es la resistencia estructural del hormigón asfáltico y el material que lo conforman.

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS.

Como punto de partida de cualquier trabajo de ingeniería se tomará de base la topografía existente en el sector del proyecto, es por esto que para este proyecto se debió iniciar ejecutando la topografía del sector

**Tabla I : PROCESO PARA LA TOPOGRAFÍA**

<b>TRABAJOS DE PLANIFICACION</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Equipo Topográfico a utilizarse (ESTACIÓN TOTAL SOKIA, con PRISMAS PARA TOMA DE DATOS).</li><li>❖ Personal para trabajo de campo (CADENEROS).</li><li>❖ Selección de material de Apoyo (CINTA METRICA, ESTACAS, PINTURA, CLAVOS, CHALECOS REFLECTIVOS, MACHETES).</li><li>❖ Disponibilidad de transporte.</li><li>❖ Visita de campo al sitio del proyecto.</li></ul>
<b>TRABAJOS DE CAMPO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Colocación de puntos de referencia.</li><li>❖ Medición de ancho de vía existente.</li><li>❖ Ubicación de estaciones.</li><li>❖ Levantamiento de la faja para la vía a diseñarse.</li><li>❖ Ubicación de puntos de referencia IGM.</li></ul>
<b>TRABAJOS DE GABINETE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Importar datos de la Estación Sokia.</li><li>❖ Procesamiento de datos con la ayuda de un computador y el software respectivo.</li><li>❖ Dibujo del plano en AUTOCAD con los datos obtenidos</li></ul>

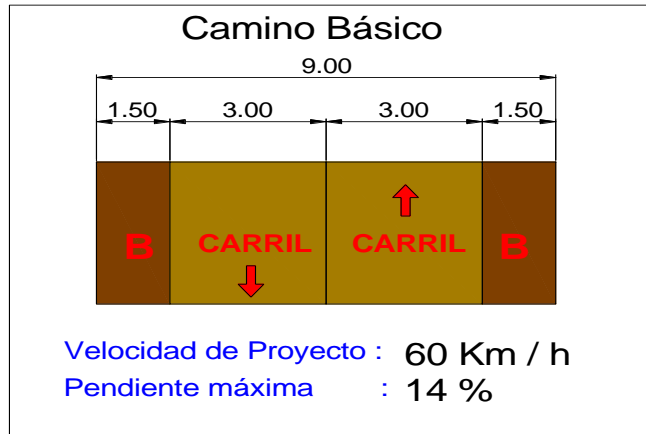
El levantamiento topográfico debe incluir aquellos trabajos de campo que comprendan el alineamiento y planimetría, necesarios para establecer una faja suficientemente ancha para permitir proyectar en la oficina la línea definitiva.



**Fig. 1 : Ejecución de la Topografía**

Antes de cualquier diseño vial, se deben tomar en cuenta las políticas, criterios, procedimientos y métodos para el desarrollo de los estudios para proyectos viales con una base de información amplia y confiable, referente a los diversos temas técnicos y criterios viales que conforman la realidad geopolítica de la zona de cruce del proyecto, para establecer la ruta y el trazado más conveniente para el desarrollo zonal y nacional, relacionado con aspectos tales como : facilidades de movilidad, el riesgo sísmico local, la seguridad vial, estabilidad de

taludes y la clasificación y tipología de la ruta. La aplicabilidad de la NEVI-12, deberá ser observada por proyectistas, constructores y por cualquier persona o entidad que desarrolle estudios y trabajos para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Tomando como base la norma NEVI-12 para el caso presente documento se ha diseñado una vía tipo C2 ( Camino Básico ) como se muestra en la figura No2.



**Fig. 2 Tipo de Vía a Diseñarse**

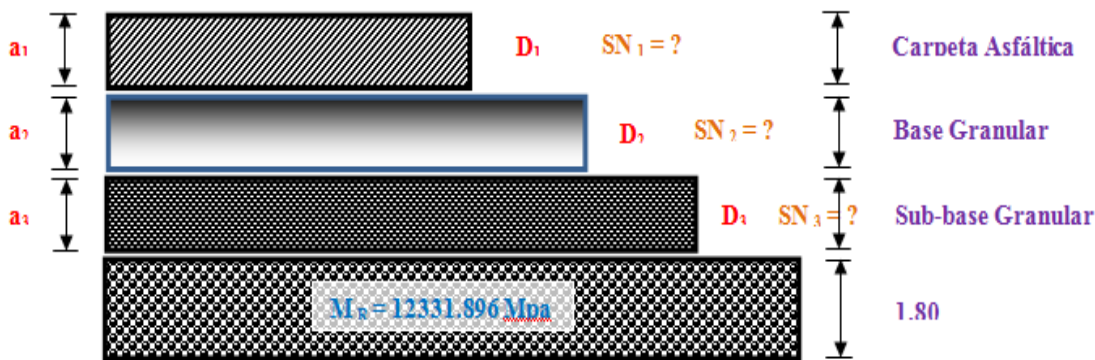
Otro aspecto importante que se ha tomado en cuenta es el estudio de suelos en el lugar donde se asentará el proyecto y luego de la ejecución de las respectivas calicatas, se llevó las muestras al laboratorio para la realización de granulometría, límite plástico y líquido, compactación, proctor modificado y Cbr para en base a este último parámetro proponer el diseño final de la vía.



**Fig. 3 Ejecución de Ensayos de Laboratorio**

Una vez ya con los resultados de cada uno de los ensayos se pudo determinar que el suelo es una arcilla limosa de baja plasticidad con un Índice de Soporte California de 1,7 que es demasiado baja para el diseño de una vía por lo que en Base al estudio de la Portland Cement Asociación se decidió la colocación de una capa de mejoramiento de 1,50 cm con lo que se elevó el CBR a 11,7 lo cual nos permitió continuar con el método de la AASHTO 93 para pavimento flexible y el PCA para el pavimento Rígido.

A continuación se presenta un esquema de cálculo para el método AASHTO 93 :



**Fig. 4 Esquema de Cálculo del Pavimento**

Para la ejecución del cálculo de las diferentes capas se utilizó el programa de diseño de la AASHTO desarrollado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez en el año 2004 y del cual se obtuvo lo siguiente :

**Tabla II Resultados al Aplicar el método AASTHO 93**

ORD	Descripción	Coeficiente	Número Estructural	Espesor Capa
1	Sub-Base Granular	a <sub>1</sub> 0.173	SN <sub>1</sub> 2.941	20.00 cm
2	Base-Granular	a <sub>2</sub> 0.056	SN <sub>2</sub> 0.840	19.50 cm
3	Carpeta Asfáltica	a <sub>3</sub> 0.043	SN <sub>3</sub> 3.880	7.500 cm

En cuanto al método PCA basado en tablas y probar las solicitaciones del concreto tanto por fatiga como erosión, en la cual la primera se hace mención a la condición más crítica ocurre cuando la llanta del camión está colocada en el borde longitudinal a la mitad entre dos juntas transversales. El espacio entre juntas y tipo de junta que tienen mecanismos de transferencia de carga son ignorados en el análisis de fatiga por su mínimo efecto en el espesor del pavimento. Sin embargo, la magnitud de los esfuerzos críticos se ven reducidos, cuando se usa acotamiento de concreto hidráulico. En resumen se realiza un análisis por fatiga para proteger al pavimento contra la acción de los esfuerzos por la acción repetida de las cargas y para el segundo caso La deflexión crítica para pavimentos con juntas ocurre en la esquina de losa cuando hay una carga cerca de la esquina. En resumen el análisis por erosión sirve para limitar los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes de las losas, juntas, esquinas y controlar así la erosión de la fundación y de los materiales de las bermas.

Una vez ejecutado el procedimiento de diseño se obtiene la siguiente tabla final de resultados :

**Tabla III Método PCA para Diseño de Pavimentos Flexibles**

Carga KN	Carga Seguridad	Repeticiones Esperadas	ANALISIS POR FATIGA		ANALISIS EROSIÓN	
			Rep. Adm.	% Fatiga	Rep. Adm.	% Fatiga
<b>EJES SIMPLES</b>						
	(Tab 6a, 6b )	<b>Esfuerzo Equivalente</b>	=	0,885		
	( Esf / MR )	<b>Relación de Esfuerzo</b>	=	0,201		
		<b>Factor de Erosión</b>	=	2,285		
<b>68,6</b>	<b>82,32</b>	<b>1095000</b>	<b>Infinito</b>	<b>0</b>	<b>Infinito</b>	<b>0</b>
Carga KN	Carga Seguridad	Repeticiones Esperadas	ANALISIS POR FATIGA		ANALISIS EROSIÓN	
			Rep. Adm.	% Fatiga	Rep. Adm.	% Fatiga
<b>EJES TANDEM</b>						
	(Tab 6a, 6b )	<b>Esfuerzo Equivalente</b>	=	0,802		
	( Esf / MR )	<b>Relación de Esfuerzo</b>	=	0,182		
		<b>Factor de Erosión</b>	=	2,452		
<b>196</b>	<b>235,2</b>	<b>1095000</b>	<b>Infinito</b>	<b>0</b>	<b>10400000</b>	<b>10,53</b>
Carga KN	Carga Seguridad	Repeticiones Esperadas	ANALISIS POR FATIGA		ANALISIS EROSIÓN	
			Rep. Adm.	% Fatiga	Rep. Adm.	% Fatiga
<b>EJES TRIDEM</b>						
	(Tab 6a, 6b )	<b>Esfuerzo Equivalente</b>	=	0,613		
	( Esf / MR )	<b>Relación de Esfuerzo</b>	=	0,139		
		<b>Factor de Erosión</b>	=	2,603		
<b>235,2</b>	<b>282,24</b>	<b>1095000</b>	<b>Infinito</b>	<b>0</b>	<b>10600000</b>	<b>10,33</b>
			<b>TOTAL FATIGA</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL EROSION</b>	<b>20,86</b>

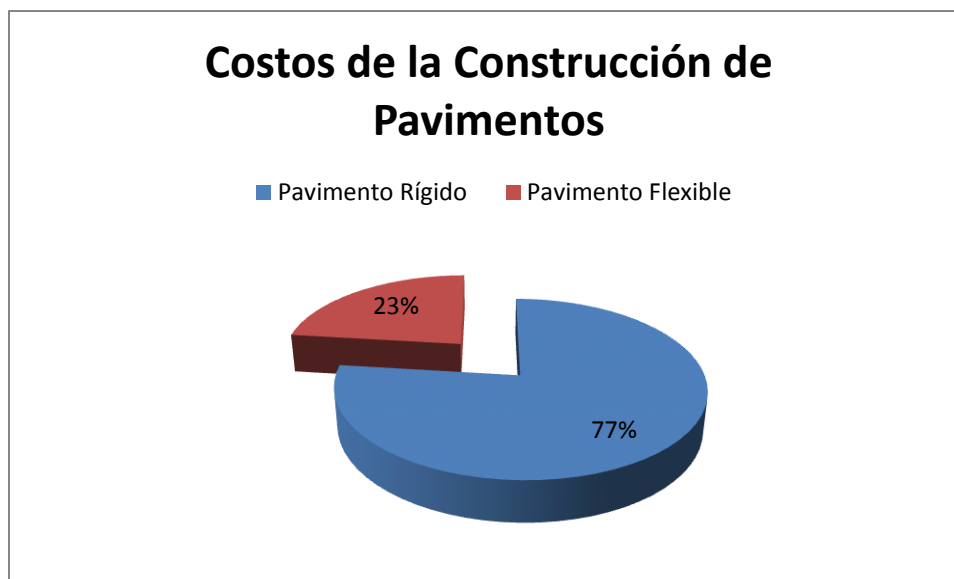
## 5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

Una vez ejecutados los diseños tanto de pavimento rígido como flexible y tomando en cuenta las variables que intervienen en el diseño de cada uno de ellos y sabiendo que el uso de esta vía es de vital importancia en la vida de la seguridad e integridad de nuestro país en el caso de desarrollarse un conflicto bélico, y cabe recalcar que si no se hubiesen tomado en cuenta todos y cada uno de los parámetros de la norma NEVI-12 la vía al momento de entrar en servicio tendría sin lugar a dudas un tiempo de vida útil menor al proyectado en el cálculo lo cual sería un gasto de recursos y tiempo.

En consecuencia los planos y memoria de cálculo cumplen con todos los parámetros del Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador por lo cual es factible la puesta en ejecución del presente proyecto. Por otra parte se recomienda el uso de pavimento rígido como método de construcción la primera por el tiempo de vida útil del mismo y segundo por el tipo de uso y su cercanía a una pista de aterrizaje en la cual los derrames de combustibles pueden ser latentes y se hace necesario su mantenimiento inmediato.

## 6. RESULTADOS.

A continuación se van a presentar los resultados en cuanto a costos de la ejecución del presente proyecto.



## 7. TRABAJOS RELACIONADOS.

EL trazado y diseño geométrico de la vía el tramo sector Administrativo-Pailones del IASA, se puede decir que es uno de los trabajos relacionados ya que para el caso las dos vías son diseñadas para uso militar con la diferencia de que la vía en Taura tendrá mucha más repercusión en su funcionamiento en el caso de un conflicto bélico.

## 8. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.

- Una vez analizados en primera instancia la topografía del sector en la cual se pudo confirmar los datos que fueron tomados como punto de partida de las herramientas tanto cartográficas así como también de las fotografías aéreas del Google Earth en la cual claramente se determinaba que el sector correspondiente al sitio del proyecto era prácticamente plano por lo que el diseño iba a depender básicamente de el tipo de vía a diseñarse según su uso, niveles de lluvia y tipo de suelo que se encuentre luego de ejecutar los respectivos ensayos en el laboratorio.
- De los estudios de suelos de granulometría, límites plástico, límite líquido, compactación, y CBR que fueron efectuados en ese orden se pudo determinar que el suelo sobre el cual se asentará la vía es de tipo LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD, y con un CBR bajo de 1,7 %, por lo cual se hace necesario según los cálculos efectuados y análisis de resultados colocar un relleno con material

granular de 1.50 m de altura con lo cual se mejora el CBR para poder ejecutar el diseño de la vía cumpliendo todos los parámetros de la norma NEVIL-12.

- Una vez ejecutados los diseños tanto para pavimento flexible como para pavimento rígido se pudo determinar que a pesar de que el presupuesto de construcción de un pavimento rígido excede en un 70% del pavimento flexible, se deben tomar en cuenta que los costos que se elevan al momento de construcción se recompensan con los mantenimientos ya que la vida útil del pavimento rígido es mucho mayor que la del pavimento flexible.
- Por otra parte también podemos anotar que como es una vía de uso militar y por encontrarse muy próxima a una pista de aterrizaje puede existir en algún momento un derrame de combustible con lo cual el pavimento flexible sufrirá daños considerables, pero si se tuviera un pavimento rígido únicamente ejecutaría el lavado de la vía.

## **9. AGRADECIMIENTOS.**

A Dios por concederme ese regalo tan preciado que es la vida, por darme cada uno de los seres que tengo a mi lado mi padre, mi madre mi esposa y mis hijas.

A cada uno de los docentes que durante mi formación dentro de la Carrera de Ingeniero Civil, supieron guiarme y transmitirme cada uno de sus conocimientos los cuales aplicare de hoy en adelante en el desarrollo de mi vida profesional dentro del Ejército Ecuatoriano.

Al Departamento de Ingeniería del CC.FF.AA, en la persona de mi Contralmirante Jaime Ayala Salcedo, Director, y a mi Capt. De. E Darwin Carrera que bajo su dirección y apoyo fue uno de los pilares para el desarrollo en primera instancia del perfil y luego de todo el proyecto de tesis. De igual forma mi eterno agradecimiento al Sr. Ing. Segundo Guanoliquín, gerente propietario de la empresa GEOSOIL, por su ayuda desinteresada en la ejecución de los estudios de suelos parte fundamental para el desarrollo del presente proyecto de tesis.

En la Espe, al Sr. Ing. Patricio Romero, Msc e Ing. Franco Rojas, Msc por su guía profesional en el desarrollo de todo el proyecto de tesis.



A todos mis compañeros y amigos en especial al Sr. Capt.de.Com. Nelson Prado; ya que durante los años que hemos compartido una amistad también se ha constituido en una pieza clave de este engranaje no solo durante mi permanencia como alumno en la Espe sino durante todas etapas de la carrera militar en las que hemos podido la oportunidad de militar.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

11. Blázquez, L. (1982). Mecánica de Suelos. En L. Blázquez, *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (págs. 20,21 , 2 da Edición). México: Dimsa.
12. Capt. Javier Urbina LL. (2013). Quito.
13. Carlos, C. (1976-1980). Suelos y Cimentaciones. En C. Carlos, *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (págs. 32,33 , 6 ta Edición ). Mexico-Limusa: Lumisa.
14. Corredor, G. (Agosto 2010). Vías Terrestres. En G. Corredor, *Maestría en Vías Terrestres Módulo II* (págs. 2-22). Managua: Universidad de Managua.
15. Curso Post Universitario. (1991). Pavimentos Flexibles. En J. G, *Fiscalización de la Construcción* (págs. 25,26,27,28,29,30,31,32). Guayaquil.
16. DIARIO " EL COMERCIO". (8 de Julio de 1997). *EL COMERCIO*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2013, de <http://www.elcomercio.com/pais/Balbina-explosion.html>
17. DIARIO HOY. (20 de Noviembre de 2002). *EL HOY*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2013, de <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador>
18. Highway, A. A. (1993). Guide for Design of Pavement Structures de 1993. En AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures de 1993*. Washington: Capitol Strett.
19. Jaramillo Gustavo. (1991). Curso Post Universitario de Fiscalización en la Contrucción de Carreteras. En J. Gustavo, *Curso Post Universitario de Fiscalización en la Contrucción de Carreteras* (págs. 7-38). Guayaquil: Universidad Católica.
20. Juan, M. (2002). Manual de Diseño de Carreteras. En M. Juan, *Diseño de Carreteras* (págs. 105,106,135,145). Quito.
21. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2012,Volumen 1). *Procedimiento para proyectos viales*. Quito: Publicaciones MTOP.
22. Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2008). DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS. En MTOP, *MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS*

*PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO* (págs. 15,16). Quito, 1 era Edición: MTOP.

23. Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (1998). Diseño Estructural de Caminos. En Mtop, *Método AASHTO 93* (pág. 123).
24. Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2008, 1era Edición). MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO. En Mtop, *Transito de Carreteras* (págs. 85,86,87,88). Quito: Publicaciones Ecuador.
25. Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2012, Volumen 2, Libro A). *Procedimeinto para proyectos viales*. Quito: Publicaciones MTOP.
26. Ministerio de Trasnportes y Obras Públicas. (2013). Construcción de Caminos y Puentes. En Mtop, *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes* (págs. 338,373,418). Quito, 1 era Edición.
27. Ministerio de Trasnportes y Obras Públicas. (2013, Volumen 3). Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. En Mtop, *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes* (págs. 205,485,826,827,841). Quito: Mtop.
28. Ministerio de Trasnportes y Obras Públicas. (2012). NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIAL. En MTOP, *NEVIL-12* (pág. 78). Quito: Volumen 2B, 1 era Edición.
29. Ministerio de Trasnportes y Obras Públicas. (2013). NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑO VIAL. En MTOP, *NEVIL-12* (págs. 14,36,68,131). Quito: Volumen 2 Libro A.
30. Miton, T. (Febrero 2010). Manual de Pavimentos. En I. M. Torres, *Manual de Pavimentos* (págs. 135,141). Quito, 1 era Edición: Espe.
31. Publicas, M. d. (2013). Especificaciones Generales Para Caminos y Puentes. En Mtop, *Caminos y Puentes* (págs. 338,373,418). Quito: Publicaciones Ecuador.
32. Yánez, G. (Septiembre 2013). Nota de Aula Diseño de Pavimentos. En G. Yánez, *Nota de Aula Diseño de Pavimentos Rígidos y flexibles*. (págs. 12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23). Quito: Universidad Católica.