



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE  
COSTOS ENTRE ALTERNATIVAS DE  
MANTENIMIENTO DE VÍAS ARTERIALES  
EN EL MUNICIPIO VALENCIA (CASO DE  
ESTUDIO AV. CUATRICENTENARIA)**

**Autores:** Binetti Antonio

Villalobos Omar

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

**Análisis comparativo de costos entre alternativas de mantenimiento de vías  
arteriales en el municipio Valencia (caso de estudio Av. Cuatricentenaria)**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
INGENIERO CIVIL.

**Autores:** Binetti Antonio

C.I: 24.570.317

Villalobos Omar

C.I: 25.347.877

**Tutores:** Ing. Gonzales Oscar

C.I: 21.020.189

Dra. Villegas Isandra

C.I: 5.190.209

San Diego, Junio del 2018



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

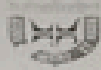
**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero **Villegas Isandra** portador de la cédula de identidad 5.190.209 , en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Binetti A. Antonio; Villalobos C. Omar E; portadores de la cédula de identidad 24.570.317 ; 25. 347.877 titulado **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO DE VÍAS ARTERIALES EN EL MUNICIPIO VALENCIA (CASO DE ESTUDIO AV. CUATRICENTENARIA)”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 04 días de junio del año 2018.

**Dr. Villegas Isandra**

**C.I.: 5 190.209**



FI-CV-049-2018-1

Valencia, 25 de Enero de 2018.

Ciudadanos:

**Binetti Antonio**

**C.I. 24.570.317**

**Villalobos Omar**

**C.I. 25.347.877**

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 25/01/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "DETERMINACIÓN DEL COSTO BENEFICIO EN EL MANTENIMIENTO DE LAS VÍAS EN LA PARROQUIA SAN JOSE, MUNICIPIO VALENCIA ESTADO CARABOBO."

Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación de la Ing. Gonzlaes Oscar C.I. 21.020.189 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,



**Prof. Zulay Salcedo**

**Decana de la Facultad de Ingeniería**

c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/ff





## ÍNDICE

ÍNDICE.....	7
INDICE DE CUADROS .....	9
INDICE DE FIGURAS .....	9
AGRADECIMIENTOS.....	11
RESUMEN .....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I.....	15
1.1 Planteamiento del Problema .....	15
1.2 Objetivos de la Investigación. ....	17
1.3 Justificación de la Investigación.....	17
1.4 Limitaciones .....	17
1.5 Alcance de la Investigación. ....	18
CAPÍTULO II.....	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	19
2.1.2 Antecedentes Internacionales .....	22
2.2 Base Teóricas.....	24
2.2.1 Acrónimos .....	24
2.2.2 La Infraestructura Vial Sostenible .....	25
2.2.3 Aspectos Generales Sobre de la Vialidad Urbana. ....	27
2.2.4 Mantenimiento Vial.....	33
2.2.5 Evaluación de Pavimentos.....	36
2.2.6 Índice de Servicialidad Presente.....	39
2.2.7 Método De Diseño De Pavimentos ASSTHO 93 Para Rehabilitación	
.....	41

CAPÍTULO III .....	47
3.1. Tipo de Investigación .....	49
3.2. Diseño de Investigación.....	49
3.3. Nivel de Investigación .....	50
3.4 Procedimiento .....	50
3.4.1 Determinación de las Variables de Tránsito.....	51
3.4.2 Calculo de EE y REE.....	57
3.4.3 Evaluación Física del Pavimento.....	58
3.4.4 Toma de muestras CORE-DRILL .....	62
3.4.5 Estudio de Suelo .....	62
3.4.6 Cálculos de SN y SN Rehabilitación.....	63
CAPÍTULO IV .....	68
4.1 Recomendaciones para Acciones de Mantenimiento Menor.....	69
4.1.1 Bacheo de pavimento asfáltico. ....	69
4.2 Recomendaciones Para Acciones de Mantenimiento Mayor. (.....	69
4.2.1 Remoción de pavimento asfáltico mediante fresado. ....	69
4.3 Análisis de Los Costo de Mantenimiento para 15 años.....	70
4.4 Análisis y comparación de Resultados sobre la Percepción de los usuarios sobre el estado de la red vial. ....	72
4.4.1 Calculo Del Tamaño De La Muestra.....	73
4.5 Análisis de Resultados de la Opinión de los Usuarios. ....	77
4.6 Análisis Comparativos de Propuestas de Mantenimiento y Rehabilitación con la opinión subjetiva de los usuarios. ....	77
CAPÍTULO V.....	79
REFERENCIAS .....	81
ANEXOS .....	83

## INDICE DE CUADROS

Parroquias de Municipio Valencia.....	16
Acrónimos.....	24
Clasificación de Vehículos.....	29
Factor Canal.....	31
FDS.....	32
Factor A.....	32
Clasificación de Acciones de Mantenimiento y rehabilitación.....	34
Tipos de Fallas.....	37
Condición Superficial del Pavimento.....	39
Clasificación de Serviabilidad Presente.....	40
Índice Internacional de Rugosidad.....	41
Valores De Confiabilidad Para Diseño De Pavimentos.....	43
Valor de Zr.....	44
Valores recomendados para la desviación estándar (So).....	46
Conteo Realizado 06/03/2018.....	52
PDT, Composición Vehicular y % de Vehículos Pesados.....	52
Parque Automotor y tasas de crecimiento del Área Metropolitana de Valencia .	53
Crecimiento de PDT en la Autopista regional del centro.....	54
Tasas de Crecimiento para la Región.....	55
Tipos de Vehículos para Valencia .....	56
Variable de Transito.....	57
Resultado de medición calzada Este-Oeste.....	60
Resultado de medición calzada Oeste-Este.....	61
Resultado de la Capacidad estructural inicial del pavimento Son.....	65
Mantenimiento Menor Tramo los Colorados- Sagrado Corazón.....	70
Costos para Mantenimiento Menos para 15 años.....	70
Mantenimiento Mayor Tramo los Colorados- Sagrado Corazón.....	71

## INDICE DE FIGURAS

Av. Paseo Cuatricentenario.....	17
Ciclo de vida de un pavimento y los momentos de mantenimiento.....	25
Proceso Metodológico.....	47
Método PCI.....	58
Sección de Muestra.....	59
Estado de la vía Este-Oeste.....	60
Estado de la vía Oeste-Este.....	61
Estado de la Calzada en Av. Paseo Cuatricentenario.....	62
Estrutura de Pavimento Existente.....	67
Acciones de Mantenimiento y Rehabilitación a Realizar 10 años.....	67
Acciones de Mantenimiento y Rehabilitación a Realizar 15 años.....	67
Pregunta 1.....	73
Pregunta 2.....	73
Pregunta 3.....	74
Pregunta 4.....	74
Pregunta 5.....	75
Pregunta 6.....	75

## **AGRADECIMIENTOS**

En nuestro trabajo de grado, si bien ha sido el esfuerzo y mucha dedicación por parte de los investigadores y la tutora, no hubiera sido su culminación sin la cooperación de las personas que a continuación se citan

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar presente en cada paso de nuestro recorrido, por fortalecer nuestro espíritu e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A nuestros padres, por apoyarnos a lo largo de toda la carrera, dándonos fuerza para seguir adelante en esta etapa de nuestras vidas de forma incondicional. Como también a nuestros familiares que nos han alegrado, apoyado y hecho más ameno el camino de logro de nuestras metas.

Agradecemos de manera muy especial a nuestra tutora Dra. Isandra Villegas por haber estado en nuestro camino y haber depositado toda su confianza en nosotros y disponer de su tiempo para guiarnos en este trabajo de investigación, el cual nos aportó un sinnúmero de conocimientos y criterios para nuestro crecimiento profesional y personal, deseándole mucha prosperidad y bendiciones.

A nuestra casa de estudio La Universidad José Antonio Páez, por habernos aportado todos los conocimientos necesarios para nuestro crecimiento profesional.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE ALTERNATIVAS  
DE MANTENIMIENTO DE VÍAS ARTERIALES EN EL MUNICIPIO  
VALENCIA (CASO DE ESTUDIO AV. CUATRICENTENARIA)**

**Autor (es):** Binetti Antonio

Villalobos Omar

**Tutor (es):** Dra. Villegas Isandra

**Fecha:** Junio, 2018

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo, realizar análisis comparativo de costos entre alternativas de mantenimiento de vías arteriales y su relación con aspectos sobre la calidad de vida de los usuarios en el municipio Valencia, caso de estudio Av. Cuatricentenario. La realización de este trabajo surge por la problemática que existe actualmente en la red vial arterial del municipio Valencia la cual presenta un elevado nivel de deterioro, lo cual está afectando la calidad de rodaje y transitabilidad en general de todos los usuarios que transitan por la misma. En función a los objetivos y la problemática planteada en este estudio, la investigación se clasificó como de tipo descriptiva bajo un modelo cuantitativo. Para el desarrollo metodológico se emplearon los protocolos establecidos en los métodos de evaluación de pavimentos flexibles para Venezuela (PCI, PSI), además de la utilización del método de diseño para rehabilitación ashto-93 con lo cual se generó unas propuestas de alternativas para su recuperación. adicionalmente se llevó a cabo una evaluación subjetiva a una muestra representativa de los usuarios de la vía, determinándose en los resultados que la percibida como más favorable es la rehabilitación total, concluyendo la investigación con la comparación de los costos de las actividades de mantenimiento y su comparación socio-ambiental de costos de los usuarios.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento del desarrollo urbano en Venezuela ha cursado un acelerado proceso de cambio en las últimas décadas, convirtiéndose pequeñas ciudades en metrópolis y las urbes más grandes se han extendido con otras. Consecuente a esto los servicios públicos y los planes de gestión de mantenimiento y desarrollo de infraestructuras viales no han acompañado conjuntamente este crecimiento, lo que obviamente redundará en la conservación de dichos desarrollos.

Este aumento progresivo ha producido un fuerte impacto en los sistemas viales, la congestión vehicular, el estado del transporte público, los servicios públicos y el progresivo número de accidentes de tránsito. Lo más alarmante es que, proyecciones demográficas estiman un destacado crecimiento en la población en las próximas décadas, causando como consecuencia un colapso en la movilidad vehicular.

La vialidad venezolana ha pasado de ser en la década de los setenta, de una de la más avanzadas de latino américa, a ser en el siglo XXI, una de la más deterioradas y desfasadas en el tiempo, no adaptadas a las exigencias del desarrollo tecnológico actual y del crecimiento del país y de la región.

Actualmente, la vialidad urbana en la parroquia San José de la ciudad de Valencia, presenta elevados niveles de deterioro, ya que las mismas fueron construidas hace más de treinta y cinco (35) años y han recibido un débil tratamiento en cuanto al mantenimiento se refiere en virtud de que las mismas han superado los periodos de vida para los cuales fueron diseñadas, y todo esto ocasionado una serie de efectos negativos por su condición física.

Estos altos nivel de deterioro, se han acelerado en los últimos años, el instituto de vialidad municipal (IAMMVIAL) competente de esta gestión ha venido realizando una serie de mantenimiento menor (bacheo) pero este ha provocado la pérdida de la condición en el confort del rodaje visto esto en la opinión de los usuarios de la misma.

Esta investigación persiguió diseñar una alternativa de mantenimiento que permita recuperar el índice de servicio a esta facilidad vial, así como aumentar su seguridad y disminuir el tiempo de viaje de los usuarios.

La estructura del trabajo está compuesta de tres (5) capítulos los cuales se describen a continuación:

El Capítulo I; Planteamiento del Problema, contiene los aspectos vinculados al Planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos de la investigación, alcances y limitaciones de la misma.

El Capítulo II, presenta el Marco Teórico, donde se presenta el análisis teórico de las bases documentales y bibliográficas, desarrollando conceptos y postulados científicos que determinaron la veracidad del estudio, presenta los antecedentes del estudio, bases teóricas, definición términos y métodos de diseño utilizados en la misma.

El Capítulo III, Marco Metodológico, se exponen los procedimientos de índole metodológico que se siguieron en el desarrollo del proceso investigativo, como tipo y diseño de investigación, población y muestra. Además, se describe el procedimiento utilizado para el diseño, procesamiento y análisis de resultados.

El IV Capítulo presenta la comparación de alternativas de diseño y selección de la más viable, además de las conclusiones y recomendaciones de estudio.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del Problema**

Los países y sus ciudades tienden a extenderse constantemente al pase el tiempo, impulsadas a la vez por el crecimiento económico, el mejorar la calidad de vida de las ciudades van conjuntamente relacionadas al proceso de desarrollo de las mismas, por otra parte, el crecimiento de la pobreza en las ciudades va asociadas al deterioro de las condiciones macroeconómicas. En la medida que el ingreso real de la población disminuye, como ha ocurrido en mucha de las ciudades de América latina y en particular en Venezuela (Gabaldon. A, 2006), se reducen las inversiones en equipamiento de infraestructura, como se ha hecho evidente en los últimos años.

En Venezuela por ser un país en vía de desarrollo, su progreso vial es mixto es decir es común ver en calles, avenidas y carreteras tanto el tránsito de vehículos familiares como vehículos de carga pesada, esto genera que se aplique un desgaste mayor en la vialidad, desgastando la pavimentación y desmejorando su estado de servicio, teniendo la necesidad de establecer un periodo de mantenimiento y verificación del estado de la vialidad en un lapso más corto.

El mencionado deterioro de la infraestructura vial para la transitabilidad de la región centro norte del país afecta diariamente el desarrollo sostenible local, regional y global, ya que es un hecho que el crecimiento en las construcciones viales no es una solución para la problemática planteada, sin dejar de resaltar que toda urbe o ciudad debe contar con planes sustentables para el crecimiento y mantenimiento de la red vial, aspecto que del cual no ha sido implementado el municipio Valencia.

Así también, la falta de políticas en materia de mantenimiento preventivo y rehabilitación vial en todos los niveles de gobierno (nacional, regional y local), aunado a malas prácticas en los procesos constructivos, ha conllevado a un deterioro prolongado de la vialidad, reduciendo así su vida útil, involucrando aspectos físicos-financieros que desvalorizan la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Ahora bien, la red vial del municipio Valencia se encuentra dividida en nueve (9) parroquias (Ver cuadro1) las cuales en los últimos quince (15) años se han transformado en importante centro de congestión vehicular y esta red presenta una serie de fallas en su capa de rodamiento (huecos, rugosidad, grietas longitudinales y transversales), lo que hace que los residentes y usuarios de las mismas se quejen por las vibraciones e incomodidades al transitar, reclamando acciones que recuperen el confort de las capas asfálticas.

Aunque existen estudios, planes y proyectos que deben ser rescatados y ejecutados para atender esta problemática, el problema es que actualmente la situación económica que atraviesa la nación (hiperinflación) ha dificultado la toma de decisiones para el rescate de los niveles de servicio de su red vial principal, limitándose solo a actividades de mantenimiento rutinario y preventivo menor (bacheo).

**Cuadro 1. Parroquias de Municipio Valencia**

Parroquia	Autopista(km)/Sistema Carretero		Arteria(Km)	Colectora(Km)	Locales(Km)	Total(Sin Autopistas)
San Jose	5.35		29.82	28.44	197.56	255.82
El socorro			2.78	6.5	7.98	17.26
Candelaria			7.15	2.26	33.96	43.37
San Blas	3.67		4.06	0.99	29.04	77.46
Catedral			1.55	5.6	3.43	10.58
Santa Rosa	2.44		12.85	2.2	101.32	116.37
Miguel Pe;a	9.16	3.14	20.23	7.36	432.01	576.06
Rafael Urdaneta		5.24	24.48	10.76	317.95	72.46
Negro Primero	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>20.64</b>	<b>8.38</b>	<b>102.92</b>	<b>64.11</b>	<b>1123.34</b>	<b>1169.35</b>

Fuente: Actualizado de IAMTT, EITT2001, Cal y Mayor

## **1.2 Objetivos de la Investigación.**

- **Objetivo general.**

Realizar Análisis comparativo de costos entre alternativas de mantenimiento de vías colectoras en el municipio Valencia (caso de estudio Av. Cuatricentenaria)

- **Objetivos específicos.**

- 1 Diagnosticar las condiciones físicas y operativas de la vía objeto de estudio en la Parroquia San José, Municipio Valencia Estado Carabobo
- 2 Diseñar acciones de mantenimiento mayor y menor utilizando métodos y técnicas establecidas en la norma venezolana.
- 3 Comparar los costos de las acciones alternativas mantenimiento mayor y menor.
- 4 Evaluar los beneficios de las acciones alternativas de mantenimiento para determinar la alternativa más viable.

## **1.3 Justificación de la Investigación**

La realización de esta investigación se llevó a cabo a solicitud del IAMMVIAL ente encargado de la gestión de la planificación y conservación de la red vial en el municipio Valencia, ya que no cuentan con análisis comparativos de alternativas para la toma de decisiones que permita seleccionar la más viable para atender tantas solicitudes de los usuarios de las vías.

## **1.4 Limitaciones**

Todos los casos de estudio no poseen las mismas limitaciones, cada una de estas prestara diferentes particularidades. Es usual que en los trabajos académicos de este tipo, es el tiempo un factor limitante al desarrollo del trabajo, puesto que este no pudo haber sido suficiente para la mayor profundización en el periodo evaluado.

Así mismo, pudo haber limitaciones en cuanto a los recursos especialmente financieros para poder desarrollar una investigación más profunda, con lo cual se pudiera haber facilitado la utilización de equipos y personal capacitado en el área de

vialidad para poder tener una mejor dinámica. Es importante destacar que aunque se consiguió información relevante para a investigación, la misma no estaba actualizada por lo cual se tuvo que recurrir a métodos estadísticos para proyectarlas a tiempos actuales.

### 1.5 Alcance de la Investigación.

Dentro de la presente investigación se fijaron los siguientes alcances:

- **Alcance Geográfico:** El alcance geográfico este se delimitad a evaluar dentro de la red vial arterial, solo la Av. Paseo Cuatricentenario desde el distribuidor los colorados hasta la entrada de la Urbanización Altos de Guataparo con una longitud de 1.9 km (ver figura 1).



**Figura 1. Av Paseo Cuatricentenario**

**Fuente:** Google Maps

- **Alcance Temporal:** El presente estudio se realizó en un lapso aproximado de dos periodos de ocho (8) meses.
- **Alcance Técnico:** Este estudio limito su análisis a los métodos de evaluación de pavimentos PCI, así como de diseños de pavimentos ASSTHO-93 para la rehabilitación de vías, lo que permitió obtener propuestas de mantenimiento seleccionando la más viable.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

Este aparte comprende un compendio de escritos de artículos, libros y otros documentos que describen el estado del pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio, nos ayuda a documentar como muestra la investigación y le agrega valor a la literatura existente (Fernández y Batista, 2006). De este modo para la realización de esta investigación fue necesario apoyarse en diversas literaturas que tuvieron relación con la determinación de las variables que intervienen en el diseño y rehabilitación de pavimentos con las bases teóricas referentes al tema en estudio.

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1 Antecedentes Nacionales

- **Propuesta de Normativa de ejecución técnica para el mantenimiento de la infraestructura de las vías colectoras de la ciudad de Maracaibo**, Marmol Gabriel y Medina Reina (2014).

La presente investigación tuvo como objetivo principal proponer una normativa para la ejecución del mantenimiento en las vías colectoras de la ciudad de Maracaibo, las cuatro colectoras principales tomadas como muestra se pudieron identificar a través de inspecciones, observación e informes fotográficos a través de eso se consideró las condiciones físicas que presentaba la vías colectoras , como el estado del pavimento , del drenaje , señalización , semaforización y otras obras de seguridad permitiendo la determinación de los tipos de mantenimientos necesarios para la vialidad (caso de estudio vía colectoras) , así mismo proporcionaron las acciones requeridas para cada uno de los elementos que impide su deterioro y garantiza su conservación. La

presente investigación se clasifico del tipo documental de campo no experimental y descriptiva cuyas técnicas de recolección de datos se basaron en la observación directa y documental, la utilización del inventario de la infraestructura vial, las cuales permitieron recolectar información directamente de cada una de las vías tomadas como muestra , describiendo los elementos que compones la infraestructura vial , efectuando un diagnóstico completo de las misma a través del cual se comprobó el estado de las colectoras es de regular a bueno requiriendo un tipo de mantenimiento preventivo o rutinario.

· **Proponer un plan de mantenimiento para pavimento rígido y flexible en el Estado Mérida,** Quintero, Ortiz y Sánchez (2014).

La presente investigación propone un plan de mantenimiento asociadas a rutinas y actividades de mantenimiento, así mismo los procedimientos y recursos tantos materiales como de mano de obra y el tiempo estimado para la ejecución de las vías del estado Mérida que están siendo afectadas.

El interés de los autores se refleja en la problemática observada en el Estado Mérida muchas de las vías en mal estado por diferentes factores entre los que se pueden mencionar huecos, brechas, grietas, pozos de agua, fallos entre otros, que con el pasar del tiempo hacen que las vías se vayan degenerando, destacando que las fallas por agrietamiento de las capas asfálticas pueden ser un indicativo de deficiencias en la estructura del pavimento.

Al respecto es necesario exponer las causas que generan el deterioro de las vías, una de la más importante es que los pavimentos demandan un constante mantenimiento dado que el tránsito de los vehículos, en especial los de carga pesada, producen un desgaste considerado puesto que implica un fuerte deterioro a las vías. De igual manera los derrumbes y fallas de borde, estrecheces, baches, la calidad de los materiales, o en defectos de construcción, quizás por una combinación de estos factores, asimismo, los factores climáticos inciden en el estado de las carreteras.

La metodología de esta investigación fue tipo proyecto factible con una población de cien (100) habitantes que fueron seleccionados a los cuales se le aplico la encuesta estructurada y los resultados arrojaron que las personas se encuentran en un 98% en desacuerdo con el funcionamiento de las vías en el Estado, así mismo el 100% requiere que sean mejorada la calidad de las principales vías, 95% sostiene que la principal causa del daño vial corresponde a la falta de mantenimiento vial, 95% no recuerda cuando fue la última vez que pudo visualizar la realización de mantenimiento vial en la localidad.

Por lo tanto, concluyen que es necesario desarrollar con prontitud un plan de mantenimiento para pavimento rígido y flexible en el Estado Mérida, así mismo recomienda a los entes gubernamentales, locales y nacionales ejecutar proyectos de mantenimiento para de esta manera aminorar el gasto de lo que representa una vía en deterioro.

**Evaluación Integral de la Vía Local Cumaná–Cumanacoa (L001); Progresiva 0+000 (Puente Aliviadero Manzanares) Hasta Progresiva 10+000 (Vía Cumanacoa), de los Municipios Sucre y Montes del Estado Sucre, Sánchez (2012).**

La presente investigación tuvo como propósito la evaluación integral de la vía local 01 Cumaná–Cumanacoa, desde la Progresiva 0+000 (Puente Aliviadero Manzanares) hasta Progresiva 10+000 (Vía Cumanacoa), en los Municipios Sucre y Montes del Estado Sucre.

En la evaluación para determinar las condiciones generales de la vía se consider

para la evaluación del pavimento se usó el Índice de Condición de Pavimento o Método PCI.

Se pudo verificar que la vía se encuentra en muy mal estado. Obteniéndose por el método PCI, el valor para ese tramo de 30,4 lo que indica que la condición del pavimento es muy mala. También se pudo verificar que la vía en ese tramo necesita la sustitución de tres colectores, la reparación de aceras, cunetas, brocales; el desmalezamiento de todo el tramo y la colocación de dispositivos de control, señalamiento y demarcación. Se recomienda, realizar jornadas de mantenimiento y rehabilitación para lograr aumentar la vida útil del pavimento y en general mantener la vía en condiciones óptimas.

### **2.1.2 Antecedentes Internacionales**

- **Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del Índice de Desempeño "PCI" en el entorno del Distrito de Surquillo-Lima, Yesquen (2005).**

Este proyecto de investigación está enmarcado a la conservación del pavimento con el objetivo de obtener un comportamiento satisfactorio a lo largo de su vida útil, para ello se determinó la condición del pavimento a través del método del condición de pavimento (PCI), en el distrito de Surquillo-Lima, se evaluó el estado del pavimento con un estudio, recolección y evaluación de datos, posteriormente clasificarlo y obteniendo una base racional para darle un oportuno y adecuado mantenimiento.

El estudio se limitó en las principales avenidas y calles donde se necesitará una acción inmediata de mantenimiento periódico, aplicando en las mismas el método PCI, es decir haciendo un trabajo preliminar de un recorrido de entorno en el distrito de Surquillo.

La metodología aplicada a la investigación se clasificó de tipo descriptiva, de campo. El diseño fue no experimental, transversal o transaccional.

Se concluyó que de alguna forma pudiese evitarse el constante deterioro del pavimento alargando su vida útil de servicio, y no generando gastos muy elevados como sería realizar una rehabilitación o reconstrucción, por el contrario, se utilizaría técnicas de mantenimiento para así poder generar un mejoramiento en el servicio prestado a los usuarios, y un menor impacto ambiental.

**Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte, utilizando el Método del Índice de Condición del Pavimento. Cajamarca – 2014, Ravanal (2014).**

El trabajo realizado en esta tesis consistió en el empleo del índice PCI (Present Condition Index). Para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente).

La obtención de este valor se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y se recopiló la limitada información existente procedente del proyecto vial ejecutado, el historial de la carretera y el tráfico que la solicita.

Trabajo con una metodología de Tipo de diseño de investigación Descriptivo / No Experimental. Caso de estudio, Vía de Evitamiento Norte, Entre el Jr. San Ginez y el Cruce de la Antigua Vía de Evitamiento Norte.

Sus resultados arrojaron que las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles como baches, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales y transversales las que fueron las más representativas en todo el tramo.

Se concluye que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49. Y recomienda un monitoreo continuo del PCI, que sirve para establecer el ritmo de deterioro del pavimento,

a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía.

## 2.2 Base Teóricas

La base teórica está conformada por los soportes teóricos de la investigación lo cual se hace prudencialmente ordenado y sistemático lo cual permitirá sustentar teóricamente al trabajo de investigación. Arias (2012) señala que las bases teóricas: “Comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema en planteado” (p. 39). El objetivo que tiene este componente teórico según el autor es explicar el problema planteado, además permitirá dar luces a la interpretación de sus resultados posterior.

### 2.2.1 Acrónimos

Cuadro 2. Acrónimos

Acrónimos	
Índice de Condición del Pavimento	PCI
Índice de Servicialidad presente	PSI
Capacidad estructural remanente	Sneff
Capacidad Estructural Inicial	Sno
Capacidad estructural del pavimento	SNT
Capacidad estructural requerida	SNR
Índice Internacional de Rugosidad	IRI
Cargas equivalentes totales en el período de diseño	REE
Cargas equivalentes acumuladas en el primer año de diseño	Eeo

**Fuente:** Elaboracion propia

### **2.2.2 La Infraestructura Vial Sostenible**

La infraestructura es la oferta de cada gobierno para proveer calidad de vida a sus habitantes y que conecta el ambiente natural, la sociedad y la economía. La infraestructura de transporte permite el movimiento de bienes, servicios y personas, y por lo tanto es un motor de desarrollo. En efecto, la calidad de la infraestructura está directamente relacionada con el desarrollo económico, la calidad del medio ambiente y la equidad social. Por su parte, la línea base de la sostenibilidad esta cimentada sobre el balance que debe existir entre el desarrollo económico y los impactos sobre el medio ambiente y sobre la sociedad. Por esta razón, la función objetivo de una infraestructura de transporte sostenible puede ser vista como aquella que maximice la calidad de vida de la sociedad y su beneficio económico y minimice los impactos negativos sobre el ambiente natural (Flintsch and Bryce, 2014). La gestión sostenible de pavimentos es, entonces, la aplicación de los conceptos de sostenibilidad a las prácticas tradicionales de la gestión de pavimentos. El mismo es un procedimiento sistemático, objetivo y consistente para evaluar la condición actual del pavimento y predecir la condición futura dadas ciertas limitaciones (ej. presupuesto) y las opciones de mantenimiento y rehabilitación (Shanin 2005). La gestión de pavimentos es una herramienta para apoyar la toma de decisiones a distintos niveles de gestión, incluyendo el nivel estratégico, el nivel de red y el nivel de proyecto.

Cada nivel debe atender diferentes funciones. El nivel estratégico es donde se proponen metas y objetivos de carácter amplio e incluye diferentes activos de la red de pavimentos y así destinar el presupuesto a diferentes políticas. A manera de ejemplo, las políticas pueden ser: “Mantener el pavimento en condición buena” o “Incrementar la seguridad para el viajero”.

El siguiente nivel con mayor grado de detalle es el nivel red, aquí es donde se distribuye el presupuesto y se seleccionan los proyectos a incluir en los planes de obra. La información requerida es usualmente menor que la requerida en la etapa de diseño y generalmente se representa por indicadores globales de la condición del pavimento. El último nivel corresponde al nivel proyecto en donde el grado de detalle de la

información es mucho más detallado, ya que debe contener la información necesaria y suficiente para realizar el diseño técnico de las intervenciones de mantenimiento o rehabilitación del pavimento. En complemento de lo anterior es necesario determinar los impactos económicos y medioambientales de las políticas de las intervenciones y de la gestión de pavimentos.



**Figura 2. Esquema de ciclo de vida de un pavimento y los momentos de mantenimiento.**

**Fuente:** Manual mant vial, Jugo A, 2001

Para los impactos económicos, básicamente existen dos métodos: el Análisis de Costos del Ciclo de Vida (LCCA) y el Análisis de Costo Beneficio (CBA). El LCCA es un método económico para comparar las opciones de inversión a largo plazo. Para desplegar un LCCA es necesario proponer diferentes alternativas de mantenimiento en un marco de tiempo y activar para cada una los umbrales de condición del pavimento deseado. Después, se deben estimar los costos en que incurrirán tanto la agencia como los usuarios en el marco de tiempo escogido. Finalmente, se desarrolla el flujo de gastos y se determinan los costos descontados en el tiempo para calcular el valor presente neto para cada alternativa. En el caso de la evaluación ambiental el método ampliamente aceptado es la evaluación de ciclo de vida

(LCA), en la que se realiza la estimación de todos los impactos ambientales generados a lo largo del ciclo de vida del pavimento. En esta investigación se analizará de forma subjetiva los costos que afectan la calidad de vida de los usuarios de la vía (tiempo, deterioro vehículo, accidentes, etc.) y se realizará una evaluación a los usuarios para percibir el grado de afectación de estos por el mal estado de la vialidad.

### **2.2.3 Aspectos Generales Sobre de la Vialidad Urbana.**

Se define un sistema vial urbano como un conjunto de vías que se conectan y complementan entre sí, permitiendo los movimientos internos de personas y bienes mediante el uso de diferentes modos de transporte dentro de un área urbana.

#### **2.2.3.1 Clasificación funcional de las Vías Urbana.**

Se clasifica el sistema vial urbano en sistema expreso, arterial, colector y local:

- **Sistema expreso:** Son vías cuya función principal es permitir la circulación de automóviles y vehículos de carga pesada, este sistema ofrece las trayectorias más largas de la red vial, sirve a grandes volúmenes de tránsitos y altas velocidades.
- **Sistema arterial:** Son vías que presenta un limitado acceso y tiene como función más importante la movilidad de automóviles y carga pesada, estas ofrecen servicios de viajes dentro del área urbana, las misma se conectan con otras vías arteriales y colectoras a través de las intercesiones. En ciudades donde no se presenten las vías expresas o autopista, las vías arteriales cumple la función de remplazarlas.
- **Sistema colector:** Son vías que están destinadas a permitir la comunicación de una misma zona de la ciudad, su función principal es distribuir el tráfico de pequeñas áreas, la misma presenta altas intercesiones con las vías locales. Son vías que ofrecen servicios a viajes más cortos.
- **Sistema local:** Son vías que están destinadas a permitir la comunicación de una misma zona de la ciudad, estas no presentan tráfico y tienen bajas velocidades

ocasionada en algunos casos por obstáculos colocados. De acuerdo a la zona las vías locales se clasifican en: residencial, industriales, recreacional, comercial, etc.

### **2.2.3.2 Pavimentos**

Se denomina pavimento como el conjunto de capas (sub-base, base y carpeta de rodamiento) construidas sobre la sub-rasante, el cual reciben de forma directa las cargas del tránsito y transmiten los esfuerzos al terreno en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Esta deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, y los de menor calidad se colocan en las capas inferiores, y por consecuencia resultan los más económicos.

Básicamente existen dos tipos de pavimentos que se utilizan en las Vías Urbanas:

- **El pavimento rígido:** Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años Y el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa generalmente en las juntas de las losas.
- **El pavimento flexible:** Son los pavimentos que su construcción inicial es más económica, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

### 2.2.3.2 Transito

Los volúmenes de tráfico en las vías varían de acuerdo a las horas, día, mes como también dependerá del sitio y la característica de la vialidad. En las Vías Urbanas los volúmenes vehiculares presentan variaciones en los días laborales durante ciertas horas, por lo general los mayores volúmenes de la semana ocurre los días viernes, así como también puede que durante las horas picos se presente una mayor cantidad de vehículos y transporte público.

- **Procedimiento para la obtención de los valores de tránsito para el diseño de pavimento**

El transito es la variable más importante en el diseño de pavimentos, el comportamiento de un pavimento depende del número de aplicaciones de carga, así como la magnitud de las misma. Para la determinación de los efectos que producen las cargas es necesario conocer el tipo y número de vehículo que circulan por una vía. De acuerdo con los requerimientos de la presente investigación se diseñó un plan de mediciones de tránsito, utilizando como método los conteos visuales para la determinación del número total de vehículos que circularan por la vialidad (caso de estudio Av. Pase Cuatricentenario). Clasificando los vehículos de la siguiente manera.

**Cuadro 3. Clasificación de Vehículos**

Clase	Descripcion
1	Vehiculo Liviano (Pasajero y PickUp)
2	Colectivo
3	Camion de 2RD carga liviana,tipo 350
4	Camion de 2RD carga pesada,tipo 750
5	Camion O3E y semitrailer 2S1
6	Semitrailer y remolques de 4ejes
7	Semitrailer y remolques de 5ejes
8	Semitrailer y remolques de 6ejes o mas

**Fuente:** Gustavo Corredor V Jornada de Vialidad y transporte-1998

### 2.2.3.3 Carga de Pavimentos

En las vías urbanas, se presenta un aspecto importante desde el punto de diseño o rehabilitación de pavimentos, lo que lógicamente conlleva a la determinación de las cargas de diseño; esto se refiere a la magnitud de los ejes equivalentes. En calles y avenidas de las ciudades los ejes equivalentes totales son significativamente inferiores a los que se generan en las vías expresas o autopistas. En Venezuela el Instituto Venezolano del Asfalto (INVEAS), establece que una vialidad cuyas cargas de diseño para pavimentos sea menor de 2 millones de ejes equivalentes, debe calificarse como de bajo volumen de tráfico y aquellos casos que superen este valor se denominan de medio o alto volumen de tráfico, esta clasificación tiene la finalidad de adecuar los procesos de diseño, construcción y rehabilitación de la estructura de pavimento a los requerimientos de cada caso en particular tal como lo propone la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Un aspecto que se debe tener en cuenta, es que cualquier información de tránsito que se utilice para la determinación de los ejes equivalentes en el diseño de pavimentos debe ser confiable y representativa de la vía en estudio.

- **Procedimiento para el cálculo del número de cargas equivalentes**

Para una sección de pavimentos en la cual circularan diariamente un número determinado de vehículos (pesados y livianos), es necesario conocer las cargas que actuarán sobre un pavimento durante su periodo de diseño. Como expresa la siguiente fórmula:

$$REE = Wt18 = EEo * ((1+Tc)^n - 1) / Tc$$

Donde:

**REE:** Cargas equivalentes totales en el período de diseño.

**EEo:** Cargas equivalentes acumuladas en el primer año de diseño

$$EE_o = PDT_o * \% VP * FC * FDS * FUC * A * D$$

**PDT<sub>o</sub>:** Volumen diario de vehículos para el año inicial del periodo considerado.

**% V<sub>p</sub>:** N°. de vehículos pesados (expresado en %) del PDT.

**Factor camión –FC**

El Factor camión FC, representa el valor promedio ponderado de EE por camión en la mezcla de tráfico esperado en la vía como se muestra en la ecuación. La determinación de esta variable de diseño, depende de dos aspectos fundamentales: (1) las cargas de los vehículos pesados que circulan por la vía, y (2) la composición en términos de porcentaje por tipo de camión.

$$F_c = \left[ \frac{\sum EE}{N^\circ \text{ de camiones}} \right]$$

**Factor direccional (FD)**

Esta variable representa la porción de los ejes equivalentes que circulan en cada dirección de la vía.

**Factor Canal (DL)**

El Factor Canal, representa el porcentaje de los ejes equivalentes del sentido de diseño que circulan en el canal crítico de la calzada. La guía de diseño de la AASHTO-93 recomienda los siguientes valores:

**Cuadro 4. Factor Canal**

Factor Canal (DL)	
Numero de canales en cada direccion	Porcentaje de los Ejes Equivalentes en el canal de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

**Fuente:** Guía de la American Association of State Highway and Transportation Officials

### **Factor distribución por sentido-Fds**

Permite cuantificar la fracción total del tránsito que circulara en el sentido de diseño, como se clasifica en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5. Fds**

Modo de Medicion	Valor Fds
En ambos sentido	0.5
Por sentido de circulacion	1

**Fuente:** Guía de la American Association of State Highway and Transportation Officials

### **Factor de utilización de canal-Fuc**

Permite asignar al canal de diseño, la fracción del total de vehículo que circularan por este canal.

Para un canal por sentido, el fuc = 1.0

Para dos canales por sentido, el fuc = 0.90

Para tres o más canales por sentido, el fuc = 0.80

Lo antes señalado no solo recomienda el uso del “fuc” en función del número de canales por sentido sino también del número de vehículos totales que circulan por el sentido de diseño.

### **Factor de Ajuste por Tránsito Balanceado-A**

Reconoce que, cuando se hace una medición de los volúmenes en ambos sentidos, lo normal es que uno de los polos generados de tránsito resulte con un mayor número de vehículos y mayor carga.

**Cuadro 5. Factor A**

Tipo de Transito, ambos sentido	Factor A
Transito desbalanceado	0.5
Transito balanceado	1

**Fuente:** Gustavo Corredor

## **Número de días por año-D**

Cargas acumuladas para un periodo de diseño, de 365 días por año, esto es válido si las condiciones del tráfico se mantuvieran idénticas. Es por esto que se deben diferenciar las condiciones durante los días de trabajo y días de descanso.

### **2.2.4 Mantenimiento Vial**

Se define como mantenimiento vial a las actividades destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado y condición de la calzada de las vías, tanto en el corto, como en el mediano y largo plazo, de tal modo que se prevenga su degradación y logre prestar un servicio óptimo, adecuado y permanente al usuario. Los principales objetivos del mantenimiento y rehabilitación de pavimentos son:

- Estudiar y analizar las diversas técnicas aplicables para el mantenimiento de los Pavimentos y corrección de sus fallas.
- Determinar el efecto de estas técnicas en el mejoramiento de la capacidad estructural, la calidad de rodaje y la seguridad de los pavimentos.
- Analizar criterios para selección y definición de alternativa: aspectos limitantes, costo, eficacia y aplicabilidad de las diversas estrategias.
- Dentro del contexto de “rehabilitación” se incluyen acciones tomadas para reparar, restaurar, rehabilitar y reconstruir (4r) de pavimentos. Todas las actividades están destinadas a alargar la vida útil del pavimento, además de:

Mejorar capacidad estructural

Mejorar calidad de rodaje

Mejorar resistencia a la fricción (seguridad)

Mejorar apariencia

Sellar e impermeabilizar la superficie

Combinación de éstas

#### 2.2.4.1 Clasificación de Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento se clasifican de acuerdo a dos categorías Mantenimiento preventivo y Mantenimiento correctivo.

- **Mantenimiento Preventivo**

Este tiene por finalidad preservar los elementos de la carretera y reducir su tasa de deterioro, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o rehabilitación; incluye labores de limpieza de la plataforma, limpieza de las obras de drenaje, corte de la vegetación en el derecho de vía y reparaciones menores de los defectos puntuales de la plataforma.

- **Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo consiste en aquellas actividades encargadas de recuperar las condiciones físicas de la carretera, deterioradas por el uso y evitar que se agraven los defectos, preservar las características superficiales de la vía y corregir fallas puntuales del pavimento, de las obras de arte y drenaje, reparaciones de la señalización y elementos de seguridad.

#### 2.2.4.2 Acciones de Mantenimiento y Rehabilitación

Existe varias clasificaciones de las actividades de mantenimiento y rehabilitación que se ejecutan sobre un pavimento. Sin embargo, en términos generales estas se clasifican como se muestra.

**Cuadro 6. Clasificación de Acciones de Mantenimiento y rehabilitación**

Tipos de Mantenimiento	Características de las Acciones	
	Alcance	Objetivo
Mantenimiento Menor	Localizado	Preventivo Correctivo
Mantenimiento Mayor	Toda el Area	Efectivo Correctivo

**Fuente:** Elaboración propia

- **Mantenimiento Menor**

Este término agrupa las actividades normalmente incluidas en mantenimiento preventivo y rutinario, las cuales se aplican a una pequeña porción o área del pavimento para corregir fallas localizadas mejorar la condición del pavimento y controlar el aumento de la rata de deterioro. El mantenimiento rutinario debe ejecutarse continuamente sobre el pavimento y debe comenzar tan pronto como éste muestre sus primeros síntomas de falla, a medida que el deterioro aumenta el mantenimiento rutinario debe incrementarse.

Dentro de las acciones de mantenimiento menor se pueden mencionar las siguientes:

- Sellado de grietas
- Bacheo
- Reparaciones localizadas
- Tratamiento superficial
- Reciclaje superficial
- Texturación/fresado
- Nivelación localizada

- **Mantenimiento Mayor**

El mantenimiento Mayor comprende todas las actividades no incluidas dentro del mantenimiento rutinario, que se ejecutan sobre toda el área del pavimento; puede dividirse en:

- Mantenimiento mayor efectivo
- Mantenimiento mayor correctivo

Mantenimiento mayor efectivo: Comprende aquellas acciones que se ejecutan antes de que la estructura alcance un elevado grado de deterioro y aún tenga buena parte de su resistencia inicial: o sea acciones aplicadas cerca del punto “óptimo de rehabilitación” en la curva de deterioro.

Mantenimiento mayor correctivo: Son acciones tomadas para corregir problemas o fallas no localizadas del pavimento. Se aplican cuando el pavimento ha fallado y se requiere para corregir fallas estructurales, funcionales o ambas simultáneamente. Estas acciones, debido al alto grado de deterioro que ha alcanzado el pavimento, son normalmente complicadas y costosas.

### **2.2.5 Evaluación de Pavimentos**

Para la determinación de técnicas de mantenimiento y rehabilitación de se debe conocer el estado del pavimento, para esto se han desarrollado métodos de evaluación funcional de pavimento entre estos:

- Métodos del Instituto del asfalto (IDA)
- Índice condición del pavimento (PCI)

En esta investigación se refiere al índice de condición del pavimento (PCI); puesto a que es uno de los métodos más confiable y que expresa un detallado diagnóstico de la vía.

#### **2.2.5.1 Método Índice de Condición del Pavimento (PCI)**

El método determina el Índice de Condición del Pavimento (PCI), basándose en la información obtenida de una inspección visual; con el valor del PCI se determina las labores y prioridad de mantenimiento y rehabilitación en las carreteras, calles y estacionamientos.

Para la determinación precisa del PCI se realizara de una inspección cuidadosa del pavimento con el fin de determinar los tipos de fallas, su cantidad y variaciones de severidad que presentan cada una de ellas. Para ello se procede a dividir las vías en sección de pavimento en las cuales representan las muestras a estudiar, cada muestra tendrá un área equitativa la cual dependen de la longitud total de la vía, es decir: A mayor longitud de vía mayor será el área de la muestrán y se calculará el número mínimo de unidades de nuestra a ser evaluado como se presenta a continuación:

$$n = N * s^2 / e^2 / 4 * (N - 1) + s^2$$

Donde:

N = Número total de unidades

E = Error permisible

s = Desviación estándar

Este valor debe ser mayor que cinco unidades de lo contrario se debe estudiar todo el tramo.

Los tipos de fallas en el Pavimento consideras por el Método son la que se presenta son las que se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7. Tipos de Fallas**

Tipos de Fallas		
1	Piel de Cocodrilo	11 Bacheo y Zanjas Reparadas
2	Exudación de Asfalto	12 Agregado Pulido
3	Grietas de Contracción (Bloque)	13 Huecos
4	Elevaciones y Hundimientos	14 Cruces de Rieles
5	Corrugaciones	15 Ahuellamientos
6	Depresiones	16 Deformación por Empuje
7	Grietas de Borde	17 Grietas de Deslizamiento
8	Grietas de Reflexión de Juntas	18 Hinchamiento
9	Desnivel Calzada – Hombrillo	19 Disgregación Desintegración
10	Grietas Longitudinales y Transversales	

**Fuente:** Manual de evaluación de pavimentos Ing. Augusto Jugo B.

Para determinar el valor del PCI de la sección del pavimento depende de cierto grado de deterioro en función del tipo, severidad y densidad de la falla:

$$PCI = 100 - \left( \sum_{i=1}^P \sum_{j=i}^{m_i} VD(T_i, S_j, D_{ij}) \right) * F$$

Donde:

PCI = Índice de condición de Pavimento

VD = Valor de Deducción

Ti = Tipos de Falla

Sj = Grados de severidad

Dij = Densidad de Falla

mi = Grados de Severidad para la Falla “i”

F = Factor de Ajuste

Cada falla en pavimento evaluado debe ser clasificada dentro de las distintas fallas, en vista de las variaciones de severidad que presentan los tipos de fallas, se han descrito los diferentes niveles contemplados en el método para cada falla lo cual está afectado por un porcentaje de área que viene dado por la ecuación de densidad:

$$Dij = (Sj/A)*100$$

Con base a lo anterior se obtiene el valor de deducción (VD) para luego obtener el valor de deducción total (VDT) se determina con la sumatoria del valor de deducción (VD) individuales, este valor se ajusta cuando más de un tipo de falla afecta sustancialmente la condición del pavimento utilizando gráficos que muestran las curvas empleadas para determinar el valor deducción corregido (VDC) en función del valor de deducción total “q” que es la sumatoria del valor de deducción individuales mayores que cinco.

Una vez obtenida el valor del PCI se califica la condición del pavimento de acuerdo a lo rango presentado en el cuadro 8. (ver cuadro 8)

El valor final del PCI de la sección del pavimento es:

$$\text{PCI} = \frac{\sum \text{PCI}}{n}$$

**Cuadro 8. Condición Superficial del Pavimento**

<b>PCI</b>	<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>
85-100	Pavimento en perfecto estado
70-85	Punto en el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que se deben hincar acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor.
55-70	Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimientos localizados, para corregir las fallas más fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo buena pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar.
40-55	Punto en que el pavimento presenta fallas más adecuadas y su condición de rodaje puede calificarse como regular o aceptables, su rata de deterioro aumenta rápidamente este punto es cercano al definido como punto óptimo de rehabilitación.
6-40	Pavimento está fuertemente deteriorado presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a la velocidad normal. El pavimento se considera fallado y requiere acciones de mantenimiento mayor eventual reconstrucción parcial y bacheos de un alto porcentaje de área.

**Fuente:** SHAHIN, M, KNON S. Método de evaluación de pavimentos

### **2.2.6 Índice de Servicialidad Presente**

El Índice de Servicialidad presente califica a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores. Relacionándose con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, etc. Este indicador es ampliamente aceptado y utilizado en todo el mundo en investigaciones y por agencias viales debido a que incluye la percepción de seguridad y confort del usuario.

El Índice de Servicialidad Presente determina la capacidad de servicio actual del pavimento, los valores del PSI se evalúan mediante una escala que va de 0 a 5 como se especifica en el cuadro 9.

**Cuadro 9. Clasificación de Serviciabilidad Presente**

<b>PSI</b>	<b>Condición</b>
0-1	Muy pobre
1-2	Pobre
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy buena

**Fuente:** Road Test de la AASHO

La determinación del PSI se efectúa utilizando la siguiente expresión establecida por Sayers , que relaciona la Rugosidad con el Índice de Serviciabilidad:

$$R = 5.5 \ln(5.0/PSI) \pm 25\%, \text{ para } R < 12$$

En donde:

R = Rugosidad (IRI)

PSI= Índice de Serviciabilidad presente

Los factores que influyen en la pérdida de Servicialidad de un pavimento son el tráfico, medio ambiente y la edad del pavimento.

### **2.2.6.1 Índice Internacional de Rugosidad**

El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estadístico de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino.

La determinación del Índice Internacional de Rugosidad está basado en la acumulación de desplazamientos en valor absoluto, es la medición de la respuesta de un vehículo a las condiciones de un camino.

Actualmente en el mundo existe una gran cantidad de equipos que permiten la medición de la rugosidad, en países como Uruguay hace una diferencia de valores de IRI para pavimentos asfálticos y de concreto hidráulico que se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 10. Índice Internacional de Rugosidad**

Condición del camino	Pavimento asfáltico IRI (m/km)	Pavimento hidráulico IRI (m/km)
Muy bueno	< 3.2	< 2.8
Bueno	3.2 – 3.9	2.8 – 3.5
Regular	4.0 – 4.6	3.6 – 4.3
Malo	> 4.6	>4.3

**Fuente:** Índice Internacional de Rugosidad en la red de carretera

### 2.2.7 Método De Diseño De Pavimentos ASSTHO 93 Para Rehabilitación

El procedimiento de diseño de espesores de refuerzo presentado en el método AASTHO 93 para rehabilitación, establece que el número de repeticiones de eje equivalente en el tiempo reduce la capacidad del pavimento para soportar las cargas impuestas por el tráfico, el refuerzo estructural debe ser diseñado de tal manera que permita recuperar la estructura de pavimento para soportar un nuevo periodo de diseño. Este refuerzo estructural (SNR), está dado por la diferencia entre el número estructural total requerido para la vida esperada de pavimento SNT, y el número estructural efectivo del pavimento al momento de ser rehabilitado SNeff.

- **Procedimiento para el diseño de rehabilitación del pavimento**

Para la determinación de la capacidad estructural remanente del pavimento (SNeff), se utilizará el método de servicialidad (PSI). Para la aplicación de este método

en necesario contar con las variables que intervienen en la ecuación AASHTO-93, las variables necesarias son:

D PSI (diferencia entre el índice de servicialidad inicial (Po) y el índice de servicialidad terminal de diseño (Pt).

Módulo resiliente de la subrasante (obtenido por la correlación CBR – MR)

Capacidad Estructural Inicial del pavimento (Sno)

So y Zr

- **PSI (diferencia entre el índice de servicialidad inicial (Po) y el índice de servicialidad terminal de diseño (Pt).**

Servicialidad es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento. Inicialmente se cuantifico la servicialidad de una carretera pidiendo la opinión de los conductores.

Po: 4,2 (4,2 es la máxima calificación lograda en la AASHO Road test de pavimento flexible)

Pt: índice mas bajo que puede tolerarse antes de realizar una medida de rehabilitación considerado este valor 2,5 para carreteras con volumen de trafico alto o 2,0 para carreteras con volúmenes menor.

- **Módulo Resiliente de la subrasante (obtenido por la correlación CBR – MR.)**

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares por que no se cuenta con los equipos que efectúen este ensayo, por lo tanto, existen relaciones que puedan calcular dicho modulo aproximadamente tomando como parámetro principal el CBR, dato que se calcula por medio de ensayos de la AASHTO, ASTM, etc.

Las fórmulas que relacionan el CBR con el MR son las Siguietes:

$$\begin{aligned} \text{CBR} < 7.5\% & \quad \text{MR} = 1500\text{CBR} \\ 7.5\% \leq \text{CBR} \leq 20\% & \quad \text{MR} = 3000(\text{CBR})^{0.65} \\ \text{CBR} > 20\% \quad \text{M} & \quad \text{R} = 4,326 * \text{LN}(\text{CBR}) + 241 \end{aligned}$$

**Confiabilidad (R).**

La confiabilidad se refiere al nivel de probabilidad que tiene una estructura de pavimento diseñada para durar a través de análisis.

la confiabilidad del diseño toma en cuenta las posibles variaciones del tráfico previstas, así como en las variaciones del modelo de comportamiento AASHTO, proporcionando un nivel de confiabilidad (R) que asegure que las secciones del pavimento duren el periodo para el cual fueron diseñadas. Los valores recomendados de confiabilidad son los que se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11. Valores De Confiabilidad Para Diseño De Pavimentos**

CONFIABILIDAD	
vias principales	70-80%
vias secundarias	60-70%
vias menores	50-60%

**Fuente:** Ing. Augusto Jugo B.

Los valores de Zr en la curva normal para diversos grados de confiabilidad son como se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 12. Valores de Zr**

<b>Confiabilidad ( R )</b>	<b>Valor de ZR</b>
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

**Fuente:** Guía de la American Association of State Highway and Transportation Officials

### **Desviación estándar (So)**

El error estadístico en la estimación de las variables, representa la desviación estándar conjunta que conjuga la desviación estándar de la ley de predicción del tránsito en el periodo de diseño con la desviación estándar de la ley de predicción de comportamiento del pavimento, es decir, del número de ejes que puede soportar el pavimento hasta que su índice descienda por debajo de un determinado valor de Pt. Los valores recomendados para la desviación estándar (So) se presentan a continuación.

**Cuadro 13. Valores recomendados para la desviación estándar (So).**

Condicion De Diseño	Desviacion Estandar
variacion de la prediccion en el comportamiento del pavimento (sin error de trafico)	0,25
variacion total en la prediccion del comportamiento del pavimento y en estimacion de l trafico	0,35 - 0,50 (0,45 valor recomendado)

**Fuente.** Guía de la American Association of State Highway and Transportation Officials

Obtenidas todas estas variables, se obtiene a partir de la ecuación AASHTO 93 las repeticiones de ejes equivalentes para el PSI actual de la vía y para el correspondiente PSI a un pavimento fallado, con estos valores se obtiene el Sneff del pavimento a partir de las ecuaciones 1,2 y 3.

$$= \frac{1}{N_t} \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{1}{N_f}} \right) \quad (1)$$

Donde:

Nt: Numero de repeticiones de ejes equivalentes para el valor del índice de servicapacidad de la vía en estudio.

Nf: Numero de repeticiones de ejes equivalentes para el valor del índice de servicapacidad correspondiente a un pavimento fallado.

$$= 1.0 - 0.70 \cdot (1.85 - \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{1}{N_f}} \right))^2 \quad (2)$$

$$S_{Neff} = C_{ft} \times S_{no} \quad (3)$$

Para determinar el espesor de refuerzo debe tomarse en cuenta la información de tránsito para la estimación del número de repeticiones de ejes equivalentes en las vías analizadas. Resolviendo la ecuación AASHTO 93, se determina la capacidad estructural del pavimento como nuevo (SNT) como se muestra en la ecuación 4. La diferencia entre el SNT y  $S_{neff}$  será la capacidad estructural requerida como refuerzo (SNR) para la rehabilitación del pavimento como se en la ecuación 5 y 6.

$$\log_{10} WTI = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10} M_R - 8.07 \quad (4)$$

$$= \quad - \quad (5)$$

$$e_{REFUERZO} = \frac{SNR}{a_i} \times 2.54 \quad (6)$$

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

De acuerdo al estudio planteado para esta investigación, **análisis comparativo de costos entre alternativas de mantenimiento de vías colectoras en el municipio Valencia (caso de estudio Av. Cuatricentenaria)**, se considera el diseño de investigación como una estrategia en el estudio propuesto, que permita orientar un sentido técnico y sistemático de todo el proceso, desde la recolección de las primeras referencias, hasta la interpretación de las mismas, lo cual coincide con los criterios señalados por Hernández Sampieri y Otros (2006) por quienes el diseño metodológico “es un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación.

En el presente capítulo se hace una breve descripción de la metodología a seguir para alcanzar el cumplimiento de los objetivos planteados en este trabajo de investigación, con el fin de presentar al Instituto de Vialidad municipal una propuesta de evaluación económica comparativa de alternativas de recuperación de una parte de la red vial urbana. El procedimiento llevado a cabo para el desarrollo propiamente dicho se describe en el esquema siguiente (Ver fig. 3)

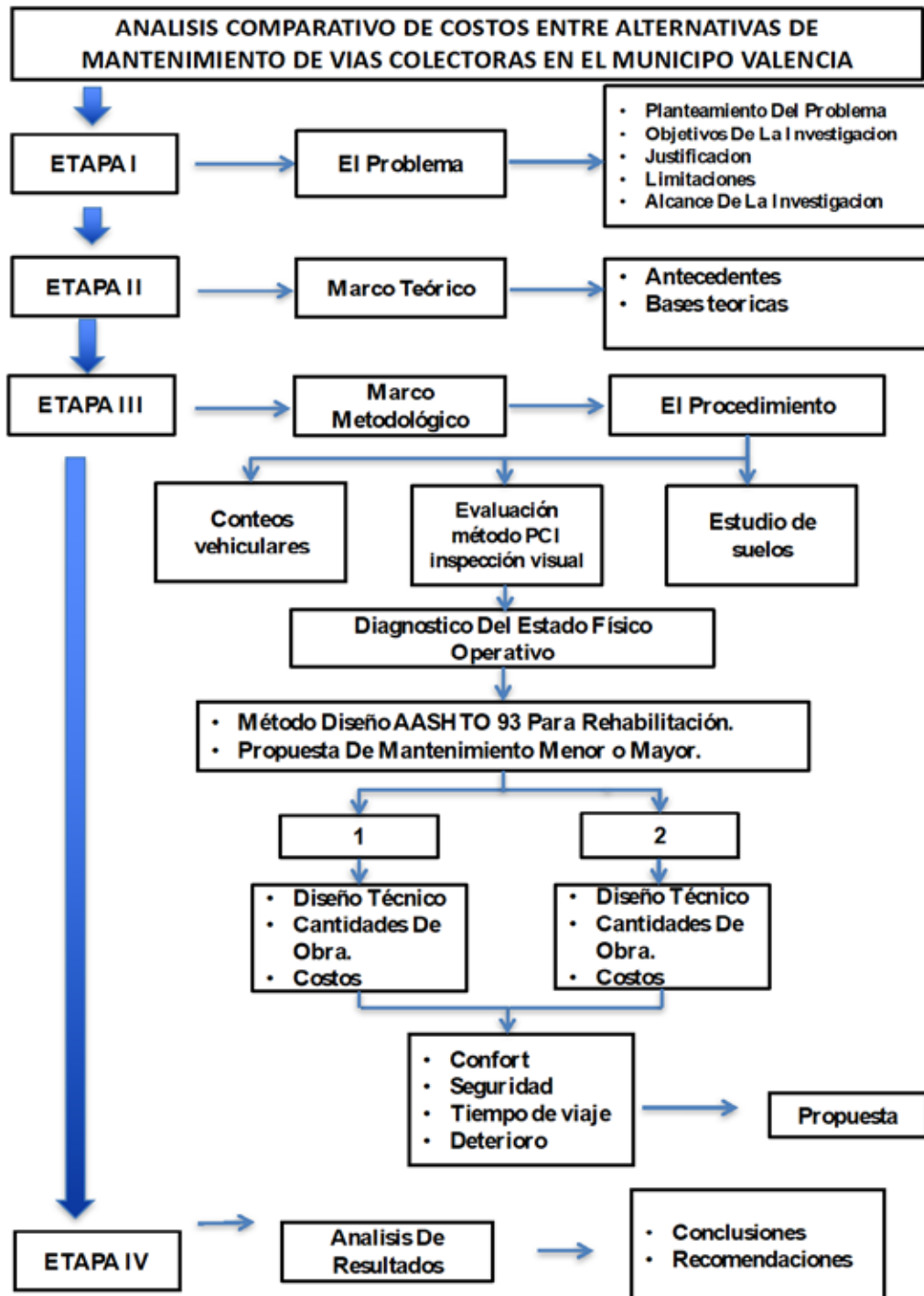


Figura 3. Proceso Metodológico

Fuente: Binetti y Villalobos, 2018

### **3.1. Tipo de Investigación**

La investigación está enmarcada en un modelo cuantitativo, por tanto se examinarán los datos de forma numérica, así mismo es una investigación de campo y orientado hacia una investigación descriptiva:

En lo relativo al carácter descriptivo de la investigación, Paella y Martins (2012) refieren que: “el propósito de este nivel es el de interpretar realidades de hecho. Incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos” (p. 22). Este aspecto genera en la investigación el descomponer al problema en sus partes más simples para determinar las causas reales del problema y poder brindar una observación y sugerir una posible solución efectiva y justificada al propósito que se persigue.

El carácter descriptivo también brindara un apoyo importante para el análisis de resultados y que estos sean consecuentes con el ofrecimiento de la propuesta de investigación que se adelanta. Esta investigación, requirió el estudio y análisis de temas relacionados con la investigación, como también trabajos especiales de grado, páginas en Internet entre otros con objetivos similares al tema en estudio-

### **3.2. Diseño de Investigación**

Está conformado por un conjunto de actividades sistemáticamente organizadas en función de orientar las pruebas y técnicas a instrumentar para recolectar, procesar y analizar la información, que a su vez permite responder las preguntas de la investigación, alcanzar los objetivos, medir las variables y comprobar la hipótesis. Esta investigación se puede clasificar como no experimental, ya que no se manipula ninguna variable, es decir, no se sustituye la variable independiente. Los hechos se observan tal y como suceden en la realidad en un lapso tiempo determinado y luego se analizan. De acuerdo al manual de FEDEUPEL (2007) los define como “el análisis de problemas en la realidad, con el propósito de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia recogiendo los datos de forma directa de la realidad”

### **3.3. Nivel de Investigación**

Este estudio se conceptualizó en un nivel de investigación exploratoria de campo, debido a que la recolección de datos provino directamente de la realidad donde ocurrieron los hechos sin manipular ni establecer relaciones entre las variables, y a través de la utilización de herramientas como la observación y cuantificación del impacto que genera, se analizó caso; vía parroquia San José, municipio Valencia estado Carabobo. Es decir, cada característica o variable se analiza de forma independiente. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables y aun cuando no se formulen hipótesis, tales variables aparecen enunciadas en los objetivos de investigación.

### **3.4 Procedimiento**

Para poder realizar un análisis comparativo de costo entre alternativas de mantenimiento aplicadas en la vía arterial de la parroquia San José (caso de estudio Av. Paseo Cuatricentenario), se clasificaron en las siguientes etapas:

**Etapa 1:** se identificó el problema, para luego definir los objetivos a cumplir dentro del desarrollo del trabajo, se definieron los alcances y la forma como se iba a abordar todos los aspectos de esta investigación.

**Etapa 2:** se realizó la investigación de las bases teóricas y antecedentes necesarios para el desarrollo del marco teórico.

**Etapa 3:** Primero se realizó la elaboración, validación y aplicación de los métodos de recolección de datos (Conteo Vehicular, PCI Y Estudio de suelo), necesarios poder diagnosticar el estado físico-operativo de la vía, luego se procedió a calcular el espesor de refuerzo requerido aplicando el método ASSTHO 93 para rehabilitación, y para finamente sugerir las alternativas de mantenimiento.

**Etapa 4:** Se procedió al análisis e interpretación de la información recaudada y la elaboración de resultados, y su discusión para así finalmente poder general las conclusiones y recomendaciones respectivas.

### **3.4.1 Determinación de las Variables de Tránsito**

Para la determinación de la cantidad de vehículos que circulan dentro la Av. Pase Cuatricentenario, se procedió a realizar de manera visual el conteo vehículos (pesado y liviano), se utilizaron planillas de clasificación según la categoría del vehículo para de este modo poder determinar el PDT y el porcentaje de vehículos pesado que circulan en esta vía.

Por falta de tiempo y de recurso, como también por la baja afluencia vehicular que hoy presenta nuestro país por motivos económicos, se utilizó información obtenida por estudios anteriores que evaluaron esta área de estudio. De este modo tener información veraz, para la correcta realización de este estudio.

#### **PDT, composición vehicular y % de vehículos pesados**

Se realizaron conteos de tránsito el día 06/03/2018 como se muestra en el cuadro 11, sin embargo al observar el comportamiento del mismo que presento valores de PDT de 2882 vehículos diarios en el día de mayor conteo, se procedió a calibrar este con datos de conteos de tránsito suministrados por IAMVIAL realizados en el año 2016, ya que la situación económica del país ha generado una disminución considerable de los volúmenes vehiculares urbanos, de todo se obtuvo un total de PDT = 7410 vehículos en el rango horario de 8 am a 4 pm, lo cual, una vez ajustado por factores estadísticos (FMH y ponderado semanal) corresponde a un PDT de 14702 vehículos en la pista norte de la Av. Cuatricentenario como se observa en el cuadro 12.

**Cuadro 14. Conteo Realizado 06/03/2018.**

Conteos Vehiculares		
	Sentido	Sentido
Sitio de Conteo	Av. Cuatricentenario	Av. Cuatricentenario
Sentido De Circulacion	Elevado Los Colorados- Entrada De Residencia Altos De Guataparo	Entrada De Residencia Altos De Guataparo- Elevado los Colorados
Livianos	2,085	2,798
Transporte Publico 2 Ejes	46	40
Transporte Publico 3 Ejes	-	-
2 Camion Liviano	21	18
2 Camion Pesado	24	23
3 Camion	1	3
2S1	-	-
2S2	-	-
2S3	-	-
3S1	-	-
2S2	-	-
3S3	-	-
<b>TOTALES</b>	<b>2,177</b>	<b>2,882</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 15. PDT, Composición Vehicular y % de Vehículos Pesados**

DIA LABORABLE-PISTA NORTE			
Sitio de Conteo	Av. Cuatricentenario	FMH	PDT
Sentido De Circulacion	Elevado Los Colorado- LA MANGUITA	0.504	
Livianos	6,920		13,730
Transporte Publico 2 Ejes	213		423
Transporte Publico 3 Ejes	-		-
2 Camion Liviano	256		508
2 Camion Pesado	-		-
3 Camion	15		30
2S1	-		-
2S2	3		6
2S3	-		-
3S1	1		2
2S2	2		4
3S3	-		-
<b>TOTALES</b>	<b>7,410</b>		<b>14,702</b>

Fuente: Instituto de Vialidad (IAMVIAL), 2016

### Medición de la Tasa de crecimiento Vehicular

En los últimos 10 años en la ciudad de Valencia ha habido una caída en la tasa de crecimiento del parque automotor, F. Torres, UC. En su investigación sobre movilidad vial en el Área Metropolitana de Valencia –AMV-, suministra datos que demuestran esta afirmación. De hecho, si se contabiliza el crecimiento del parque automotor en el AMV desde el año 2012, se encuentra una tasa de 1,85% y en el periodo comprendido entre el 2013 y 2015 la tasa se ubica en 0,87%.

**Cuadro 16. Parque Automotor y tasas de crecimiento del Área Metropolitana de Valencia 2001 – 2015**

Año	Venezuela	Valencia	Nuevos Vehiculos Venezuela	Nuevos Vehiculos Valencia	TC % (Inter Annual)
2001	216.97	6.72	216.97	6.72	-
2002	128.62	3.97	345.6	10.7	59.1
2003	63.72	1.96	409.32	12.76	18.3
2004	134.35	4.11	543.68	16.77	32.5
2005	228.37	6.96	772.06	23.74	41.5
2006	347.51	10.42	1115.42	34.16	43.9
2007	491.89	14.86	1607.31	49.02	43.5
2008	271.62	8.16	1878.93	57.19	16.7
2009	136.51	4.08	2015.45	61.18	7.1
2010	125.2	3.72	2140.65	65.07	6.1
2011	120.35	3.24	2261.34	68.25	5
2012	130.53	3.67	2391.89	71.92	5.4
2013	98.87	2.76	2490.77	74.73	3.8
2014	23.7	660	2514.48	75.35	0.9
<b>2015</b>	<b>23.27</b>	<b>644</b>	<b>2537.75</b>	<b>75.99</b>	<b>0.9</b>

**Fuente:** AMV automotor, F. Torres, UC.

Otra referencia relevante para la determinación de la tasa de crecimiento en la región carabobeña lo representa la estadística de tránsito recabada por la empresa Network Traffic en la Autopista Regional del Centro, año 2014. En este estudio al igual que en el trabajo de Torres, se observa una caída en el crecimiento vehicular, contabilizándose una tasa de crecimiento de 1,62% en el período comprendido entre los años 2009 y 2014 y de 0,51% entre los años 2012 y 2014.

**Cuadro 17. Crecimiento de PDT en la Autopista regional del centro 2002-2014**

Año	PDT	TC Inter Annual
2002	38733	-
2003	47264	21.87
2004	48488	2.72
2005	52475	8.22
2006	57236	9.07
2007	58514	2.23
2008	59792	2.18
2009	61027	2.14
2010	62348	2.09
2011	63626	2.05
2012	65510	2.98
2013	-	-
2014	66183	0.51

**Fuente:** Network Traffic

Y por último, otra consideración para la proyección de los volúmenes de tránsito a futuro, que evalúa las tasas de crecimiento del parque automotor de Venezuela, crecimiento población de AMV hasta el año 2010, según OCEI, crecimiento población de Venezuela según INE y en Banco mundial y la tasa de crecimiento poblacional hasta el 2025 según CELADE.(ver cuadro 18)

**Cuadro 18. Tasas de Crecimiento para la Región de acuerdo a distintas fuentes.**

Ubicacion	Fuente	Años						
		90-95	95-00	00-05	05-10	10-15	15-20	20-25
Venezuela	CELADE	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1
Venezuela	CIA World Factbook			1.5	1.5			
Venezuela	Banco Mundial	2.2	2.0	1.8	1.7			
Carabobo	INE	3.0	3.0	1.5	1.5			
AMV	OCEI	3.6	3.2	2.9	2.7			
Venezuela	Parque Automotriz			10.0	7.8			

**Fuente:** Elaboración propia a partir de información de diferentes entes o instituciones nacionales e internacionales

Por lo anterior, para la presente evaluación y visto la situación nacional actual de paralización del parque automotor, para esta investigación tomamos como tasa de crecimiento interanual de 1%.

#### **Factor camión –FC**

La carga de los camiones, ha sido obtenida a partir del estudio de tráfico realizado en la Autopista Regional del Centro por la empresa Network Traffic en el año 2012 en los Km 155 y 109. Los mencionados estudios, contienen el conteo y pesaje de 168.498 vehículos, producto de dos semanas de recolección de información de tránsito en los meses de marzo y mayo del año 2012.

**Cuadro 19. Factor Camión por tipo de vehículo – Valencia**

TIPO DE VEHICULO	FC-VALENCIA
Autobus 2E	0.635
Autobus 3E	2.320
2 Camion Liv	0.038
2 Camion Pes	1.124
3 Camion	1.929
2S1	2.402
2S2	1.581
3S1	1.730
3S2	1.707
3S3	1.020

**Fuente:** Oficina técnica ingeniero José. V Herdia T and Asociados C.A

#### **Factor direccional (fd)**

En este caso particular, debido a que la información de tránsito ha sido suministrada por cada sentido de circulación, se asume un factor direccional (FD) igual a uno.

#### **Factor Canal (DL)**

Según los datos del proyecto de vialidad, la sección se compone en ambos tramos de dos canales de circulación por sentido; por lo cual, se ha estimado que el 90% de los ejes equivalentes circularan en el canal crítico (DL = 0,90).

**Cuadro 20. Variables de Transito**

	AV. CUATRICENTENARIO PISTA NORTE			% CAMIONES	FC TABULADO	FC PROYECTO
	PDT	PDT	PDT			
	LABORABLE	NO LABORABLE	SEMANAL			
LIVIANOS	13,730	11,671	13,142	43.00%	0.635	0.276
Transporte Publico 2	423	359	405	0.00%	2.320	-
Transporte Publico 3	-	-	-	52.00%	0.038	0.020
2 Camion Livianos	508	432	486	0.00%	1.124	-
2 Camion Pesado	-	-	-	3.00%	1.929	0.059
3 Camion	30	25	28	0.00%	2.402	-
2S1	-	-	-	1.00%	1.581	0.010
2S2	6	5	6	0.00%	-	-
2S3	-	-	-	0.00%	1.730	0.004
3S1	2	2	2	0.00%	1.707	0.007
3S2	4	3	4	0.00%	1.020	0.000
3S3	-	-	-	0.00%	0.000	
<b>TOTALES</b>	<b>14,702</b>	<b>11,762</b>	<b>14,072</b>	<b>100.00%</b>	<b>0.000</b>	<b>0.375</b>
<b>CAMIONES</b>	<b>972</b>	<b>826</b>	<b>931</b>			

**Fuente:** Oficina técnica ingeniero José. V Herdia T and Asociados C.A

### 3.4.2 Calculo de EE y REE

**PDT:** 14.702

**% de vehículos pesados:** 6.6

**F camión:** 0.375

**A:** 1 (transito balanceado)

**Fd:** 1

**Fuc:** 0.90

**TC:** 1%

**D:** 306

**PDT<sub>n10</sub>** = 16.240

**PDT<sub>n15</sub>** = 17.069

F crecimiento a 10 y 15 años

\_\_\_\_\_

Tomando la ecuación de Ejes equivalentes en el periodo inicial de diseño

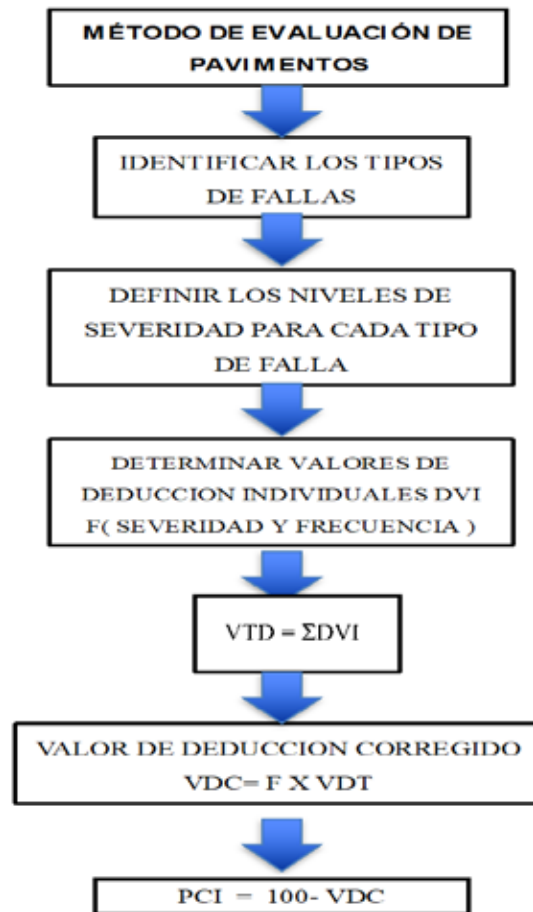
Cargas equivalentes totales en 10 años.

Cargas equivalentes totales en 15 años.

### **3.4.3 Evaluación Física del Pavimento**

Para la aplicación de este método se llevaron a cabo una serie de actividades cumpliendo con los protocolos exigidos por el mismo los cuales se describen a continuación:

La vía a evaluar la cual tiene una longitud de 2km y un ancho de calzada de 7.3m, la misma fue dividida en dos (2) tramos, calculando sobre estos el número de muestras a ser evaluadas aplicando la ecuación establecida en el método, resultando para la evaluación lo esquematizado en la fig (4).



**Figura 4. Metodo PCI**

**Fuente:** Manual de evaluación de pavimentos Ing. Augusto Jugo B.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra (34m), dando como resultado 35.29 unidades; a este valor se lo redondea a un número entero quedando que el número total de unidades de muestra (N) sea igual a 35, de estas unidades solo once (11) deben ser evaluadas. El cual se dividió el número total de unidades (35), en 7 grupos iguales. En este caso 7 secciones de 5 unidades. Luego se escogieron aleatoriamente las 11 unidades a ser estudiadas quedando distribuidas como lo muestra la figura anexa. (Ver figura 5)

$$N : \frac{1200m}{34.25m} : 35$$

$$n : \frac{35 \cdot 10^2}{\frac{5^2}{4}(35 - 1) + 10^2} : 11$$



**Figura 5. Sección de muestra**

**Fuente:** Elaboración propia

Para la determinación del valor PCI se observaron e indentificaron(ver anexo 1) las fallas existente y sus características en la vía de estudio, como es propuesto por el metodo PCI antes mencionado en capítulo 2. Obteniendo así los siguientes resultados: (ver cuadro 19 y 20)

**Cuadro 21. Resultado de medición calzada Este-oeste**

Calzada Este-Oeste					
Muestra 1			Muestra 2		
Progresiva	PCI	Condicion de pavimento	Progresiva	PCI	Condicion de pavimento
0+034	74	Bueno	0+068	28	Muy Malo
0+068	41	Malo	0+204	28	Muy Malo
0+204	40	Malo	0+408	40	Malo
0+238	71	Bueno	0+442	49	Regular
0+408	18	Muy Malo	0+646	10	Fallado
0+544	60	Regular	0+850	35	Malo
0+578	40	Malo	0+986	20	Muy Malo
0+748	24	Muy Malo	1+122	36	Malo
0+884	32	Malo	1+360	35	Malo
0+918	45	Malo	1+394	35	Malo
1+088	20	Muy Malo	1+564	25	Muy Malo
-	-	-	1+768	10	Fallado
-	-	-	1+972	60	Regular
<b>PCI ponderado</b>	<b>43.27</b>	<b>Regular</b>	<b>PCI ponderado</b>	<b>32.07</b>	<b>Pobre</b>

**Fuente:** Elaboración propia tomada de método PCI campo.



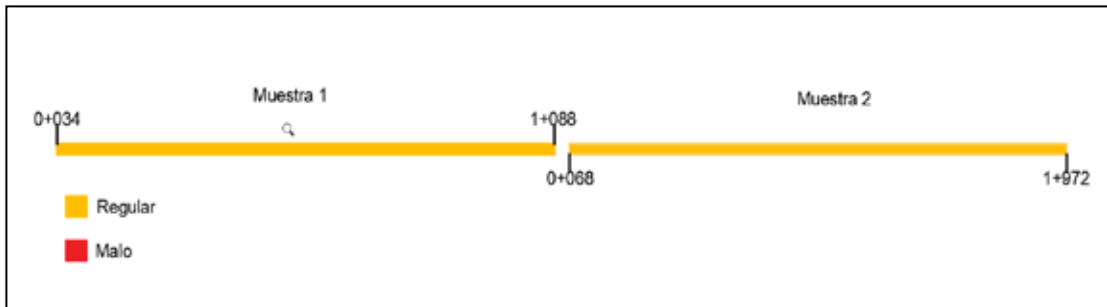
**Figura 6. Estado de la vía Este-Oeste**

**Fuente:** Elaboración propia tomada de método PCI campo.

**Cuadro 22. Resultado de Medición Calzada Oeste-Este**

Calzada Oeste-Este					
Muestra 1			Muestra 2		
Progresiva	PCI	Condicion de pavimento	Progresiva	PCI	Condicion de pavimento
0+034	46	pobre	0+068	20	muy pobre
0+068	75	muy bueno	0+204	68	bueno
0+204	45	regular	0+408	55	regular
0+238	46	regular	0+442	62	bueno
0+408	12	muy pobre	0+646	48	regular
0+544	22	muy pobre	0+850	33	pobre
0+578	12	muy pobre	0+986	70	bueno
0+748	47	regular	1+122	42	regular
0+884	55	regular	1+360	55	regular
0+918	32	pobre	1+394	60	bueno
1+088	65	bueno	1+564	26	pobre
-	-	-	1+768	25	muy pobre
-	-	-	1+972	48	muy pobre
<b>PCI Ponderado</b>	<b>41.54</b>	<b>regular</b>	<b>PCI Ponderado</b>	<b>47.07</b>	<b>regular</b>

**Fuente:** Elaboración propia tomada de método PCI campo.



**Figura 7.** Estado de la vía Oeste-Este

**Fuente:** Elaboración propia tomada de método PCI campo.

### 3.4.4 Toma de muestras CORE-DRILL

El estudio de la muestra de CORE-DRILL fue suministrada por el Instituto de vialidad de Valencia (IAMVIAL) realizado por la Oficina técnica de Ingeniero José. V Herdia T y Asociados C.A, como se muestra en el Anexo numero 2.

### 3.4.5 Estudio de Suelo

El estudio de suelos en la Av. Paseo Cuatricentenario fue suministrado por el Instituto de vialidad de Valencia (IAMVIAL) realizado por la empresa Asfaltos Suecon C.A en octubre del 2016 como se muestra en el Anexos numero 3 y 4, arrojó los siguientes resultados, como características específicas del material de subrasante existente en el sitio:

Humedad óptima (%) = 9.782

Densidad máxima ( $T/m^3$ ) = 1,985

C.B.R. 0.1" (%) = 8,98

C.B.R. 0.2" (%) = 8.39

Límite líquido (%) = 23.07

Índice de plasticidad = 9.45

Capacidad portante admisible del terreno:  $17.91 T/m^2$

F.S. = 3

### Índice de Serviciabilidad (PSI)

Para determinar capacidad estructural remanente del pavimento mediante el método de serviciabilidad, es necesario obtener a partir de los datos de la evaluación del índice de condición de pavimento (P.C.I) realizado en este proyecto, el valor del índice de serviciabilidad Ponderado de las vías a analizar. A continuación se presentan las tablas resúmenes por tramos para cada vía de estudio.

Calzada Este-Oeste			
Progresivas	P.C.I	Condición del Pavimento	PSI
0+034-1+088	43	Regular	2,66
0+068-1+972	32	Muy buena	2,5
PSI PONDERADO =>			2,6

Calzada Oeste-Este			
Progresivas	P.C.I	Condición del Pavimento	PSI
0+034-1+088	41	Muy buena	2,58
0+068-1+972	47	buena	2,87
PSI PONDERADO =>			2,7

Figura 8. Estado de la Calzada en Av. Paseo Cuatricentenario.

Fuente: Elaboracion propia

### 3.4.6 Cálculos de SN y SN Rehabilitación.

#### Calculo Del Módulo Resiliente De La Subrasante (MR)

Tomando en cuenta que la ciudad de Valencia está situada en una región semilluviosa, caracterizada por experimentar convencionalmente cinco (5) meses del año húmedos y los otros siete (7) meses secos, adoptamos esta condicionante geotécnico-hidrológica como característica determinante del comportamiento de la subrasante ante los requerimientos de carga del pavimento en estudio.

Módulo Resiliente húmedo es un 60% del Módulo Resiliente Verano

Módulo Resiliente de acuerdo a esta variación según las diferentes épocas del año.  
Boletín Técnico, Abril 1998

Valor de Daño Relativo Ponderado (UF):

Debemos calcular el valor daño relativo (uf) para cada estado de humedad, de la manera siguiente:

---

Despejando MR de la formula anterior.

### Capacidad estructural inicial del pavimento (SNo)

Se determinó la capacidad estructural o número estructural del pavimento en base a los sondeos realizados en función de las propiedades mecánicas (CBR) de los materiales dispuestos en capas que conforman la estructura del pavimento. Mediante la correlación con el Modulo Resiliente se obtuvieron los valores de las tablas de la AASHTO correspondientes a los coeficientes estructurales de cada capa (rodamiento, base y sub-base):

**Cuadro 23. Resultado de la Capacidad estructural inicial del pavimento Sno**

Vía	Sno
Av. Paseo cuatricentenario	2.00

Fuente: Elaboración propia

### Capacidad Estructural Remanente Del Pavimento (SNeff)

A continuación se presentan los valores de Sn efectivo obtenido para cada una de las vías en estudio a partir de la información recopilada de la Av. Paseo Cuatricentenario. Según lo planteado en el capítulo 2.

$$\text{PSI ponderado} = 2.6$$

$$\text{MR subrasante} = 9859.09 \text{ psi}$$

$$\text{Sno} = 2.00$$

$$\text{Po} = 4.0; \text{R} = 50\%; \text{So} = 0.45; \text{Zr} = 0$$

Resolviendo la ecuación AASHTO 1993 para  $P_t = 2.6$  y  $P_f = 1.5$  se obtienen los siguientes valores de REE:

$$\text{Nt} = 246.041,00$$

$$\text{Nf} = 296.000,00$$

(1)

(2)

$$= 0.75$$

(3)

**El Sneff del pavimento es =1.5**

**Determinación del Espesor De Refuerzo Para 10 y 15 años**

$$P_o = 4.0$$

$$P_t = 2.0$$

$$MR_{\text{subrasante}} = 9859.09 \text{ psi}$$

$$R=80\%, S_o = 0.45, Z_r = -0.841$$

Resolviendo la ecuación AASHTO 1993 para:

$$REE_{10\text{AÑOS}} = 1.048.207$$

$$SNT = 2.87$$

$$SNR_{10\text{AÑOS}} = SNT - S_{\text{Neff}}$$

$$SNR_{10\text{AÑOS}} = 2.87 - 1.5$$

$$SNR_{10\text{AÑOS}} = 1.37$$

$$REE_{15\text{AÑOS}} = 1.612.395$$

$$SNT = 3.10$$

$$SNR_{15\text{AÑOS}} = SNT - S_{\text{Neff}}$$

$$SNR_{15\text{AÑOS}} = 3.10 - 1.5$$

$$SNR_{15\text{AÑOS}} = 1.6$$

### **Calculo de Espesores de Refuerzo**

$$\text{Refuerzo} = (\text{SNR}/a_i) \times 2.54, \quad a_i:0.44$$

$$\text{Refuerzo}_{10\text{AÑOS}} = (1.37/0.44) \times 2.54 = 7,9 \text{ cm}$$

$$\text{Refuerzo}_{15\text{AÑOS}} = (1.6/0.44) \times 2.54 = 9,2 \text{ cm}$$

El espesor de rehabilitación para cada condición de diseño será el siguiente:

Espesor de refuerzo para 10 años = 7 cm.

Espesor de refuerzo para 15 años = 10 cm.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DEL DISEÑO PROPUESTO

El presente capítulo contiene información e indicaciones para la ejecución de las alternativas para la rehabilitación del pavimento de la Av. Paseo Cuatricentenario cuyos diseños propuestos se presentan a continuación en periodos de 10 y 15 años (anexo plano de gestión rehabilitación).

#### Estructura de Pavimento Existente



Figura 9. Estructura de Pavimento Existente

#### Acciones de Mantenimiento y Rehabilitación a Realizar 10 años.

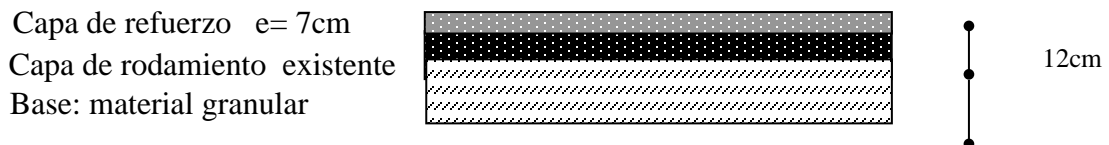


Figura 10. Acciones de Mantenimiento y Rehabilitación a Realizar 10 años

#### Acciones de Mantenimiento y Rehabilitación a Realizar 15 años

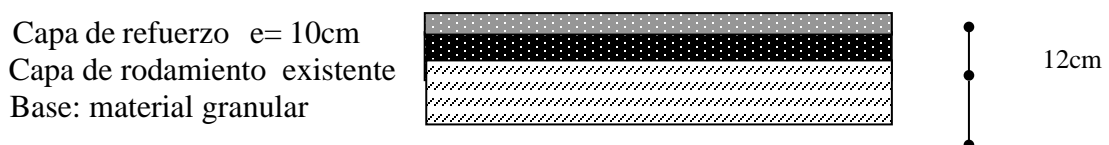


Figura 11. Acciones de Mantenimiento y Rehabilitación a Realizar 15 años

## **4.1 Recomendaciones para Acciones de Mantenimiento Menor.**

### **4.1.1 Bacheo de pavimento asfáltico.**

Esta acción consiste en el saneamiento de fallas de tipo estructural, en áreas inferiores a  $100 \text{ m}^2$ , como grietas tipo piel de cocodrilo, huecos y ahuellamiento, mediante la remoción de la profundidad afectada de la capa y reposición con mezcla de Concreto Asfáltico, la remoción debe hacerse mediante fresado en el área y espesor indicados, sólo se permitirá la remoción con equipo menor (bacheo) en áreas inferiores a  $10 \text{ m}^2$ . El espesor de capa removida debe reponerse con mezcla de concreto asfáltico similar a la indicada para las capas de refuerzo, MI-12 o MI-19 (Norma INVEAS).

En esta acción pueden presentarse dos casos:

1. Bacheo en superficies fresadas: (En caso de encontrarse áreas inestables o afectadas por grietas severas, una vez realizada la remoción por fresado, se debe indicar la remoción adicional del espesor afectado y proceder conforme a lo indicado en la acción de bacheo.
2. En caso que la falla se encuentre en una superficie a ser reforzada mediante la colocación de una capa adicional o simplemente cuando la acción de bacheo se aplique como mantenimiento menor localizado, la acción se ejecutará conforme a lo indicado para la acción de bacheo.

## **4.2 Recomendaciones Para Acciones de Mantenimiento Mayor. (**

### **4.2.1 Remoción de pavimento asfáltico mediante fresado.**

Esta acción consiste en la remoción –mediante fresado en frío- del espesor indicado para cada vía o tramo, como acción mayor de rehabilitación de pavimento de la vía, el equipo fresador debe estar en buenas condiciones de tal forma que se realice un fresado uniforme que deje como resultado una superficie nivelada sin surcos que permita la colocación de una capa asfáltica de espesor uniforme.

Debe tratar de coordinarse los trabajos, de tal forma que la reposición de la capa

asfáltica se haga lo más pronto posible, de ser factible de inmediato. En caso que esto no se pueda realizar, debe hacerse un corte inclinado para no afectar la circulación de vehículos hasta que se realice la reposición de la capa, en ningún caso la superficie fresada debe permanecer expuesta más de 72 hrs.

#### Construcción de capa de Concreto Asfáltico (CA) (

Las mezclas de Concreto Asfáltico a emplear serán indistintamente del Tipo MI-12 o MI-19 para tráfico medio. La mezcla MI-12 puede emplearse en todos los casos, mientras que la M-19 sólo para espesores de 5 cm o más, estas se colocaran con extendedora (finisher), no se permitirá la colocación con motoniveladora ni otros equipos.

Debe ponerse especial atención en las juntas de las capas asfálticas, logrando empalmes nivelados, así como en las intersecciones con otras calles, Bocas de Visita y tanquillas de servicios y puntos de captación de drenaje con la finalidad de no se afecte el tráfico ni el drenaje superficial.

### **4.3 Análisis de Los Costo de Mantenimiento para 15 años**

Una vez diseñadas ambas propuestas de mantenimiento y rehabilitación para 10 y 15 años, se decidió analizar los costos de la acción de mayor periodo de tiempo. Tomando para la comparación las acciones de Mantenimiento y Rehabilitación para 15 años, los costos en bolívares necesarios para la elaboración de los presupuestos fueron suministrados por El Instituto de Vialidad de Valencia (IAMVIAL) como se muestra a continuación en los siguientes cuadros (ver cuadro 24 y 25):

**Cuadro 24. Mantenimiento Menor Tramo los Colorados- Sagrado Corazón (1.2 Km)**

Mantenimiento Menor Para el Año Actual						Dólares tasa 7/05/2017 (Bs 643.571,09)
Partida	Descripción	Unidad	Pu (BSF)	Cantidad	Bolivares	Dólares
1	Remoción de pavimento asfáltico en baches (áreas menores de 100 m2)	M3	Bs.3,108,222.16	65.21	Bs.202,687,167.05	\$ 314.94
2	Reposición de bases en bache, material integral (áreas menores de 100m2)	M3	Bs.4,936,778.32	52.21	Bs.257,749,196.09	\$ 400.50
3	Suministro de mezcla asfáltica Asfáltico Tipo MI-12 o MI-19	Ton	Bs.8,903,070.00	150.00	Bs.1,335,460,500.00	\$ 2,075.08
4	Colocación de mezcla Asfáltica	Ton	Bs.2,082,344.58	150.00	Bs.312,351,687.00	\$ 485.34
Total					Bs.2,108,248,550.14	\$ 3,275.86

**Fuente:** Elaboración propia en referencia a los datos suministrado por el Instituto de Vialidad de Valencia (IAMVIAL)

**Cuadro 25. Cotos De Mantenimiento Menor Para 15 años**

Costos De Mantenimiento Menor Para 15 años		
Año Actual (2018)	Bs.2,108,248,550.14	\$3.275,86
Período 1. (2018-2023)	Bs.16,009,512,427.63	\$24.876,06
Período 2. ( 2023-2028)	Bs.48,857,154,625.34	\$75.915,71
Período 3. (2028-2033)	Bs.78,684,936,095.66	\$122.263,01
Incremento 15% Costos Socio-Ambientales Operativos De La Vía (Banco Mundial)	Bs.11,802,740,414.35	\$18.339,45
Costo Total de Rehabilitación 15 Años	Bs.90,487,676,510.01	\$140.602,46

**Fuente:** Elaboracion propia

**Cuadro 26. Mantenimiento Mayor tramo los Colorados- Sagrado Corazón (1.2 Km)**

Mantenimiento Mayor Para 15 Años						Dólares tasa 7/05/2017 (Bs 643.571,09)
Partida	Descripción	Unidad	Pu (BSF)	Cantidad	Bolivares	Dólares
1	Remoción de pavimento asfáltico mediante fresado, carga y transporte del material	Cmx M2	Bs.250.350,00	87.600,00	Bs.21.930.660.000,00	\$ 34.076,52
2	Suministro de Mezcla asfáltica Asfáltico Tipo MI-12 o MI-19	Ton	Bs.8.903.070,00	4.029,60	Bs.35.875.810.872,00	\$ 55.744,91
3	Colocación de Mezcla Asfáltica	Ton	Bs.2.082.344,58	4029,6	Bs.8.391.015.719,57	\$ 13.038,21
4	Remoción y nivelación de Bocas de Visita	Pza	Bs.3.666.838,64	8	Bs.29.334.709,12	\$ 45,58
Total					Bs.66.226.821.300,69	\$ 102.905,21

**Fuente:** Elaboración propia en referencia a los datos suministrado por el Instituto de Vialidad de Valencia (IAMVIAL)

#### **4.4 Análisis y comparación de Resultados sobre la Percepción de los usuarios sobre el estado de la red vial.**

En esta actividad se llevó a cabo una evaluación subjetiva de la opinión de los usuarios que transitan diariamente por la vía con respecto al estado físico de la misma, para llevar a cabo este análisis se elaboró un instrumento de medición (anexos 5) el cual fue aplicado en una muestra representativa de conductores usuarios de la vía, en un periodo horario de 7:00 am a 10:00 am, en ambos sentidos a la altura de colegio Sagrado Corazón.

#### **4.4.1 Cálculo Del Tamaño De La Muestra**

Error 3,5%

Tamaño Población 200

Nivel De Confianza 95%

**Tamaño De La Muestra= 56**

#### **Cálculo Del Error Muestra Para Poblaciones Infinitas**

Tamaño de la muestra 56

Nivel de confianza 95%

Error muestra 13,119%

#### **Cálculo Del Error Muestra Para Poblaciones Finitas**

Tamaño muestra 56

Tamaño población 20.000

Nivel de confianza 95%

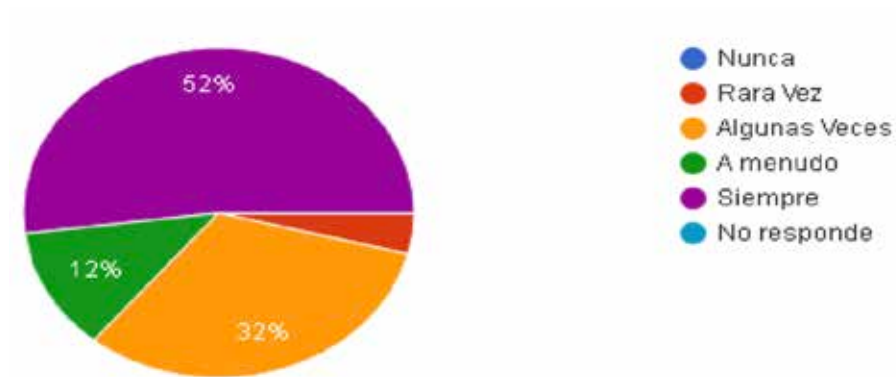
Error muestra 13,101%

Del muestreo.

Para la aplicación de los cuestionarios se procedió a evaluar el volumen vehicular que paso en un periodo de dos horas por la arteria vial, arrojando el conteo que por la misma circulaban aproximadamente 200 vehículos, de lo cual se obtuvo una muestra representativa de 50 vehículos con un margen de error muestra del 13.12% y un nivel de confianza del 95%

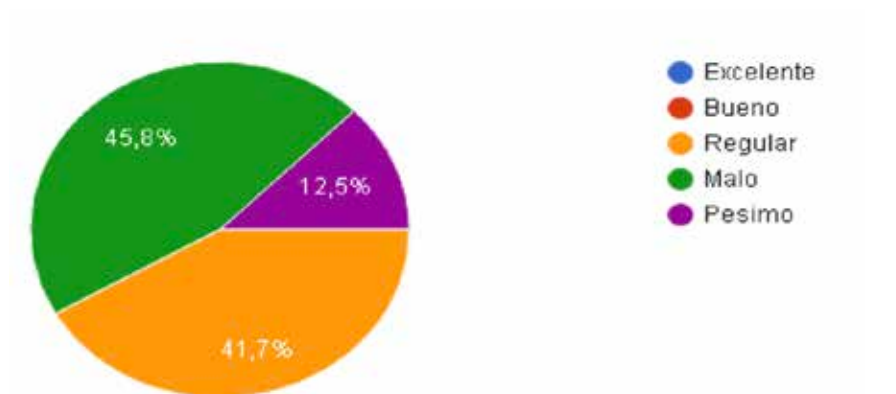
Los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los usuarios que transitaron en la Av. Paseo Cuatricentenario el día nueve de mayo del 2018, son los siguientes:

**Pregunta 1. ¿Transita usted con frecuencia en la Av. Paseo Cuatricentenario?**



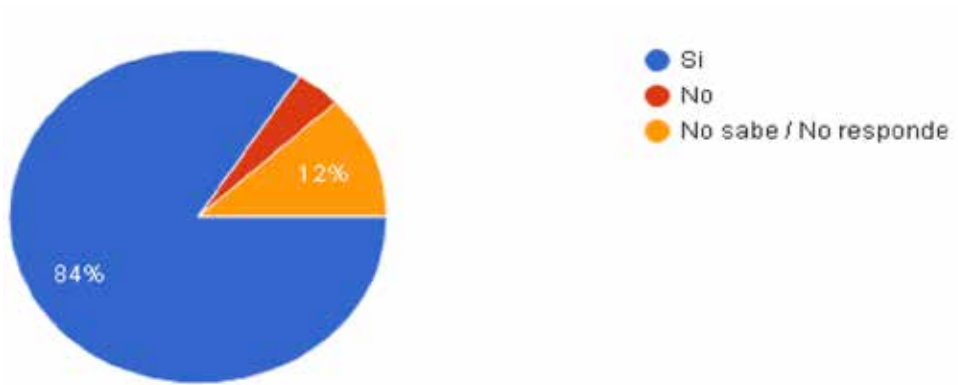
**Figura 9. Pregunta 1**

**Pregunta 2. ¿Como percibe usted el estado actual de la vía?**



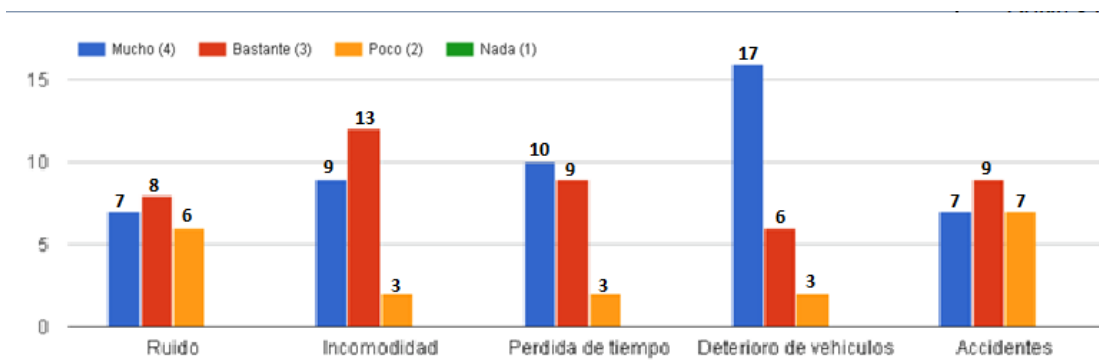
**Figura 10. Pregunta 2**

**Pregunta 3. ¿Afecta a diario el mal estado de la vialidad a su bienestar personal?**



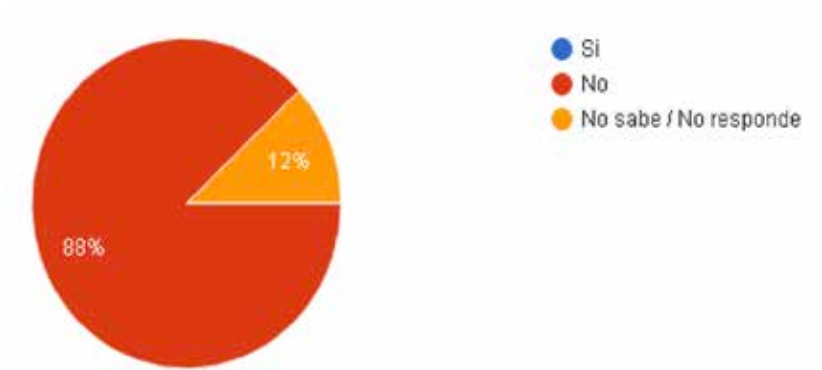
**Figura 11. Pregunta 3**

**Pregunta 4. ¿De acuerdo a estos aspectos, de que manera afecta su bienestar personal?**



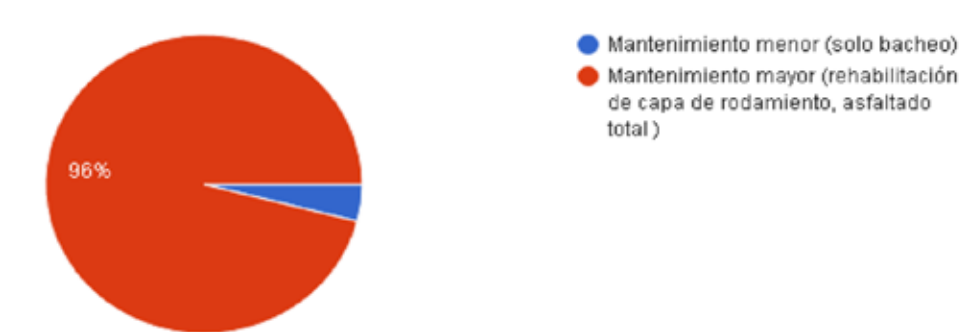
**Figura 12. Pregunta 4**

**Pregunta 5. ¿Cree usted que en el último año se le ha dado el mantenimiento necesario a la Av. Paseo Cuatricentenario?**



**Figura 13. Pregunta 5**

**Pregunta 6. ¿De invertir recursos económicos para las mejoras de la Av. Paseo Cuatricentenario con cuál de las siguientes acciones de mantenimiento estaría usted?**



**Figura 14. Pregunta 6**

#### **4.5 Análisis de Resultados de la Opinión de los Usuarios.**

De acuerdo a los resultados obtenidos más del 62 % de los entrevistados declaro circular por la vía frecuentemente. Cuando se les consulto su opinión sobre el estado físico de la vialidad, el 87% respondió que la misma se encuentra en estado regular a malo.

Al consultar a los usuarios si el mal estado en el que se encontraba la vialidad afectaba su calidad de vida y bienestar, el 84% respondió que se sienten muy afectados por transitar en la misma.

El cuestionario también evaluó cuatro de los aspectos de la transitabilidad que inciden en la calidad de vida de los usuarios, la respuestas evidencian que el deterioro del vehículo y la incomodidad fueron los más relevantes seguidos de la pérdida de tiempo. El 88% de los usuarios opinaron que en los últimos años no se le ha dado el mantenimiento adecuado a la Av. Paseo Cuatricentenario, siendo esta causa del deterioro que presenta la misma en la actualidad

Adicionalmente se preguntó, que si de invertir recursos económicos para mejorar el estado físico de la vía que dieran su opinión sobre si, aplicar estos recursos económicos a realizar un mantenimiento mayor (rehabilitación de capa de rodamiento, asfaltado total), o solo hacer un mantenimiento menor (bacheo) a la avenida, a esta pregunta el 95% respondió tener preferencia sobre el mantenimiento mayor.

#### **4.6 Análisis Comparativos de Propuestas de Mantenimiento y Rehabilitación con la opinión subjetiva de los usuarios.**

Después de haber realizado y analizados los presupuesto para las acciones de mantenimiento menor y de rehabilitación se observó que la acción rehabilitar (asfaltado total) tiene una inversión más elevada a valores actuales de \$ 102.905,21. Por su parte el de mantenimiento menor, arrojo que la inversión para su ejecución a valores actuales sería de \$3.275,86 dólares (solo bacheo), esto si la ejecución de estos trabajo se realizara para este año 2018. Apreciando una diferencia entre ambas acciones de 96.82% mayor en la rehabilitación.

Sin embargo al hacer la comparación en el periodo de diseño de 15 años de ambas acciones, se demuestra que al final del periodo el mantenimiento menor (bacheo) terminaría con una inversión mayor tal como se demuestra en el cuadro 25( ver cuadro 25).

De lo anterior, se realizó un análisis expandido del mantenimiento menor en un período de 15 años, estableciendo un criterio de los investigadores de, una inflación interanual para un periodo de 5 años (50%), para un segundo periodo de 5 años (25%) y el tercer periodo de 5 años (10%), con estos valores se obtuvo que los costos aproximados de esta opción, aumentarían anualmente por el deterioro progresivo de la vía, a la cual habría que hacerle el mismo tratamiento todo los años por encontrarse toda la capa asfáltica fatigada y susceptible a fallas. Además a estos se les agregarían los costos socio-ambientales de los cuatro aspectos que afectan la calidad de vida de los usuarios tales como, ruido, incomodidad, deterioro del vehículos, pérdida de tiempo y accidentes, a los cuales habría que hacerle una evaluación que determinaría el verdadero costo de la alternativa del mantenimiento menor.

El mantenimiento se hizo bajo el criterio de una inflación interanual variable estimando un cambio en el patrón inflacionario venezolano diferente al que existe actualmente de acuerdo con el parlamento Venezolano (6.147%, 2018)..

Adicionalmente se realizó el análisis de las alternativas de mantenimiento comparándola con la percepción y opinión de los usuarios de la vía y se determinó que la opinión de estos favoreció a la alternativa de la rehabilitación total de la vía, lo que coincide con los valores de comparación de costos hechos anteriormente, concluyéndose que la opción de rehabilitación debería hacerse en el año actual ya que de no hacer la misma se incurre en gastos mayores.

Es importante destacar que los resultados de este análisis reflejan el grado de deterioro de esta importante vía la cual sobrepaso el periodo de diseño de la misma.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Al evaluar la red de vías arteriales del municipio Valencia se determinó que más del 80% sobrepasó el período para cual fueron diseñadas, de lo cual se hizo una evaluación a la arterial N 7 Av. Paseo Cuatricentenario.

Al aplicar la evaluación de Índice de condición de pavimentos (PCI) el mismo arrojó valores que determinaron que la vía nivel de condición de regular a malo, lo que compromete la transitabilidad por la misma y su nivel de servicio.

Al aplicar la metodología para diseño y rehabilitación de pavimentos AASHTO-93, se determinó la necesidad de aplicar un proceso de mantenimiento a la vía estudiada, para lo cual se plantearon dos alternativas, siendo una mantenimiento menor y la otra mantenimiento mayor las cuales fueron analizadas y comparadas.

De la comparación de costos de las dos alternativas evaluadas se determinó, que el mantenimiento menor en el año 2018 resultaría más económico que rehabilitar la vía el mismo año, pero al hacer el análisis comparativo en el periodo de 15 años se demuestra que la opción de rehabilitación resultaría mas económica en el período de analisis.

Por su parte al realizar la comparación de los costos de mantenimiento con la opinión de los usuarios, se determinó que la opinión de estos favoreció a la alternativa de la rehabilitación total de la vía, y los mismos manifestaron el grado de insatisfacción por los daños que les está ocasionando el mal estado físico de la infraestructura vial reflejado esto en los resultados de la evaluación subjetiva tales como; deterioro de sus vehículos con un 17%, seguido de la incomodad por la falta de confort con un 13%, y la perdida de horas hombre por congestión en un 10%.

De todo lo anterior se recomienda a la agencia pública responsable y competente para realizar estos trabajos que la alternativa más favorable hoy, sería rehabilitar la red viaria arterial de la ciudad de Valencia. Sin embargo esto será posible dependiendo de la planificación operativa y presupuestaria en el Plan Operativo Anual (POU) de la cual disponga la misma.

## REFERENCIAS

Augusto Jugo B. (1998).

Arias, F. (2002). . Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill.

Asociación de Administradores de Carreteras de los Estados Unidos (1993, AASHTO)

Cal y May (2001).

Galbaldon A (2000).

Gustavo Corredor (1998). V Jornada de Vialidad y transporte

IAMVIAL (2016).

IMVEAS (2004).

Marmol Gabriel y Medina Reina (2014).

Quintero. J, Ortiz. S, y Sánchez. J. (2014).

. (Trabajo de Grado).

Universitario Politécnico “Santiago Mariño” Núcleo Mérida, Venezuela.

Ravanal (2014).

Jose V. Herdia(2016).

Yesquen I. (2016).

. (Trabajo de

Grado) Universidad Nacional de Pjura, Lima, Peru.

## **ANEXOS**





### RESUMEN DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS EN CARPETA ASFALTICA (COREDRILL) AVENIDA CUATRICENTENARIO - EL BOSQUE

NUCLEO Nro.	CALZADA	CANAL	PROGRESIVA	ESPESOR TOTAL (cm)	NUMERO DE CAPAS	Espesores parciales (cm)			MUESTRA DE SUELO
						e1	e2	e3	
1	NORTE	DERECHO	1+350	14,5	2	9,5	5		SE TOMO MUESTRA
2	NORTE	DERECHO	0+420	21	3	8	6	7	



NUCLEO 1  
SENTIDO ELEVADO LOS COLORADOS -  
LA MANGUITA  
ORDEN DE EXTRACCION 24



NUCLEO 2  
SENTIDO ELEVADO LOS COLORADOS -  
LA MANGUITA  
ORDEN DE EXTRACCION 25



**ASFALTOS SUECON C.A.**  
 ASFALTO - SUELO - CONCRETO  
 PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 INSPECCIONES - CONTROL DE CALIDAD



<b>ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS PARA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS</b>		<b>FECHA</b>		11/02/2016
		<b>DESCRIPCIÓN S.U.C.S.</b>		MATERIAL DE BASE SITIO DE CORE DRELL #24 - PROGRESIVA 1+350
<b>M-4</b>	<b>AVENIDA CUATRICENTENARIA, VIALIDAD URBANA DE LA CIUDAD DE VALENCIA. ESTADO CARABOBO.</b>	<b>ARENA ARCILLOSA CON GRAVA - MARRÓN ROJIZO</b>	<b>N° LABORATORIO</b>	<b>M-4</b>

### CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACION DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL					
CAPSULA No.	4	TARA (g)	139.96	<b>HUMEDAD NATURAL (%)</b>	<b>9.7</b>
PESO CAPSULA+SUELO HUMEDO (g)	180.24	PESO SUELO SECO (g)	36.71		
PESO CAPSULA+SUELO SECO (g)	176.67	AGUA CONTENIDA (g)	3.57		

GRANULOMETRÍA										
PESO TOTAL SUELO SECO (g)		486.6		338.8 GRANULOMETRÍA FINA (g)		338.8				
PESO FRACCIÓN QUE PASA EL No. 4 (g)				147.8 FACTOR						1
TAMIZ	RETENIDO (g)	RETENIDO ACUM. (g)	% ACUM. RETENIDO	% QUE PASA	TAMIZ	RETENIDO (g)	RETENIDO ACUM. (g)	% ACUM. RETENIDO	% QUE PASA	
3"					No.8					
2"					No.10	56.7	204.5	42.0	58.0	
1"				100.0	No.16					
3/4"	14.1	14.1	2.9	97.1	No.30					
1/2"					No.40	43.6	248.1	51.0	49.0	
3/8"	75.0	89.1	18.3	81.7	No.50					
1/4"	39.4	128.4	26.4	73.6	No.100	33.2	281.3	57.8	42.2	
No.4	19.3	147.8	30.4	69.6	No.200	42.3	323.6	66.5	33.5	

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
PUNTO	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
No. DE GOLPES	25	20				
CAPSULA No.	47	50		15	25	
CAPS + SUELO HUMEDO (g)	55.36	47.85		45.53	43.51	
CAPS + SUELO SECO (g)	49.53	42.50		41.56	40.05	
AGUA (g)	5.83	5.35		3.97	3.46	
TARA (g)	29.55	24.30		20.97	21.90	
PESO SUELO SECO (g)	19.98	18.20		20.59	18.15	
% DE HUMEDAD	29.18	29.40		19.28	19.06	
LÍMITES	29.18	28.61				

% GRAVA GRUESA	% GRAVA MEDIA
2.9	27.5

% ARENA GRUESA	% ARENA MEDIA	% ARENA FINA
11.7	9.0	15.5

% FINOS
33.5

LÍMITE	LÍQUIDO	29
	PLÁSTICO	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		10

CLASIFICACIÓN	UNIFICADA	SC
	H.R.B	A-2-4(0)

Ensayado por Jose Quintero



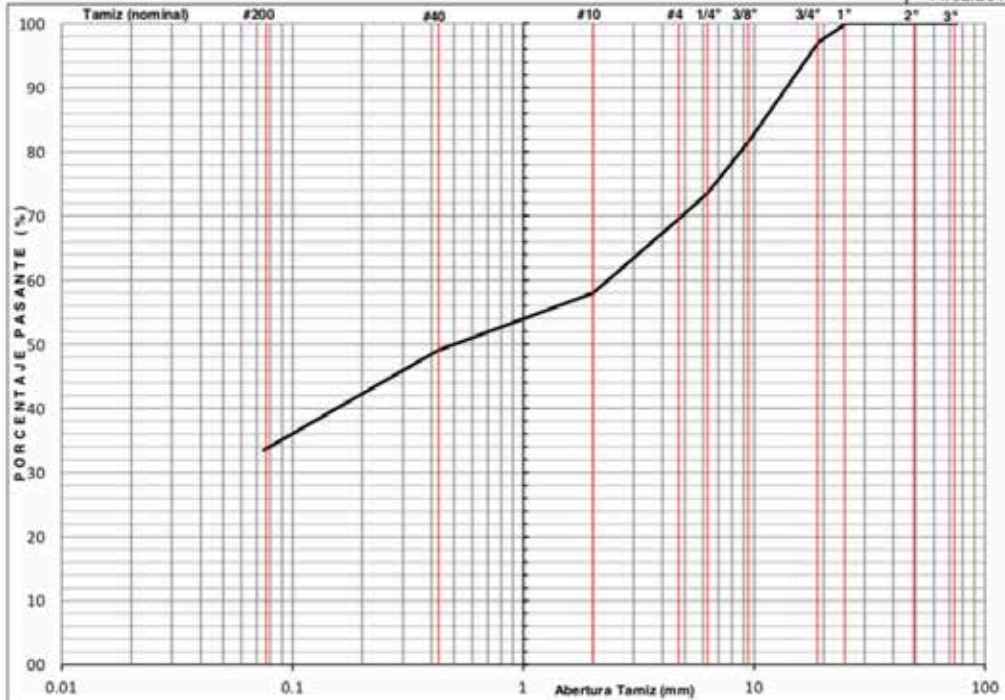
**ASFALTOS SUECON C.A.**

ASFALTO - SUELO - CONCRETO  
 PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 INSPECCIONES - CONTROL DE CALIDAD



**ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS PARA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS AVENIDA CUATRICENTENARIA.  
 VIALIDAD URBANA DE LA CIUDAD DE VALENCIA. ESTADO CARABOBO.**

11/02/2016



**M-4 = ARENA ARCILLOSA CON GRAVA - MARRÓN ROJIZO**

**MATERIAL DE BASE SITIO DE CORE DRILL #24 - PROGRESIVA 1+350**

CLASIFICACIÓN	UNIFICADA	SC
	H.R.B	A-2-4(0)

LÍMITE	LÍQUIDO	29
	PLÁSTICO	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		10



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE ALTERNATIVAS DE  
MANTENIMIENTO DE VÍAS ARTERIALES EN EL MUNICIPIO VALENCIA  
(CASO DE ESTUDIO AV. CUATRICENTENARIA)**

**ENCUESTA DE PERCEPCION SOBRE EL ESTADO DE LA RED VIAL**

<b>1. ¿transita con frecuencia en la Av. Paseo Cuatricentenario?</b>		<b>Marque con una x una de las siguientes opciones:</b>				
<input type="checkbox"/> 1. Si <input type="checkbox"/> 2. No						
<b>2. ¿Qué puntuación del 1 al 5 le darías al estado actual la vía?</b>						
<input type="checkbox"/> 1. Excelente <input type="checkbox"/> 2. Bueno <input type="checkbox"/> 3. Regular <input type="checkbox"/> 4. malo <input type="checkbox"/> 5. pésimo						
<b>3. ¿Afecta el mal estado la vialidad a su bienestar personal?</b>						
<input type="checkbox"/> 1. Si <input type="checkbox"/> 2. No						
<b>4. ¿De qué manera afecta el mal estado de la vía a su bienestar personal?</b>						
		Muy malo	Malo	Regular	Buena	Muy buena
	Ruido					
	Incomodidad					
	Pérdida de tiempo					
	Deterioro de vehículos					
	Accidentes					
<b>5. ¿cree usted En el último año se le ha dado el mantenimiento necesario a la Av. Paseo cuatricentenario?</b>						
<input type="checkbox"/> 1. Si <input type="checkbox"/> 2. No						
<b>6. ¿De invertir recursos económicos para la mejora de la Av. Paseo cuatricentenario, con cual de las siguientes acciones estaría usted dispuesto?</b>						
<input type="checkbox"/> 1. Mantenimiento menor ( solo bacheo) <input type="checkbox"/> 2. Mantenimiento mayor ( rehabilitación de capa de rodadura)						
<b>7. ¿Por qué?</b>						