

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN:  
“DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE  
LA CIUDAD DE SANTA ANA”**

**DOCENTE DIRECTOR:  
Ing. Miguel Ángel Marroquín Guerrero**

**PRESENTAN:  
Martínez Escobar, José Jaime  
Rivas, Edén Vladimir  
Salinas Vásquez, Eduardo Isaac**

**CARRERA:  
Ingeniería Civil**

**ENERO/2005**

**SANTA ANA**

**EL SALVADOR**

**CENTRO AMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTORA:

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIO GENERAL:

LICDA. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**

DECANO:

LICDO. JORGE MAURICIO RIVERA

SECRETARIO:

LICDO. VICTOR HUGO MERINO QUEZADA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**

COORDINADOR GENERAL:

ING. MAURICIO ERNESTO GARCÍA EGUIZABAL

DOCENTE DIRECTOR:

ING. MIGUEL ÁNGEL MARROQUÍN GUERRERO

**TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:**

COORDINADOR GENERAL:

**ING. MAURICIO ERNESTO GARCÍA EGUIZABAL**

DOCENTE DIRECTOR:

**ING. MIGUEL ÁNGEL MARROQUÍN GUERRERO**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado en primer lugar a Dios Todopoderoso, que me ha dado la oportunidad de culminar esta carrera, acompañándome en todo momento.

En segundo lugar a mi gran amigo y compañero de batallas Raúl Edgardo Hernández Torrento (QDDG), quien ahora estoy seguro se encuentra disfrutando del gran amor de Dios, en ese lugar a donde también espero llegar un día.

Y por último a mi madrecita Luz Escobar y a mi padre Julio Martínez quienes con su esfuerzo, oraciones y apoyo incondicional me animaron a seguir siempre adelante. A mi hermanita y a mi prima, Patricia y Carmen respectivamente; a Juan, Bernarda y Paz Escobar (mis tías), y a todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo: Dña. Miriam e Irma Calderón y su familia (quienes me abrieron las puertas de su casa cuando mas lo necesitaba); Dn. Raúl Hernández y Dña. Julia Zaldaña (a quienes admiro y respeto mucho); Mauricio Hernández y Julia Jiménez (mis compañeros de habitación); Erick Castillo (El Chichón), Noé Cavallero (Bob), Walter Vanegas (La Vanesa), Mario Culi (La Socadita), Alfredo Aguilar (El Chino), Oswaldo Calderón (El English), Nestor Herrera (El Maestro), Boris Flores (Boriscross) quienes considero los mejores para desvelarse y mis amigos de siempre. A mis compañeros de tesis Edén Rivas y Eduardo Salinas. Y a todos aquellos a quienes tuve la suerte de conocer: Ana Lidia, Marta Mejía, Iris y Maritza. Salomón, Mainor y Juan (Los Resnicks); a Dña. Olga Vásquez, quien sufrió desvelos por nuestra causa y a todos aquellos que libraron mil batallas en esta bendita U y que están convencidos de que cada instante es una oportunidad que Dios nos da para mejorar.

Jaime Martínez

## **DEDICATORIA**

A DIOS: Por bendecir a mis compañeros y mi persona y permitir alcanzar las metas propuestas, día con día.

A MI MADRE: Santos Emma Rivas Linares, que en paz descanse, a quien dedico todos los logros que pueda alcanzar en mi vida.

A MIS HERMANAS: A quienes les dedico especialmente este logro por ser mi apoyo y tener sus consejos siempre Mami Marlene, Mami Susi y Tania,.

A MI ESPOSA E HIJ@: Por ser los amores de mi vida y compartir su vida a mi lado.

A MI FAMILIA: Mis sobrinos Isaías, Emma, Luis, Susana, Ana, Carlitos, Raulito y Rodriguito, a mi cuñado Antonio por estar ahí siempre.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Por brindarme su amistad y brindarme su ayuda cuando los he necesitado.

A MIS MAESTROS: En particular al Ing. Miguel Ángel Marroquín por compartir de manera completa y desinteresada sus conocimientos y a todos los catedráticos que aportaron sus conocimientos en el camino.

Edén Rivas

## DEDICATORIA

Con este trabajo estoy culminando una meta en mi vida e iniciando una etapa de nuevos retos y sueños por cumplir. Este trabajo está dedicado a:

MIS PADRES: gracias por ser un apoyo desinteresado en todo lo que emprendo, papá no eres solo un padre sino también mi “chero”, mamá, “bella” tu eres la inspiración de mis éxitos, abnegada al trabajo y promotora de la superación personal, te amo y te admiro.

MIS HERMANOS: “Gino” y “Chele”, Dios se encargo de que sean parte de lo que soy, su apoyo incondicional es único, gracias.

A MI FAMILIA: siempre estuvieron al tanto de todo (tías, tíos, primos, abuela “mi madrecita”), su presencia y apoyo lo he sentido a cada momento en mi vida, gracias. A mi nueva Familia, Norma, Tili (Cuñi), Dina, no se como agradecerles, han estado ahí siempre en las buenas y en las malas, Gracias.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Edén y Jaime, lo logramos, les deseo el mejor de los éxitos, Dios los bendiga. Raúl E. Hernández Torrento “Raulito”, (QDTG), siempre te recordaremos amigo. Compañeros de promo, adelante señores, el desvelo y trabajo continúa, así como nuestra amistad, gracias. A todas aquellas personas que estuvieron exactamente en esos momentos, mis amigos son lo mejor.

A MIS MAESTROS: No solo formaron académicamente mi vida, sino también le dieron carácter y criterio, en particular al Ing. Miguel Ángel Marroquín quien con su experiencia y conocimiento ha dado seguridad a todo trabajo que hemos realizado, al Ing. Rafael González Magaña, su apoyo con el único interés de generar una cultura de investigación y análisis en todo trabajo es de reconocerlo y admirar, gracias.

SOBRE TODO, te doy gracias mi Señor Dios, solo tú mereces todo reconocimiento, porque tú das la sabiduría, conocimiento e inteligencia (Prob. 2:6).

Esta Tesis es para tu honra y tu gloria, ¡Gracias Papá!

Eduardo Salinas

## ÍNDICE

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pag.</b>
<b>CAPITULO I “GENERALIDADES”</b>	
INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
1.2 ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.2.1. Antecedentes	3
1.2.2. Planteamiento del Problema	4
1.3 JUSTIFICACIONES	5
1.4 ALCANCES	5
1.5 LIMITACIONES	6
1.6 METODOLOGÍA A UTILIZAR	7
<b>CAPITULO II “LITERATURA REVISADA”</b>	
INTRODUCCIÓN	10
2.1 GENERALIDADES DE LOS PAVIMENTOS	11
2.1.2 Factores que intervienen en el comportamiento de un pavimento	11
2.1.3 El Sistema de Drenaje.	13
2.2 ORIGEN Y TIPO DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS	14
2.2.1 Mecanismos Básicos de Daños en los Pavimentos Flexibles	14
2.2.2 Mecanismos Básicos de Daños en los Pavimentos Rígidos	15
2.2.3 Tipos de Fallas en Pavimentos	15
2.2.3.1 Pavimentos Asfálticos	16
2.2.3.2 Pavimentos de Concreto Hidráulico	18
2.2.3.3 Pavimentos de Adoquín	19

2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS REPARACIONES.	19
2.3.1 Mantenimiento	20
2.3.2 Rehabilitación	23
2.3.2.1 Recarpeteos	23
2.3.2.2 Recuperación de Pavimentos Rígidos	24
2.3.3 Nivelación de la Sección Transversal	26
2.3.4 Actividades Complementarias	26
2.4 PROCESOS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	26
2.4.1 Técnicas para la Rehabilitación de Pavimentos Flexibles	27
2.4.1.1 Sellado de grietas	27
2.4.1.2 Parchado con mezclas bituminosas (Patching)	30
2.4.1.3 Fresado en Frío (cold milling)	37
2.4.1.4 Técnicas de Rehabilitación Superficial	38
2.4.1.5 Reciclado de Pavimentos	40
2.5 PROCESOS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	42
2.5.1 REPARACIONES DE PROFUNDIDAD PARCIAL.	42
2.5.1.1 Investigación Preliminar.	43
2.5.1.2 Bordes de la Reparación	43
2.5.1.3 Remoción	43
2.5.1.4 Limitaciones	44
2.5.1.5 Limpieza	44
2.5.1.6 Preparación de Juntas	44
2.5.1.7 Materiales para la Reparación	46
2.5.1.8 Colocación del Material	47
2.5.1.9 Resellado de Juntas	47



2.5.2 REPARACIONES DE PROFUNDIDAD TOTAL.	47
2.5.2.2 Demarcado de las Áreas de Reparación	48
2.5.2.3 Aislamiento del Área a Remover	48
2.5.2.4 Remoción de Losas	48
2.5.2.6 Preparación del Área de Reparación.	49
2.5.2.7 Vaciado del concreto.	49
2.5.2.8 Sellado de Juntas	49
2.6 PROCESOS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE ADOQUÍN	50
2.6.1 MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE ADOQUINES DE CONCRETO.	50
2.6.1.1 Mantenimiento al sello de arena.	51
2.6.1.2 Renivelación de la superficie.	51
2.6.2 RECONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS DE ADOQUINES DE CONCRETO.	52
2.6.2.1 Reconstrucción a escala menor.	52
2.6.2.2 Reconstrucción a escala mayor.	52
2.6.2.3 Reparación por daños u obras específicas.	52

## **CAPITULO III “INVENTARIO VIAL DE DAÑOS”**

INTRODUCCIÓN	55
3.1 METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN DEL INVENTARIO VIAL DE DAÑOS POR MEDIOS VISUALES.	56
3.1.1. INTRODUCCIÓN	56
3.1.2. PLANTEAMIENTOS GENERALES	57
3.1.2.1. Naturaleza Básica de los Datos	57
3.1.3. PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE DATOS.	58
3.1.3.1. Composición de la Cuadrilla	58
3.1.3.2. Funciones de los Miembros del grupo	59

3.1.4. INSTRUCTIVO Y GUÍA PARA LA TOMA DE DATOS DE LAS VÍAS PAVIMENTADAS	60
3.1.4.1. Tareas preparatorias	60
3.1.4.2. Tareas de levantamiento.	60
3.2. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ARTERIAS DEL SISTEMA VIAL A CONSIDERAR EN EL DIAGNÓSTICO .	62
3.2.1. ESTADO DEL PAVIMENTO DE LA RED VIAL	62
3.2.1.1 Indicadores de Estado para los Pavimentos	63
3.2.2. TRÁFICO	64
3.2.3. DRENAJE	64
3.2.3.1 El papel del drenaje en la rehabilitación	64
3.3. RESULTADOS DEL INVENTARIO	65
3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED VIAL	65
3.3.2. ANCHOS DE RODADURA Y CAPACIDADES DE LA RED	66
3.3.3. LEVANTAMIENTO DE DAÑOS	68
3.3.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO GLOBAL DE RESULTADOS	76

## **CAPITULO IV “CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y TÉCNICAS DEL PROYECTO”**

INTRODUCCIÓN	81
4.1 CRITERIOS GENERALES.	82
4.2 PROPUESTA DE REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO	85
4.2.1 Mantenimiento Rutinario	85
4.2.2 Reconstrucción o Repavimentación	86
4.2.3 Recarpeteo	86

4.3 FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA.	92
4.4 PLAN ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO, PROYECTO PILOTO.	92
4.5 COSTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO PILOTO.	95
4.5.1 Costos de Construcción.	95
4.5.2 Costos de Mantenimiento Rutinario y Preventivo.	95
4.5.3 Costos de Supervisión.	95
4.5.4 Costo Total de Ejecución	95
4.6 EVALUACIÓN DEL PROYECTO.	101
4.6.1 Factibilidad Técnica	101
4.6.1.1 Generalidades	101
4.6.2 Factibilidad Económica	104
4.6.2.1 Monto del Proyecto.	104
4.6.2.2 Resultados de la puesta en marcha del plan.	105
4.6.2.3 Generalidades para el Financiamiento del Proyecto.	108
4.6.3 Análisis Financiero del Proyecto.	108
4.6.4 Evaluación de los Indicadores Económicos que traería la puesta en marcha del Proyecto	110
<b>CAPITULO V “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”</b>	
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	117
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	118
<b>ANEXOS</b>	121

# **CAPITULO I**

## **“GENERALIDADES”**

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las comunidades siempre debe ir de la mano tomando muy en cuenta lograr la armonía entre el ser humano y el medio que lo rodea.

Dada la necesidad de contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad santaneca, la cual se desenvuelve en una diversidad de actividades, convirtiéndose en usuarios del sistema vial de la ciudad para su desarrollo, se toma la iniciativa de desarrollar el proyecto denominado “Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación del Sistema Vial de la ciudad de Santa Ana”.

Dicho proyecto tiene como fin primordial definir un procedimiento factible de evaluación del sistema vial urbano de la ciudad, identificando los problemas actuales y planteando una solución técnica para mejorar la funcionalidad de este.

A continuación se presentan los antecedentes de la ciudad de Santa Ana y se da a conocer la problemática actual referente al estado del sistema vial, se plantean los objetivos del proyecto, limitaciones, alcances, justificaciones, propuesta capitular, metodología y recursos a emplear en el desarrollo del proyecto, y a la vez se establece el cronograma de actividades bajo el cual se desarrollaran las distintas etapas en investigación del proyecto.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. OBJETIVO GENERAL:**

Contribuir con el mejoramiento de la Red Vial de la Ciudad de Santa Ana, proponiendo un sistema de evaluación que identifique la falla estructural de los pavimentos y proporcione la metodología para el mantenimiento y rehabilitación mas adecuada de estos.

### **1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Proponer una metodología práctica para la realización de diagnósticos, con los cuales se determine el tipo y magnitud de las fallas estructurales de los pavimentos.
- Investigar, mediante técnicas de evaluación de daños adecuadas, el estado en que se encuentra actualmente el sistema vial de la ciudad de Santa Ana.
- Identificar los tramos y puntos más críticos que reflejen la problemática dentro de la red vial de Santa Ana, para realizar un inventario de daños severos en este.
- Presentar las medidas de solución que contribuyan satisfactoriamente al buen funcionamiento del sistema vial existente.
- Plantear las técnicas constructivas más idóneas para la ejecución de los trabajos que se verán involucrados durante la puesta en marcha de las medidas planteadas.
- Determinar la magnitud de la inversión que implica la puesta en marcha de las medidas propuestas.
- Generar un plan estratégico de trabajo para el mantenimiento de las vías, acorde al estado de la infraestructura, a las condiciones del tráfico y a las prioridades dentro del sistema.

## **1.2. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. ANTECEDENTES**

Santa Ana es uno de los departamentos de mayor área de los catorce que integran la República de El Salvador, pertenece a la Zona Occidental del País, se encuentra limitado al Norte por la República de Honduras; al Noroeste y Este por el departamento de Chalatenango, al Sureste por el departamento de La Libertad; al Sur por el departamento de Sonsonate; al Suroeste por el departamento de Ahuachapán, al Oeste y Noroeste por la República de Guatemala.

La división político-administrativa del Municipio de Santa Ana comprende de 35 cantones y 318 caseríos, la extensión territorial del Municipio es de aproximadamente de 400.05 km<sup>2</sup>.

En los últimos años los proyectos que se han desarrollado con un impacto considerable en la ciudad de Santa Ana han sido el recarpeteo de algunas arterias principales entre las que se encuentra la Avenida Fray Felipe de Jesús Moraga, la cual experimento un recarpeteo parcial a finales de la década de los '80. El proyecto de mayor beneficio desarrollado en la Ciudad ha sido la construcción del denominado By Pass, obra que vino a aliviar los problemas de tráfico al interior de la ciudad, regulando en cierta manera la carga del tráfico que ahora circula por ella; esta arteria fue construida en 1996 y nuevamente recarpeteada a inicios del año 2004 por el Fondo de Conservación Vial, institución que fue creada por el Gobierno de El Salvador a finales del año 2001, otros de los proyectos que han beneficiado a la comunidad santaneca han sido la pavimentación y prolongación de la 31 Calle Poniente en el año 2001, así como también de la 37 Calle Oriente en el año 2002.

La parcial atención que han recibido estas arterias ha sido ejecutado por Instituciones como el Ministerio de Obras Públicas y la Alcaldía Municipal de Santa Ana.

Es necesario que al Sistema vial de la ciudad se le brinde la atención que merece, ya que es un patrimonio con el que actualmente se cuenta y por lo tanto debe ser conservado como tal.

### **1.2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La infraestructura vial de la ciudad de Santa Ana, a través de los años ha sufrido un deterioro considerable, debido a varias causas fundamentales, entre ellas destacan:

- Diseño de vías urbanas no aptas a la sobrecarga a la que son sometidas. Los diseños en la infraestructura de las vías que han rebasado su vida útil, no se apegan a las exigencias del tráfico actual, puesto que esa época los diseños no consideraron un aumento acelerado del parque vehicular y el peso de los mismos.

- Muchas de las urbanizaciones construidas recientemente le restaron importancia a las exigencias del tráfico que ameritaban las vías con el paso de los años, dando lugar a un deterioro desmedido.

- Crecimiento del parque vehicular. Uno de los factores que afecta directamente a la infraestructura vial no puede ser solamente la sobrecarga que representa determinado vehículo, sino la frecuencia con la que una carga en particular, transita sobre un tramo de la vía. Durante las últimas décadas el parque vehicular se ha incrementado enormemente en Santa Ana así como en todo el territorio nacional. Esto exige que la infraestructura vial tenga una capacidad de carga más eficiente.

- Programas de mantenimiento no adecuados. Para que una vía proporcione un buen servicio durante todo su período de diseño, es necesario proporcionarle un tratamiento periódico o rutinario, a esto se le denomina mantenimiento el cual puede ser preventivo o correctivo dependiendo del daño que la vía presente. En la ciudad de Santa Ana muchas vías no reciben el mantenimiento requerido, obligando al usuario a buscar vías alternas y por consiguiente aumentar el tráfico en estas últimas, dañándolas al poco tiempo.

- Poca inversión en proyectos viales urbanos. Hasta la fecha no se han destinado los recursos necesarios para la ampliación y mejoramiento del sistema vial urbano de la ciudad. Debido a las políticas implementadas, los fondos captados para ser destinados en obras viales no han tenido una aplicación directa en las redes urbanas de los distintos municipios.



Todas estas causas afectan directamente al usuario de las vías, generándole un sin número de inconvenientes, algunos son:

Incomodidad al transitar, inseguridad, depreciación acelerada de los vehículos, mayor tiempo de circulación, hacinamiento vehicular, mayor gasto en combustible y mantenimiento, entre otros.

Es por ello que surge la necesidad de realizar una investigación que conlleve a dar solución a esta problemática, para lo cual se plantea el proyecto **“Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana”**.

### **1.3. JUSTIFICACIONES**

En los últimos años ha existido una buena inversión para el mejoramiento de las vías interurbanas así como a las vías principales urbanas, no así las otras vías dentro de la red vial urbana que sirven de interconexión entre los distintos puntos y los corredores viales principales de la ciudad, que han recibido un tratamiento parcial de mantenimiento, disminuyendo el deterioro acelerado de las vías con el pasar del tiempo.

En la Ciudad de Santa Ana es muy común encontrar las vías de circulación en un estado avanzado de deterioro, afectando directamente al usuario, generando inconvenientes como lo son depreciación acelerada de los vehículos, gastos de operación elevados, incomodidad al circular por estas, pérdida de tiempo, accidentes de tránsito, entre otros.

### **1.4. ALCANCES**

- El trabajo a desarrollar se enfoca específicamente al diagnóstico de los corredores viales principales<sup>1</sup> del sistema vial existente en la Ciudad de Santa Ana y otras que sean consideradas como prioritarias, para proponer la rehabilitación de las que presenten un mayor deterioro.

---

<sup>1</sup> Ministerio de Obras Publicas a través de la Unidad de Planificación Vial, Ver ANEXO 1 y 2.

- La temática propuesta abarcará específicamente las vías que se encuentran ubicadas dentro del radio urbano de la Ciudad de Santa Ana (ver descripción y plano de ubicación en Anexo 3).
- Proponer las medidas de solución referentes al diagnóstico a desarrollar, para que estas vías proporcionen el nivel de servicio esperado durante su vida útil.
- Proponer soluciones prácticas al problema, planteando el uso de la tecnología mas adecuada.
- El estudio contempla la proyección del mejoramiento y funcionalidad de las vías revestidas.
- Proponer las medidas preventivas y correctivas en el sistema de drenaje pluvial que garantice la durabilidad y el buen funcionamiento de las vías a lo largo de su vida útil respecto al diagnóstico a realizar.
- Presentar el inventario de daños importantes en el sistema vial de la ciudad.
- Elaborar el costo parcial y total de la rehabilitación.

### **1.6. LIMITACIONES**

- La toma de muestras se realizará en los puntos más representativos del sistema vial, identificados en el desarrollo del diagnóstico, para formular las respectivas medidas de solución.
- Se recomendarán técnicas de construcción que proporcionen un mayor beneficio a un menor costo.
- El estudio no contempla la rehabilitación de los sistemas de drenaje, que son de vital importancia en la vida útil de las estructuras de pavimento; no obstante, si la causa es tubería colapsada, el costo incluirá la respectiva sustitución.

## 1.6. METODOLOGÍA DEL PROYECTO A REALIZAR

La metodología del trabajo a seguir, se basará en la técnica de investigación del Método Hipotético Deductivo<sup>2</sup>, el cual siendo aplicado a este proyecto consistirá en las siguientes etapas:

### ETAPA I: Análisis del Problema Social de Interés

Ésta etapa contempla la presentación del perfil en el cual se describe brevemente la problemática social, siendo esta la problemática que genera el estado del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana, la cual ha sido elegida por el impacto que tiene a la comunidad en distintos aspectos sociales, económicos, culturales, estéticos, entre otros.

### ETAPA II Justificación de la investigación

Ésta es una etapa muy importante, ya que se plantea la problemática, profundizando en gran medida dentro de lo que son las causas y consecuencias que se generan si no se plantea una solución acorde a la necesidad. Así mismo, enmarcan los objetivos o metas con el proyecto con la elaboración del estudio. Por otra parte, se describen los instrumentos necesarios para poder realizar el proyecto.

### ETAPA III Ejecución del Proyecto de Investigación.

Para realizar esta fase, será necesario contar con un marco de referencia relacionado con los conceptos y conocimientos básicos a considerar para la consecución de los objetivos propuestos. En base a esto se procederá a la recolección de datos e información relacionada a la problemática, dentro del área de estudio; dando como resultado un diagnóstico de daños en las vías.

Seguidamente se clasificarán los datos en base a los factores que identifican técnicamente el estado de las vías. El paso siguiente será seleccionar un tramo dentro del sistema vial que se considere representativo para enfocar las propuestas que reconsideren pertinentes.

---

<sup>2</sup> Texto de Metodología de la investigación Social. Raúl de Jesús López Grijalva. 1996

La última parte de ésta etapa consistirá en el análisis de los datos obtenidos en el diagnóstico, seguidamente definirá la alternativa más idónea para satisfacer las necesidades identificadas en las vías, aterrizando en el costeo de las medidas a proponer. Paralelamente, se hará énfasis en un plan de mantenimiento que permita dar a las vías la atención requerida para su correcto desempeño durante su vida útil.

#### ETAPA IV Conclusiones y Recomendaciones

Como todo proyecto de investigación, su fase final será la de proponer las medidas que se crean técnicamente convenientes para la puesta en marcha del proyecto.

# **CAPITULO II**

**“LITERATURA REVISADA”**

## INTRODUCCIÓN

En este capítulo se aborda la temática generalizada en cuanto al mejoramiento de la estructura del pavimento, para ello se toma en consideración conocer un poco sobre pavimentos, los diferentes tipos que existen con sus definiciones, como van estructurados, además de la función que estos desempeñan al ser utilizados.

La durabilidad de un pavimento se ve afectado por diversos factores que deben tomarse en cuenta, esto con el fin de evitar un acelerado deterioro del mismo, consecuencia que no debe repetirse si es un pavimento existente que necesita repararse, producido por no tomar en cuenta algunas recomendaciones o descuidar el buen mantenimiento de la estructura.

De igual forma, se deben conocer los factores que intervienen directamente y que son la causa principal para que un pavimento presente fallas, temática denominada como Mecanismos Básicos de Daños en los pavimentos. Seguidamente determinada la causa conocer su efecto definiendo según el Catálogo de Daños del manual Centroamericano de Mantenimiento por Carreteras (SIECA), los diferentes daños que pueden presentar los pavimentos.

Una vez determinado la causa y el efecto producido en los pavimentos, se incluye en este capítulo la manera de darle solución en diferentes formas a los distintos daños que se presentan en la estructura del pavimento, todo esto enmarcado en el tema Procesos de Rehabilitación de Pavimentos.

La finalidad de éste trabajo no es proporcionar en un solo documento toda la información existente en cuanto a pavimentos, debido a que existe mucha información al respecto, por lo cual se toma la esencia o lo básico a considerar para la elaboración del proyecto.

## **2.1 GENERALIDADES DE LOS PAVIMENTOS**

Se llama pavimento a la capa o conjunto de capas que se encuentran entre la subrasante y la superficie de rodamiento de una carretera, cuya principal función es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme y resistente a las cargas que será sometida (Tránsito, intemperismo) su función estructural es la de transmitir los esfuerzos del tráfico a la subrasante para ser posteriormente disipados en el terreno natural. Los pavimentos pueden ser flexibles o Rígidos:

Llamaremos Pavimentos Flexibles a aquellos que poseen una base flexible o semirígida sobre la cual se ha construido una superficie de rodamiento formada por una mezcla bituminosa de asfalto, esta estructura mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la subrasante; su estabilidad depende del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión. De éste modo el pavimento flexible comprende en primer lugar a aquellos pavimentos que están compuestos por una serie de capas granulares rematadas por una capa de rodamiento asfáltica de alta calidad relativamente delgada. Es característico que los materiales de más alta calidad estén en la superficie o cerca de ella.

Los Pavimentos Rígidos son aquellos donde la capa de rodamiento está formada por una losa de concreto hidráulico, con o sin armadura metálica apoyada sobre la subrasante o una base de material seleccionado. Se supone que un pavimento construido con concreto posee una considerable resistencia a la flexión que le permitirá trabajar como una viga y tender un puente sobre las pequeñas irregularidades que se presentan en la base o terracerías sobre la cual descansa. En forma similar se puede llamar rígida a una base estabilizada que soporta una capa de ladrillos o bloques.

### **2.1.1 Factores que intervienen en el Funcionamiento de un pavimento**

Un avance significativo en la ingeniería de carreteras es la realización y demostración que los problemas de diseño estructural de los pavimentos son similares a los problemas de diseño de otras estructuras ingenieriles. Cuando se

empezaron las pavimentaciones se trabajaba con regla de dedo y basados en la experiencia, tal y como se realizó en el dimensionamiento de estructuras de acero y de mampostería. Hoy en día es importante involucrar los factores que afectan la funcionalidad del pavimento, para cuando se diseña o evalúa pavimentos, dichos factores son los siguientes:

- Cargas de tráfico
- Soporte del suelo de la Subrasante
- Materiales de construcción
- Características estructurales
- Variación en la construcción y mantenimiento
- Humedad
- Programas de mantenimiento y rehabilitación

Las cargas de tráfico se refiere a las cargas acumuladas por rueda que son sustentadas por un pavimento en toda su vida útil, éste es un factor importante en el que, ya que sin tráfico, en el pavimento habría pequeños o no daños, así un análisis pobre del tráfico significaría una reducción en la vida útil en el pavimento, si el tráfico es subestimado o significativamente sobre diseñado si el tráfico sobreestimado.

La determinación de un valor uniforme para las cargas de tráfico depende de varios factores, tales como: número inicial de vehículos por día, proyección futura, distribución de camiones, porcentaje de camiones en la línea de diseño, porcentaje de camiones en la dirección de diseño y factores de camión. Todos estos factores son combinados con el período de diseño para obtener el ESAL.

El soporte del suelo de la subrasante es otro factor a tomar en cuenta en el diseño o una evaluación. Existe dos características del suelo que son de gran interés, su clasificación y sus esfuerzos.

La clasificación de suelos es importante, puesto que da al ingeniero una buena idea de la graduación y de los componentes del material in situ. De todos los sistemas de clasificación de suelos, los que más se utilizan son: El Sistema



Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y el de la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transportes Estatales (AASHTO).

Los esfuerzos tales como esfuerzo de compresión no confinado, coeficientes de espesores, módulos de reacción, módulo elástico y valor relativo de soporte son las más importantes características que se debe conocer de la subrasante, y para conocerlas deberán realizarse ensayos de campo y laboratorio.

Existen muchos tipos de materiales que se utilizan para la construcción de un pavimento, los cuales se utilizan individuales o combinados, pero los que más se utilizan son el asfalto, cemento Pórtland, agregados, agua, aditivos y acero.

Cuando varios ingredientes son apropiadamente combinados, se producen mezclas que últimamente forman los componentes estructurales de un pavimento. Obviamente los materiales de alta calidad, buena mezcla y prácticas de construcción y control de calidad, ayudan a maximizar la capacidad de carga última de un pavimento.

La variación en la construcción y mantenimiento afecta el funcionamiento de un pavimento, entre las fallas mas usuales están la de compactación, originadas a la variación de humedad, calidad de los materiales, construcción de espesores de capa.

La humedad puede ser el factor más influyente en el funcionamiento del pavimento. La humedad puede penetrar a la estructura del pavimento a través de grietas y hoyos en la superficie, lateralmente a través del suelo de la subrasante, y de la acción de la capilaridad cuando la tabla de agua se encuentra superficial.

El mantenimiento y rehabilitación son actividades muy importantes en el funcionamiento de un pavimento, para mantener un nivel de servicio aceptable. El costo de ambas actividades es generalmente mucho menor que el costo de la reconstrucción, que podría últimamente ser requerida si éstas son ignoradas.

### ***2.1.2 El Sistema de Drenaje.***

Uno de los aspectos más importantes en la ubicación y proyecto de carreteras y calles urbanas, es la necesidad de proporcionar un drenaje adecuado a la estructura del pavimento. Es absolutamente esencial un drenaje conveniente y

económico para proteger la inversión hecha en la estructura de los pavimentos y la vida de las personas que lo utilizan.

El deterioro de los pavimentos suele ser causado o incrementado por la presencia de agua en el cuerpo del pavimento. Por lo tanto, deberán protegerse asegurándose de que la precipitación se elimina del pavimento tan rápido como sea posible.

El mal desalojo de las aguas lluvias y de otras fuentes, sumado al efectos de los temporales que ocurren en algunas ocasiones, provocan en las vías terrestres, problemas entre los cuales se pueden mencionar: hundimientos, inundaciones, superficies erosionadas, agrietamientos, dificultad en el transporte vehicular, etc., estos aumentan los costos de mantenimiento de las vías así como también causan molestias al usuario. En igual forma el mal funcionamiento del sistema de aguas negras y fugas en el de agua potable ocasiona problemas similares a los mencionados anteriormente.

El sistema de drenaje comprende:

- a) Sistema de drenaje pluvial: se denomina al conjunto de obras e instalaciones destinadas a evacuar las aguas generadas por las precipitaciones pluviométricas, que influyen superficial y subterráneamente en un área determinada.
- b) Sistema de drenaje sanitario: es el conjunto de obras e instalaciones destinadas a propiciar la recolección, evacuación, acondicionamiento (depuración cuando sea necesaria) y disposición final desde el punto de vista sanitario de las aguas servidas de una comunidad.

## **2.2 ORIGEN Y TIPO DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS**

### **2.2.1 Mecanismos Básicos de Daños en los Pavimentos Flexibles**

Para evaluar e investigar los daños en un pavimento, es necesario que se conozca el mecanismo básico de daños. Se pueden mencionar cuatro categorías de mecanismo de daños en los pavimentos y que han sido identificados para todos los tipos de pavimentos, éstos están relacionados a cargas, temperatura, humedad y edad.

Bajo la categoría de mecanismos relacionada a cargas, los pavimentos flexibles son susceptibles a fatiga y deformaciones permanentes. Fatiga se refiere a un proceso progresivo en donde la capa confinada de la estructura del pavimento sobrelleva a tantas aplicaciones repetidas de presión que eventualmente se agrietan. La presencia de grietas de fatiga es una indicación de la pérdida de la capacidad estructural del pavimento.

En cuanto al mecanismo relacionado con la temperatura, está relacionada a bajas temperaturas y los tipos de daños que origina son grietas térmicas.

La pérdida de esfuerzo es el primer efecto de la humedad. El desprendimiento es un fenómeno que toma lugar en un asfalto ligado en donde la presencia prolongada de condición de humedad alta lleva al desligamiento del asfalto de las partículas de agregados.

El suelo expandido es un fenómeno en donde la absorción de humedad disponible para una capa subyacente de material natural expansivo, causa que esa capa se expanda y por último la intrusión de finos a las capas de pavimento en donde este es colocado sobre suelos finos.

En pavimentos flexibles, solo hay un mecanismo relacionado a la edad, esto es la oxidación. Con el tiempo prolongado de una capa de mezcla asfáltica expuesta a rayos ultravioleta del sol, causa oxidación al asfalto, pierde sus aromáticos y llega a ser duro y más susceptible al agrietamiento.

### ***2.2.2 Mecanismos Básicos de Daños en los Pavimentos Rígidos***

De las cuatro categorías de mecanismos de daños de pavimentos flexibles, solo tres actualmente se aplican para pavimentos rígidos, los relacionados a cargas, temperatura y humedad.

Los relacionados a las cargas de ejes, son considerados como los que más contribuyen al deterioro de los pavimentos rígidos. El mecanismo de fatiga en pavimentos rígidos se refiere a un proceso progresivo en donde las losas sobrellevan así muchas aplicaciones repetitivas de esfuerzos que eventualmente hacen que se agrietan. El mecanismo es esencialmente el mismo que el de pavimento flexible; la diferencia sin embargo, es que la máxima presión crítica, no

siempre se da en la base de la losa. De hecho, porque el impacto al pavimento en los bordes y juntas transversales es muy significativo en pavimentos rígidos.

El fallamiento identifica un mecanismo en el cual el resultado final es una red diferencial de desplazamiento vertical entre losas. Estas condiciones contribuyen a rápido desarrollo de fallas que incluye excesivos contenidos de humedad en la capa de soporte subyacente y pobre transferencia de cargas de juntas o grietas.

Los pavimentos rígidos pueden experimentar daños como resultado de significativos decrementos o aumentos de temperatura en las losas a partir de la temperatura en la cual fue construida.

La humedad tiene impactos adversos sobre el funcionamiento de pavimentos rígidos y los daños que más preocupan son el bombeo, grietas de durabilidad y reactividad álcali-sílice.

### **2.2.3 Tipos de Fallas en Pavimentos**

Para poder proporcionar un adecuado mantenimiento o rehabilitación a una red es necesario observar e identificar los tipos de fallas que ésta presenta. A continuación se presentan algunas de las definiciones de las fallas más usuales que se encuentran en los pavimentos<sup>2.1</sup>:

#### **2.2.3.1 Pavimentos Asfálticos**

✓ Fisura Piel de Cocodrilo

Serie de fisuras interconectadas formando pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente con un diámetro promedio de 30 cm.

✓ Fisura por Reflexión de Junta

Fisuras o grietas que se observan en la superficie de sobrecapas que tienden a reproducir las fallas y juntas que se producen en la capa de abajo.

---

<sup>2.1</sup> Para más detalles ver el Anexo 4. Tomado del Catalogo de Daños del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras de la SIECA

✓ Ahuellamiento

Depresión longitudinal continua a lo largo del rodamiento del tránsito, de longitud mínima de 6.0 m.

✓ Corrimiento

Distorsiones de la superficie del pavimento por desplazamiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañadas por levantamientos de material, formando cordones laterales.

✓ Corrugación

Serie de ondulaciones, constituidas por crestas y depresiones, perpendiculares a la dirección del tránsito, las cuales se suceden muy próximas unas de otras, a intervalos aproximadamente regulares, en general menor de 1.0 metro entre ellas, a lo largo del pavimento.

✓ Hinchamiento

Abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera.

✓ Hundimiento

Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada.

✓ Bache

Desintegración total de la superficie de rodadura, que puede extenderse a otras capas del pavimento, formando una cavidad de bordes y profundidades irregulares.

✓ Peladura

Desintegración superficial de la capa de la carpeta asfáltica.

✓ Desintegración de Bordes

Consiste en la progresiva destrucción de los bordes del pavimento.

✓ Parche

Área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente.

### **2.2.3.2 Pavimentos de Concreto Hidráulico**

- ✓ Fisura Transversal o Diagonal

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje de la carretera, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.

- ✓ Fisura Longitudinal

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos.

- ✓ Fisura de Esquina

Fracturamiento que intercepta las juntas o bordes que delimitan la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado, medida desde la esquina de la misma. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa.

- ✓ Losas Subdivididas

Fracturamiento de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales.

- ✓ Fisura en Bloque

Fracturamientos que subdividen generalmente una porción de la losa en panes o bloques pequeños, de área inferior de 1.0 m<sup>2</sup>.

- ✓ Peladuras

Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de la matriz de arena, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.

- ✓ Parche

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente.

### **2.2.3.3 Pavimentos de Adoquín**

- ✓ Desgaste de los bloques.

Consiste en la pérdida de material que conforma el bloque, específicamente en la superficie, dejando al descubierto los agregados y con mayor rugosidad.

- ✓ Astillamiento de los bordes.

Ocurre cuando hay pérdida del material de la base o debilitamiento en ella, los bloques se hunden y tienden a chocar unos contra otros al recibir cargas. Usualmente viene acompañado de pérdida del material de sellado en las juntas y baja resistencia de los bloques.

- ✓ Fracturamiento de los bloques

Este efecto ocurre cuando el pavimento es sometido a cargas mayores de las que puede soportar cada elemento.

- ✓ Hundimiento

Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada.

- ✓ Abultamientos

Abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la vía.

- ✓ Bache

Es común encontrar este tipo de daño cuando el pavimento ha sufrido desintegración por causa de reparaciones en los sistemas de drenajes o agua potable.

## **2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS REPARACIONES.**

Todas las actividades que se propondrán en el Programa de Rehabilitación del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana son de carácter técnico, con el objetivo fundamental de prolongar la vida útil del pavimento y mejorar su transitabilidad. Las actividades de mantenimiento proporcionarán al pavimento una

buena condición con una duración aproximada de 3 años, mientras que las actividades de rehabilitación podrán tener 10 años.

Todos los aspectos que se presentan en este apartado, tienen las consideraciones necesarias en cuanto a presentar un proyecto de rehabilitación que permita a las arterias, obtener una propuesta acertada según lo exijan éstas. Para ello se hace mención de las actividades que son necesarias realizar para el correcto mantenimiento de las vías, así como los componentes complementarios que deben ser considerados para la rehabilitación de ciertos tramos, por ejemplo, el mejoramiento del drenaje superficial, alcantarillado, tuberías de agua potable, consideraciones especiales en cuanto a tráfico, entre otros. Cada uno de estos factores son descritos oportunamente y son resultado básico de un diagnóstico por inspección visual a realizar y detallar en el capítulo III de este trabajo.

De acuerdo al grado de deterioro que presente una vía, así tendrá que ser la intensidad de la reparación para poder alcanzar un nivel adecuado de restauración (en la tabla 2.1 se presentan algunas alternativas que pueden ser utilizadas para el mejoramiento de las vías partiendo de las causas que originan el daño). Partiendo de lo anterior se presentan las siguientes metodologías como una propuesta para la puesta en marcha del Programa de Rehabilitación del Sistema Vial de la ciudad de Santa Ana:

### ***2.3.1 Mantenimiento***

Se entenderá como mantenimiento al trabajo rutinario que se realiza para conservar el pavimento, bajo la acción normal del tráfico y de las fuerzas de la naturaleza en condiciones tan semejantes como sea posible a las del pavimento recién construido, para que permita la utilización segura y eficiente de la vía. A su vez el mantenimiento se divide en:



**TABLA 2.1 ALGUNAS ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN EN PAVIMENTOS**

Problema	Causas				Mantenimiento <sup>1</sup>				Rehabilitación <sup>2</sup>					
	Falla	Composición de la mezcla	Cambios de humedad o temperatura	Construcción	Bacheo y mantenimiento rutinario	Fog seal	Tratamiento Superficial	Slurry Seal	Reciclado de la superficie	Sobrecapa Delgada	Superficie de graduación abierta	Sobre capa Estructural <sup>8</sup>	Reciclado Estructural	Reconstrucción <sup>3</sup>
Piel de lagarto	X				X <sup>4</sup>		X <sup>5</sup>	X <sup>5</sup>				X	X	X
Grietas de junta	X		X	X	X									
Grietas de reflexión			X		X		X <sup>5</sup>	X <sup>5</sup>				X	X	
Grietas de contracción		X	X				X	X	X			X	X	
Grietas por corrimiento				X	X									
Ahuellamiento	X	X		X					X	X <sup>6</sup>		X	X	X
Corrugaciones	X	X			X <sup>4</sup>				X	X <sup>7</sup>		X	X	X
Depresiones	X				X									X
Deformación por hinchamiento en capas subyacentes.			X		X									X
Baches	X	X	X	X	X							X	X	
Desprendimiento		X		X		X <sup>5</sup>	X	X	X	X	X			
Sangrado		X		X			X <sup>6</sup>		X		X			
Agregado pulido		X					X	X	X	X	X			
Pérdida de la cubierta del agregado		X		X			X <sup>6</sup>			X	X			

1. Para detalles referirse a Asphalt in Pavement Maintenance (MS-16), Asphalt Institute.

2. Cuando el daño excede el 40% del área superficial del pavimento.

3. Si el problema es demasiado severo.

4. Bacheo Profundo (Reparación permanente).

5. Reparación temporal.

6. Para pequeños ahuellamientos.

7. Sobre superficie reperfilada.

8. Después de una apropiada preparación de la superficie.

FUENTE: Traducido del Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation (MS- 17), June 1983 Edition, Asphalt Institute.

**a) Mantenimiento Preventivo.**

Esta categoría tiene por objeto conservar el pavimento por encima de un nivel mínimo aceptable durante todo el tiempo, siendo este tipo de mantenimiento un medio de evitar que aparezca o progrese un mayor deterioro del pavimento. La actividad que se considera recomendable para lograr lo mencionado anteriormente es:

- ✓ Sello de pavimento asfáltico, en el caso que la estructura del pavimento posea una carpeta de rodamiento de concreto asfáltico.
- ✓ Sello constante de las juntas entre las losas de concreto hidráulico y el mantenimiento constante de su textura superficial.
- ✓ Sello con arena de las sisas en los pavimentos de adoquín.

**b) Mantenimiento Correctivo.**

Este tipo de mantenimiento comprende las actividades para atender las fallas que día a día pudieran presentarse, reparando las deficiencias existentes en el pavimento. Comprende la reparación de fallas que se desarrollaron al no aplicar en su momento oportuno un mantenimiento preventivo. Este mantenimiento se subdivide en mantenimiento correctivo propiamente dicho, y que comprende las siguientes actividades:

- ✓ Bacheo Superficial
- ✓ Sello de Pavimento
- ✓ Nivelación Sección Transversal

La siguiente subdivisión se denomina mantenimiento correctivo mayor, y comprende las siguientes actividades:

- ✓ Bacheo Superficial
- ✓ Bacheo Profundo
- ✓ Sello de Pavimento

### **2.3.2 Rehabilitación**

También se conoce como mantenimiento correctivo mayor con refuerzo. Se refiere a todos aquellos procesos destinados tanto a restaurar como a mejorar la serviciabilidad del pavimento, dotándolo de la capacidad estructural necesaria para soportar eficientemente la demanda del tránsito previsto, para un determinado periodo de servicio adicional. Las actividades que comprende son:

- ✓ Bacheo Profundo
- ✓ Bacheo Superficial
- ✓ Sello de Pavimento
- ✓ Recarpeteo
- ✓ Repavimentación
- ✓ Nivelación Sección Transversal

Dentro de los tipos de rehabilitación de solo se abordará la temática concerniente a Recarpeteos y específicamente con mezcla asfáltica, debido a que es el método de mayor aplicación en vías urbanas en nuestro medio, esto por diversos factores entre económicos y prácticos, también se considera la recuperación de pavimentos rígidos.

#### **2.3.2.1 Recarpeteos**

Se debe considerar la realización de algunos trabajos preliminares antes de la colocación de la sobrecarpeta, tales como:

- ✓ Bacheo en los sitios donde se considere apropiado restablecer las características de soporte de los pavimentos.
- ✓ Capa de nivelación superficial para mantener los espesores de la misma capa de rodadura constante.
- ✓ Fresado de la carpeta de rodadura, cuanto se considere necesario por las altas irregularidades de la superficie, que no puedan ser corregidas con la capa de nivelación.

### a) Recarpeteo en pavimentos flexibles

Las sobrecarpetas o recarpeteos, consisten en la colocación de mezcla asfáltica en frío ó concreto asfáltico en caliente, en espesor no menor de 5 centímetros, sobre la capa de rodadura existente (exceptuando en adoquines), a fin de rehabilitar zonas con problemas de muchos baches o con superficies con daños severos. Este espesor corresponde a la mezcla debidamente compactada. Esta actividad estará en función de los resultados de deflexiones en los pavimentos existentes.

Otros defectos deben ser corregidos, siempre y cuando sobrepasen los límites indicados en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2 Fallas y reparación propuesta**

Tipo de falla	Reparación requerida
Ahuellamiento menor a 5 centímetros	Ninguna
Ahuellamiento mayor a 5 centímetros	Fresado o nivelación
Desplazamiento	Fresado
Baches	Rellenar
Falla de subrasante	Retirar y reemplazar
Piel de cocodrilo	Ninguna
Falla de bloque	Ninguna
Grietas transversales	Ninguna
Grietas longitudinales	Ninguna
Exudación	Ninguna
Degradación superficial	Ninguna

FUENTE: Manual Centroamericano de Especificaciones para la construcción de Carreteras y Puentes Regionales, SIECA, 2001

**Materiales:** La calidad de los materiales a emplearse en la fabricación de la mezcla asfáltica en frío y del concreto asfáltico en caliente, deben cumplir con lo descrito en el capítulo 5, numeral 5.2.4.2 del Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos (SIECA), Guatemala, Diciembre 2002.

### 2.3.2.2 Recuperación de Pavimentos Rígidos

Es la rehabilitación de un pavimento de concreto hidráulico existente, que ha sufrido diferentes tipos de fallas. Consiste en el fresado de la superficie con

discos de diamante, la reparación de las áreas afectadas de la losa, la reparación de juntas, la reparación de grietas, el sellado inferior y estabilización de losas, la colocación de dovelas en las juntas, la remoción del pavimento y nivelación de losas, el fracturado y aplanado de las losas, antes de la colocación de una sobrecapa en el pavimento existente.

#### a) Materiales

Los agregados pulverizados para subbase, deben tener las características indicadas en el Capítulo 5 NUMERAL 5.2.2 del Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos (SIECA), Guatemala, Diciembre 2002.

Los adhesivos de resina epóxica que se utilicen, deben cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 235.

Los materiales de relleno y selladores para juntas deben ajustarse a las normas AASHTO y cumplir con lo especificado en la tabla 2.3:

**Tabla 2.3 Materiales más comunes para sellado de juntas**

Tipo de Sellador	Especificación
Selladores aplicados en caliente Asfalto polimérico Sellador polimérico Sellador elastomérico	AASHTO M-173 AASHTO M-301 AASHTO M-282
Sellos premoldeados Sellos de compresión	AASHTO M-220
Material de relleno Material de relleno premoldeado de fibra Material de relleno hule-espuma Material de relleno bituminoso	AASHTO M-213 AASHTO M-213 AASHTO M-33

Ref: Asociación del Cemento Pórtland

De utilizar un ligante de polímero y agregado fino, debe ser en las proporciones recomendadas por el fabricante y debe tener una resistencia a la compresión mínima de 250 Kg/cm<sup>2</sup> (3,625 psi) en 4 horas.

El cemento a utilizar debe tener, un color similar al del concreto existente. Asimismo, los agregados deben tener una graduación, color y dureza similares a la de los agregados existentes en el pavimento.

## **b) Procedimientos de ejecución**

Los procedimientos para la rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico, se describen en el Manual Centroamericano de Especificaciones para Construcción de Carreteras y Puentes Regionales, SIECA, año 2,001.

### **2.3.3 Nivelación de la Sección Transversal**

El método más obvio y sencillo para conocer los asentamientos de una sección transversal es el colocar una serie de puntos distribuidos en su superficie y nivelarlos, para el caso cuando la sección cuyos asentamientos se miden está pavimentado con mezcla asfáltica o con concreto hidráulico, puede bastar la colocación de una serie de clavos, para señalar los puntos por nivelar, luego una pita entre los clavos generando una pendiente que define el bombeo de la sección, y posteriormente con cinta conocer el asentamiento de la misma.

### **2.3.4 Actividades Complementarias**

A manera de satisfacer en mejor forma las necesidades del usuario y la funcionalidad de la vía, deben tomarse en consideración las actividades siguientes:

- ✓ Mejoramiento de la señalización horizontal y vertical existente y demarcación en recapeos.
- ✓ Mejoramiento y limpieza del sistema de drenaje y levantamiento de tapaderas de pozos.
- ✓ Y otras que pudiesen ser necesarias a la hora de efectuar un recarpeteo.

## **2.4 PROCESOS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES**

El objetivo de rehabilitar un pavimento, es el de habilitar de nuevo el “viejo pavimento” a su antiguo estado, es decir, llevarlo a las condiciones originales de funcionamiento para el cual fue construido.

Existen muchas técnicas de rehabilitación de pavimentos, sin embargo, parte de los criterios para la selección de la técnica más apropiada, dependerá de la información recavada durante la etapa de evaluación del estado real del pavimento existente.

Muchos de los proyectos de rehabilitación podrían no cumplir con el objetivo antes anotado, debido a la técnica de rehabilitación, la cual fue escogida tomando como base un diagnóstico inapropiado.

Es importante hacer mención, que tratamientos aplicados a pavimentos en “buenas condiciones”, producen buenos resultados, y tratamientos aplicados a pavimentos en “pobres condiciones”, producen pobres resultados. De lo anterior se puede concluir, el hecho de no esperar a que el pavimento a rehabilitar se encuentre en un estado muy avanzado de deterioro, ya que la solución podría no consistir en una rehabilitación, sino que en una reconstrucción.

#### ***2.4.1 Técnicas para la Rehabilitación de Pavimentos Flexibles***

Entre las técnicas de rehabilitación se encuentran, Crack Sealing, Patching, Cold Milling, Fog Seal, Sand Seal, Asphalt Chip Seal, Slurry Seal (se han mantenido los nombres en inglés ya que son de uso popular) y otras.

A continuación se destacan algunas de las técnicas de rehabilitación:

##### ***2.4.1.1 Sellado de grietas***

Las operaciones de sellado de grietas son una de las actividades más comúnmente utilizada para el mantenimiento de pavimentos flexibles. Estas operaciones son utilizadas para el sellado de grietas por temperatura (thermal cracking), grietas reflejadas (reflection cracking), grietas en bloques (block cracking) y grietas piel de cocodrilo (alligator cracking).

Las grietas en pavimentos de mezclas asfálticas en caliente (HMA pavement) son irregulares tanto en dirección como en dimensión. Generalmente se reconocen tres métodos de reparación para grietas en pavimentos de HMA: crack sealing, crack filling y crack repair. De estos tres, solamente los crack sealing y crack filling serán discutidos más adelante.

El crack sealing, es una operación que consiste en la preparación completa de la grieta y la colocación de material de alta calidad dentro o sobre de ella. Generalmente es utilizado en aquellas grietas que no están severamente deterioradas y que pueden presentar movimientos verticales u horizontales (working cracks) igual o mayor a 2.5 mm.

El propósito del crack filling es la de reducir la cantidad de agua que pueda infiltrarse y la cual puede causar daños a las capas que constituyen el pavimento. El crack filling comprende una preparación limitada en la grieta así como la colocación de un material de menor calidad. Generalmente es utilizado en grietas que puedan experimentar poco movimiento (menos que 2.5 mm) y que se encuentren en estado de deterioro de ligero a moderado.

Hoy en día existe una amplia variedad de sellantes en el mercado, cada uno con características propias. El Instituto Americano del Concreto (ACI) divide en dos categorías los materiales selladores: los termoplásticos (thermoplastic materials) y los de fraguado térmico (thermosetting materials).

Los selladores termoplásticos son materiales de base bituminosa, que se reblandecen con el calor y endurecen a bajas temperaturas, usualmente sin un cambio en su composición química. Muchos sellantes termoplásticos son aplicados en caliente, aunque algunos son diluidos de tal manera que ellos pueden ser instalados sin ser calentados.

Los selladores de fraguado térmico están compuestos de uno o dos materiales que fraguan por la liberación de solventes o curan a través de reacciones químicas. Algunos de estos sellantes han mostrado un buen comportamiento, pero ellos son cuatro o diez veces más caros que los termoplásticos.

Pavimentos flexibles que presentan grietas que no han sido selladas o pobremente selladas, permite que la humedad y el debris (residuos pequeños de materiales) entren a la estructura del pavimento, lo cual contribuyen al deterioro de esta.



Pavimentos que presenten un elevado nivel de grietas piel de cocodrilo, no deben ser tratados con Crack Sealing, ya que la presencia de este daño indica deficiencias estructurales en el pavimento, por lo que soluciones estructurales deben ser efectuadas. Sin embargo, la superficie puede temporalmente ser sellada, impidiendo el deterioro acelerado del pavimento.

Diferentes configuraciones en la colocación del material han sido usados para el tratamiento de las grietas en pavimentos de mezclas asfálticas en caliente en la figura 2.1 se ilustran las configuraciones mas comunes en la cual el crack sealing y crack filling pueden ser colocados.

A continuación se presentan algunos aspectos sobre su operación:

- **Preparación de la grieta (Crack Refacing)**

La creación de reservorios para grietas en pavimentos flexibles continua siendo una controversia, algunas organizaciones creen que el limitado beneficio ganado al efectuar esta operación no es lo suficiente para compensar su costo adicional, sin embargo, el “Refacing” debe ser considerado cuando el sellado se hará en una grieta que presenta movimientos (Working Crack).

- **Limpieza de las grietas.**

El paso mas crítico en la operación de sellado en HMA es la limpieza de la grieta. Las paredes de las grietas deben estar libres de todo material extraño, que pueda interferir con la adherencia del sellante.

- **Instalación del sellante.**

La instalación del sellante y la fase de acabado son normalmente realizadas en secuencias cercanas. El sellante debe ser aplicado desde el fondo a la parte alta de la grieta para prevenir burbujas y luego el exceso de sellante debe ser removido de la superficie del pavimento.

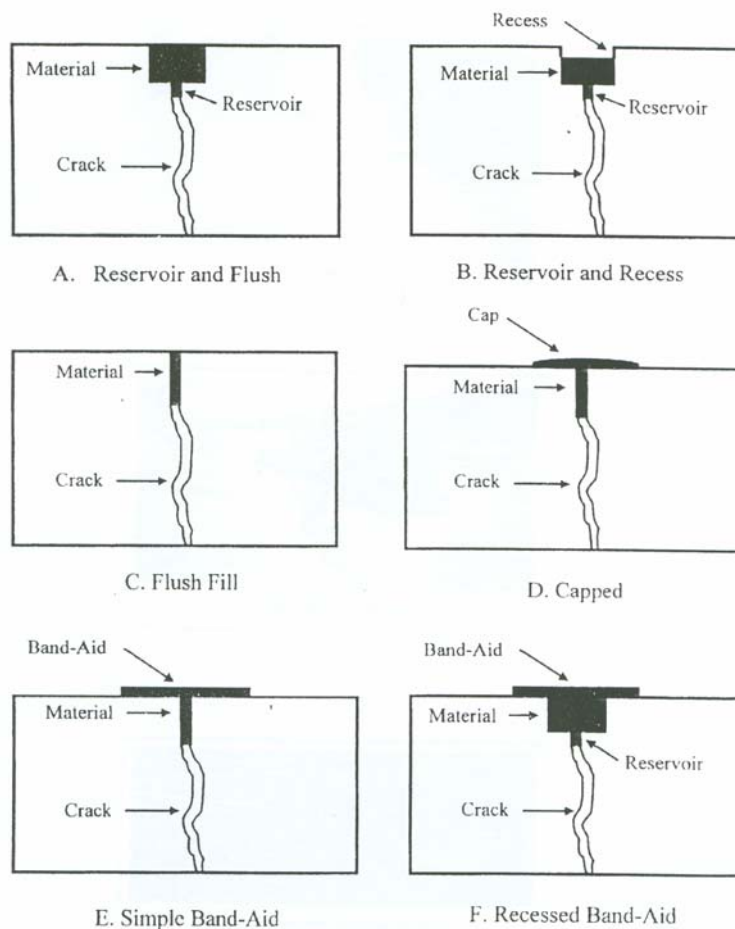


Fig. 2.1. Configuración de Sellos

#### 2.4.1.2 Parchado con mezclas bituminosas (Patching)

Los trabajos de parchado con mezcla bituminosa pueden ser de profundidad completa o profundidad parcial.

Las reparaciones conocidas como profundidad parcial usualmente comprenden la remoción de la capa superficial y la restitución de esta con concreto de mezcla asfáltica en caliente. Las reparaciones de profundidad completa consiste en la remoción del pavimento completo hasta la subrasante o hasta la capa intermedia en buenas condiciones.

Los materiales para el parchado bituminoso son mezclas compuestas principalmente por ligantes bituminosos y agregados. Los dos tipos principales de materiales para parchado bituminoso son: mezclas en frío y concreto de mezcla asfáltica en caliente.

- **Mezclas en frío (Cold Mixes)**

Tradicionalmente ha sido considerado como una solución temporal, la cual ha de ser usado durante climas adversos y cuando no hay suficiente tiempo para procedimientos mas rigurosos de parchado. Las mezclas en frío son una combinación de agregados y cutback o emulsiones. Entre los cutback comúnmente utilizados están los MC-250 y MC-800.

Los ligantes MC mantienen la mezcla de parchado trabajable por largos periodos de tiempo y además presentan un residuo duro para una buena estabilidad.

En lo que respecta a emulsiones, los de medio curado, bajo curado y emulsiones catiónicas son comúnmente utilizados, sin embargo muchas agencias norteamericanas no utilizan estos ligantes, ya que al ser acopiados, estas tienden a endurecerse y dificultan considerablemente su manejo.

En cuanto a los agregados, se recomiendan los de graduación abierta con poco fino, ya que esta provee una mezcla con una gran cantidad de vacíos y permite espacios para los volátiles en el ligante, así como su curado, permitiendo un asentamiento completo de los materiales.

Los agregados triturados son esenciales debido al incremento de la estabilidad, generado por la trabazón entre partícula y partícula.

La clave del éxito con las mezclas en frío para el parchado, yace en la graduación y calidad de los agregados. Hoy en día las mezclas en frío son comúnmente combinadas con diferentes químicos para mejorar la resistencia al desprendimiento de las partículas de la superficie (stripping), estabilidad y cohesión, ejemplo Sylvax UPM, QPR 2000, Perma Patch.

- **Mezclas asfálticas en caliente (Hot Mix Asphalt).**

Estas mezclas son las más recomendadas para el parchado, ya que provee una calidad mayor. Entre los ligantes más usados se encuentran los cementos asfálticos AC-20 (60-70 penetración), AC-10 (85-100), AC-5 (120-150).

El grado usado es normalmente el mismo grado usado en concreto asfáltico para pavimentos, aunque algunas organizaciones usan un grado más duro en el parchado, con el objeto de mejorar la estabilidad.

Los agregados usados deben ser de la misma calidad y graduación que aquellos usados en producciones normales de mezclas en caliente.

#### **a) Razones para la aplicación de parchados (Patching)**

El parchado en pavimentos flexibles es llevado a cabo por cualquiera de las siguientes razones:

- Reparación de daños localizados
- Mejoramiento en la seguridad del conductor
- Reducir la rugosidad de la superficie del pavimento
- Reducir la razón de deterioro del pavimento
- Reparación de un pavimento antes de la colocación de una sobrecapa
- Reparación de baches (Pothole)

En el caso de baches antes del parchado, el pavimento debe ser exhaustivamente evaluado, para determinar la extensión real de su deterioro, ya que las fallas usualmente inician desde el fondo del pavimento y progresan hacia la superficie. Además, las causas que han generado este tipo de daño debe ser solucionado, ya que cualquier trabajo que se desarrolle en el pavimento resultará nuevamente en un deterioro. Si la causa fuese por ejemplo poca capacidad de soporte de las capas subyacentes a la capa de rodadura, lo que podría requerirse sería una reconstrucción localizada.

Las mismas consideraciones que son tomadas para un diseño de mezcla asfáltica de pavimentación, deben ser consideradas para la mezcla asfáltica que será usada en parcheos, estas son: estabilidad, adhesividad, resistencia al stripping, durabilidad, trabajabilidad y almacenamiento (este ultimo en caso de mezclas en frío), es decir, deberán cumplir con los mismos requisitos y ensayos estándar, como los efectuados a las mezclas utilizadas en construcciones nuevas de pavimentos. Durante la inspección de daños, debe de tomarse en cuenta que

las áreas visibles de las fallas podrían no estar indicando el área completa de deterioro.

## b) Construcción

A continuación se presenta un procedimiento para la operación de parcheo:

1. Marcar los límites del parchado: el área a ser parchada deberá ser marcada al menos 0.3 m. (1 ft) afuera del área dañada. Los límites del parchado deberán ser rectos, pero el área de parcheo no necesariamente será rectangular (fig. 2.2)

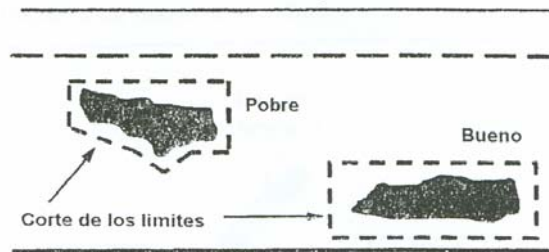


Fig. 2.2. Marcado de los límites de parchado

2. Cortado de los límites: el material deteriorado en el área de parcheo debe ser removido, dejando firmes los lados verticales alrededor del parche. La remoción debe iniciarse en el centro del área marcada y hacia los límites del parcheo (fig. 2.3).

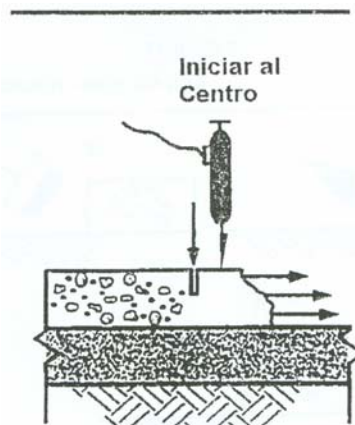


Fig. 2.3. Corte de los límites

La remoción se hará hasta una profundidad donde el material encontrado esté firme y seco.

El corte con sierra en operaciones de profundidad completa, no es recomendable, ya que el corte produce caras demasiado lisas (o parejas) y dificulta la buena adherencia.

Cortes con sierra en operaciones de profundidad parcial y rompimiento con martillo perforador (Jack hammer) deja las caras rugosas necesarias para una ligazón y amarre con el material de parchado.

3. Limpieza y reparación de la fundación: debe llevarse a cabo una exhaustiva limpieza para mejorar la superficie en la cual el riego de liga y el material de parchado puedan adherirse rápidamente. Se deben monitorear los niveles de densidad y contenidos de humedad, si alguna construcción localizada ha de efectuarse, para asegurarse una buena estructura (fig.2.4)

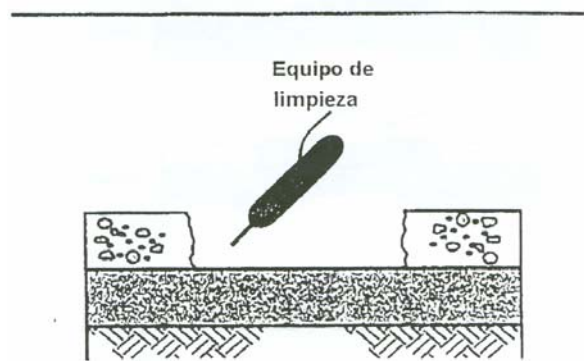


Fig. 2.4. Limpieza del material residual

4. Aplicación de riego de liga: Un riego de liga es importante para el buen comportamiento a largo plazo cuando el parchado se hará con HMA. El riego de liga debe ser rociado dentro del área de parcheo y en los bordes del agujero.

No debe aplicarse un excesivo riego de liga, ya que éste puede tender a recolectarse en el fondo del agujero y reducir la efectividad del parchado.

No debe rociarse con riego de liga el fondo del agujero cuando es usado mezclas en frío, ya que los solventes del riego de liga pueden reblandecer la mezcla en frío, incrementando el escurrimiento de la mezcla y promoviendo el stripping (figura 2.5).

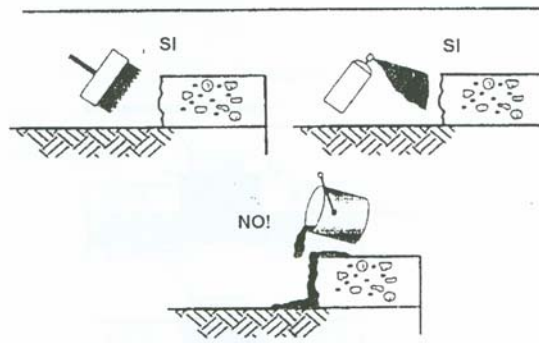


Fig. 2.5. Aplicación riego de liga.

- Colocación del material: El material de parchado debe ser colocado con una pala de trabajo desde un lado del parche a otro. Este material nunca debe ser lanzado o rastrillado hacia el agujero, ya que podría producirse segregación.

Debe colocarse suficiente material, de tal manera que después de la compactación el centro del parche tenga una elevación de aproximadamente 6 mm arriba del pavimento que lo rodea

Usualmente las capas del material colocado varían de 50 mm a 75mm, sin embargo el espesor dependerá de la experiencia local, especificaciones y equipo utilizado (figura 2.6 y 2.7).

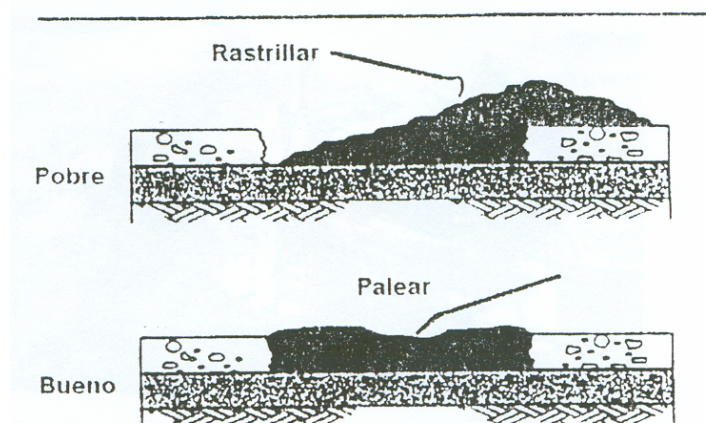


Fig. 2.6. Colocación del material

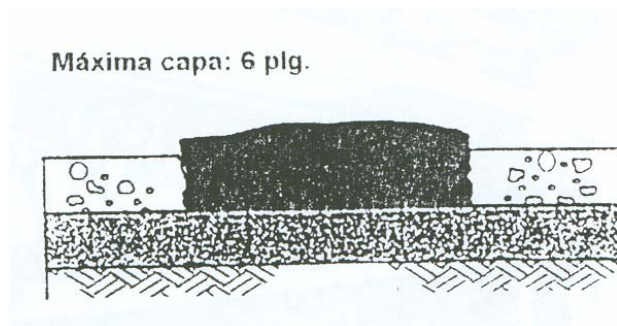


Fig. 2.7. Suficiente material para compactación

6. Compactación: La compactación es el procedimiento más crítico en la obtención de un buen parchado. Parchados con HMA deben ser compactados antes de que se enfríe.

El proceso de compactación y equipo dependerá del tamaño del agujero a ser compactado.

En general, el material debe ser primero compactado en el área de los bordes y luego se procede al compactado del material del centro del parche, con movimientos del centro hacia los bordes en cada pasada sucesiva (figura 2.8).

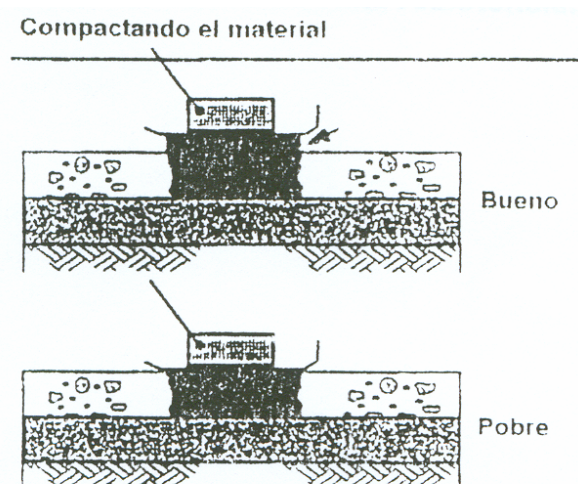


Fig. 2.8. Compactación del material



El compactado debe descansar completamente sobre la mezcla de parchado y no sobre el viejo pavimento. No deben ser usados apisonamientos manuales, ya que no se obtiene una adecuada compactación.

7. Limpieza: Debe limpiarse el pavimento y los bordes del parchado pueden ser sellados usando cualquier producto asfáltico.

Arena limpia debe colocarse sobre el producto asfáltico.

#### **2.4.1.3 Fresado en Frío (cold milling)**

Es una técnica utilizada para la restauración de superficies de pavimentos por medio de la remoción de capas de 50 mm a 100 mm.

El fresado en frío puede ser usado para reparar la superficie de un pavimento para la colocación de una sobrecapa, también puede ser usado para nivelar y perfilar la superficie del pavimento, restaurar la pendiente transversal (facilita el drenaje transversal y reduce el hidropilaje), corregir rugosidades, ahuellamientos, mejorar la fricción de la superficie, etc. El fresado en frío es frecuentemente usado para remover material antes de la colocación de una sobrecapa.

Una de las limitaciones de la operación del fresado en frío, es que si los agregados del pavimento a trabajar son susceptibles al pulimento, se puede producir una disminución de la resistencia al deslizamiento. Debido a lo anterior, deberá investigarse el tipo de agregado existente antes de la operación de fresado, para el caso que la superficie fresada pueda someterse al tráfico durante un período largo.

El equipo de fresado en frío usa dientes de alta resistencia y partículas muy resistentes a la abrasión; lo anterior se encuentra montado en un tambor giratorio que rompe y remueve el material de la superficie. Debe revisarse continuamente para que el desgaste de los mismos no sea excesivo y se pueda producir una superficie completamente uniforme. El ancho del tambor varía desde 0.3m a 3.6m.

#### **2.4.1.4 Técnicas de Rehabilitación Superficial**

Las técnicas de rehabilitación superficial han sido ampliamente usadas en el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos asfálticos, desde vías de bajo volumen de tráfico hasta vías de alto volumen de tráfico.

Las técnicas de rehabilitación superficial incluyen cualquier aplicación a la superficie del pavimento de una capa de asfalto o mezcla asfáltica con agregados o sin ellos. Su propósito es la de sellar el pavimento y mejorar o proteger las características de la superficie de la carretera, pero no producen un mejoramiento estructural.

A continuación se presentan algunas técnicas de rehabilitación superficial.

**Fog Seal:** Ligera aplicación de un asfalto emulsificado, usualmente sin agregado. Su propósito es la de sellar superficies con desprendimiento no severo, así como para sellar superficies con altos contenidos de vacíos.

**Sand Seal:** Aplicación por rociado de una emulsión de desarrollo rápido (rapid setting) con una ligera cubierta de arena. Provee de una superficie de mayor fricción que el fog seal. Su espesor varía de 2 a 5 mm.

Ésta técnica es usada cuando el desprendimiento es más severo (pérdida de agregado fino) y para mejorar la superficie previo a la colocación de una sobrecapa.

**Asphal Chip Seal:** Aplicación secuencial de asfalto y fragmentos de piedra, aplicado usualmente en capas para construir una estructura que pueda alcanzar un espesor de 25 mm. Se utiliza con frecuencia para: Impermeabilizar la superficie, proveer una superficie resistente al deslizamiento, sellar áreas con grietas en la superficie, proveer de una cubierta temporal cuando se ha planificado la colocación de una nueva capa.

**Slurry Seal:** Mezcla de emulsión asfáltica de desarrollo lento (slow setting), agregado fino, filler y agua.

Es efectivo para el sello de grietas superficiales, además impermeabiliza y mejora la resistencia al deslizamiento (velocidades menores alrededor de 64 km/hora). El slurry seal es utilizado además, cuando el asfalto de la carpeta existente está oxidado y endurecido o cuando se desea delinear áreas de superficies de pavimento y estabilizar mezclas de graduación abierta, con excesivo desprendimiento. El espesor del slurry seal es generalmente menor que 9.5 mm.

**Microsurfacing:** Mezcla de emulsiones asfálticas, polímeros, agregado mineral, filler, agua y otros aditivos, apropiadamente proporcionados, mezclando y rociando sobre la superficie del pavimento, como un slurry seal.

Es usado en superficies gastadas, para rellenar ahuellamientos, hacer nivelaciones menores, y proporciona una superficie resistente al deslizamiento.

**Cape Seal:** Combinación del chip seal y un slurry seal.

El chip seal se aplica primero y después de 4 a 10 días el slurry seal es aplicado. Con el cape seal, una superficie más durable es obtenida y puede ser usada en arterias de alto volumen de tráfico.

**Sándwich Seal:** Aplicación de una capa de agregado grueso, seguido por una aplicación de emulsión o cemento asfáltico, seguida por una segunda aplicación de agregados más pequeños, para llenar los vacíos. Su espesor varía de entre 5 a 20 mm.

**Open-Graded Friction course:** Mezclas de superficie porosa, con vacíos (mínimo 15%) que permite que el agua drene rápidamente a través de la mezcla y fluya hacia los lados de la vía.

Es usada para mejorar las propiedades de fricción de la superficie, reduce el hidroplaneo y el lanzamiento de agua, producido por las llantas en superficies mojadas. Su espesor varía de 25 a 50 mm.

En cuanto a los agregados a ser utilizados, éstos deberán ser ensayados a la abrasión y a la sanidad (sulfatos) para asegurarse una buena durabilidad.

Las funciones de las técnicas de rehabilitación superficial pueden resumirse como sigue:

- a. Proveer de una nueva superficie de desgaste.
- b. Sellar grietas en la superficie.
- c. Impermeabilizar la superficie.
- d. Mejorar la fricción de la superficie de pavimento y la superficie de drenaje.
- e. Retardar los efectos del intemperismo o envejecimiento.
- f. Mejorar la apariencia superficial (por ejemplo cuando existan parchados)

Es importante destacar que la selección de la técnica apropiada de rehabilitación superficial, debe ser tomada considerando la condición física de la superficie existente, tipo de fallas, condición de la estructura del pavimento, materiales y equipo con que se cuenta, tráfico futuro, experiencia local, limitaciones de las técnicas, etc.

#### ***2.4.1.5 Reciclado de Pavimentos***

El reciclado con mezcla en caliente es un enfoque comprobado para la rehabilitación de carpetas asfálticas desgastadas. Incluye 1) retiro del pavimento existente para todo el espesor o parte de éste, 2) reducción de los materiales recuperados a un tamaño adecuado para volverlos a procesar, 3) mezcla del material recuperado con agregados nuevos y asfalto líquido y 4) tendido de los materiales ya sea como capa de base, de liga o de carpeta.

Las ventajas de reciclado con mezcla caliente incluyen:

1. Economía
2. Conservación de los recursos naturales
3. Mejoramiento de la resistencia estructural del pavimento con poco o ningún cambio en el espesor.
4. Corrección de deficiencias existentes en la mezcla del pavimento.

Antes de que se pueda proseguir el reciclado con mezcla caliente, todos los materiales deben probarse y evaluarse para determinar la mezcla óptima. Se seleccionan muestras del material recuperado para probarlas, de preferencia de las pilas de suministro frías en la planta central. Se hacen pruebas de laboratorio con las muestras de pavimento para determinar la granulometría del agregado, el contenido de asfalto y la viscosidad del asfalto a 140°F (60°C). El asfalto viejo se extrae de la muestra con un procedimiento estándar, como la norma ASTM D2172 que proporciona una medida de la cantidad de asfalto en la mezcla vieja. El asfalto extraído se recupera y se prueba con el método ASTM D2171 para determinar su viscosidad a 140°F (60°C). El agregado recuperado se sujeta a un análisis granulométrico para determinar la granulometría del agregado y para revelar cualesquiera deficiencias en la misma. Normalmente será necesario añadir agregado nuevo a la carpeta asfáltica recuperada para producir una mezcla con la granulometría deseada.

Debe agregarse un asfalto nuevo de baja viscosidad y agregado nuevo a la mezcla de carpeta recuperada para que el contenido total alcance a la cantidad deseada y para que éste tenga la viscosidad apropiada. Además, normalmente se agregan materiales orgánicos llamados agentes de reciclado para restablecer en el asfalto viejo las especificaciones convenientes.

Las carpetas viejas se pueden retirar 1) por conformación en frío o cepillado, o bien 2) por escarificado y triturado. Si se usa el procedimiento de escarificación y triturado, se utilizan escarificadores, rodillos de rejilla o rasgadores para romper la carpeta asfáltica. Luego se carga y se transporta a una planta para triturar y tamizar el material. Después de pulverizado por uno de estos métodos, el material se apila en una planta de mezcla para su posterior tratamiento, éste es el más recomendado.

## **2.5 PROCESOS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO**

Entre las reparaciones para pavimentos de concreto hidráulico se encuentran:

- Reparaciones de Profundidad Parcial.
- Reparaciones de Profundidad Total.

### **2.5.1 REPARACIONES DE PROFUNDIDAD PARCIAL.**

Normalmente, las reparaciones de profundidad parcial se hacen en el caso de desportillamientos en las juntas del pavimento o en el caso de la losa, que pueden ocurrir a lo largo de las juntas y grietas longitudinales, aunque suceden con más frecuencia en las discontinuidades transversales. Los desportillamientos en el medio de la losa se deben en general al refuerzo de acero, si lo tiene, que se encuentra en la superficie.

Los desportillamientos generan una circulación áspera y pueden acelerar otros deterioros. Casi siempre, el desportillamiento es una falla localizada y por lo tanto, demanda procedimientos de reparación localizados para que el pavimento se arregle de manera económica. La mayoría de los desportillamientos de las juntas se produce por la introducción de materiales incompresibles dentro de las juntas y grietas transversales no selladas; El desportillamiento se puede inducir en la parte superior, o en la inferior, de la junta (figura 2.9). Las reparaciones de profundidad parcial sólo son apropiadas para el desportillamiento que se ha producido en la parte superior de la losa.

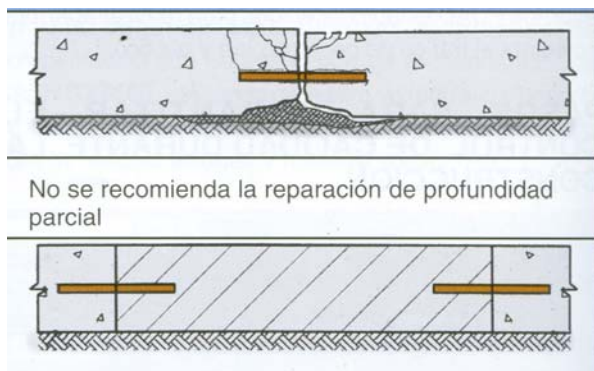


Figura 2.9. Desportillamiento en la parte superior e inferior de la losa

Antes de realizar una reparación de profundidad parcial, es necesario considerar lo siguiente:

#### ***2.5.1.1 Investigación Preliminar.***

Antes de comenzar las reparaciones, se debe hacer una investigación en el campo, con el fin de definir los límites de las áreas que se van a reparar (parches) y plasmar esa información en los planos de la vía.

#### ***2.5.1.2 Bordes de la Reparación***

Inmediatamente antes de comenzar los trabajos, se debe hacer una investigación con el fin de determinar los límites de las zonas que es necesario reparar. Durante la investigación se recorre toda la vía en las cuales el desportillamiento es inminente, utilizando la técnica de resonancia, que consiste en golpear la superficie de la orilla del concreto con una varilla de acero o martillo de carpintero, o arrastrando una cadena a lo largo de la superficie.

Con el objeto de asegurar la remoción de todo el concreto en mal estado, los límites del área a reparar se deben extender más allá de las áreas deterioradas entre 80 y 100 mm. Los límites de las áreas que se van a reparar se deben pintar definiendo áreas cuadradas o rectangulares, ya que las áreas irregulares pueden causar el desarrollo de grietas en el concreto utilizado en la reparación. Cuando se presentan áreas que necesitan arreglo y están a menos de 600 mm de distancia, se recomienda que se integren en un área, con el fin de reducir los costos y proporcionar una apariencia más agradable.

#### ***2.5.1.3 Remoción***

El concreto desportillado o deteriorado se puede remover por aserrado y cincelado, o por un proceso de fresado, al momento de realizar cualquiera de éstos procedimientos, es necesario generar paredes verticales para evitar desprendimientos, ver figura 2.10.

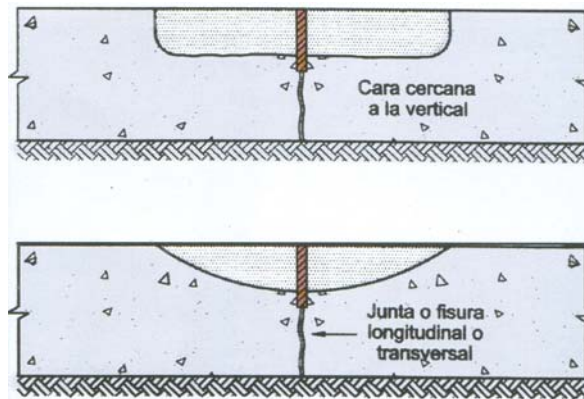


Figura 2.10. Se debe generar paredes verticales para evitar desprendimientos

#### **2.5.1.4 Limitaciones**

En ocasiones, lo que parece ser un desportillamiento en la superficie en realidad se extiende en toda la profundidad de la losa. Si el concreto en mal estado se extiende en toda la profundidad de la losa o en más de un tercio de su espesor, las reparaciones de profundidad parcial no deben continuar en ese sitio y se debe marcar el área y hacer allí una reparación de todo el espesor del pavimento.

#### **2.5.1.5 Limpieza**

Las caras expuestas del concreto se deben limpiar con un chorro de arena a presión para dejarlas libres de partículas sueltas, aceite, polvo, restos de concreto asfáltico u otros contaminantes, antes de proceder a la reparación. Este procedimiento dejará una superficie áspera y limpia que ayudará a proporcionar una buena adherencia.

#### **2.5.1.6 Preparación de Juntas**

Las reparaciones de profundidad parcial adyacentes a las juntas transversales o a las longitudinales, como también en las juntas con el hombro, requieren preparativos de construcción especiales.



### a) Juntas longitudinales

Cuando se efectúa una reparación de profundidad parcial contra una junta longitudinal, el concreto de la reparación no se debe adherir al concreto del carril adyacente. Si se produce la adherencia, el alabeo, o el movimiento diferencial de las losas, puede causar desportillamientos en el parche. La eliminación de la adherencia se puede lograr ya sea mediante un inserto compresible en la junta.

### b) Juntas transversales o grietas

Los parches adyacentes a las juntas o grietas activas que penetran en toda la profundidad de la losa requieren que se use un inserto compresible, u otro medio para romper la adherencia, para volver a formar la junta o grieta. Los materiales más usados para éste propósito son la espuma de estireno, la madera aglomerada impregnada con asfalto o tiras de polietileno.

El material compresible se debe meter en la junta existente por debajo de la profundidad de la reparación, lo cual se facilita si se hace un corte de sierra adicional en la junta a una profundidad de tres centímetros por debajo del fondo del parche (figura 2.11)

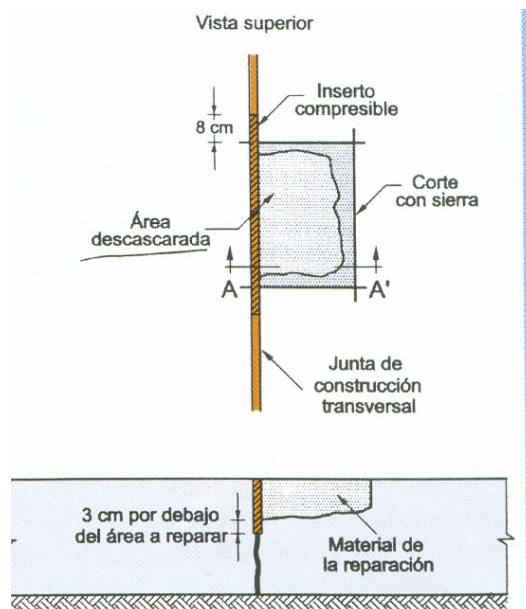


Figura 2.11. Colocación de material compresible en la junta existente

### **c) Juntas con el hombro**

Al efectuar una reparación de profundidad parcial a lo largo de la junta del carril con el hombro del borde del parche se deben moldear. Esto requerirá de la colocación de una pieza delgada de manera aglomerada o de polietileno, a lo largo del borde de la losa, pareja con la superficie y ligeramente más abajo que la profundidad del parche. Si se permite que el material de reparación penetre en el hombro se pueden restringir los movimientos longitudinales ocasionando daños a la reparación o al hombro.

#### ***2.5.1.7 Materiales para la Reparación***

##### **a) Mezclas de concreto de alta resistencia inicial**

El concreto de alta resistencia inicial, se hace normalmente con cemento tipo III, y se especifica que desarrolle resistencias que sobrepasen los 210 Kg/cm<sup>2</sup> en menos de 24 horas. Esto se hace, cuando se requiere dar la reparación al servicio rápido (Cuatro horas). Cuando se use concreto de alta resistencia inicial también se debe especificar un adherente epóxico. El concreto no se debe colocar hasta que el epóxico se ponga viscoso.

##### **b) Mezclas de concreto de fraguado normal**

El concreto de fraguado normal se puede usar cuando el material del parche se puede proteger del tráfico por 24 horas o más. El mortero de arena cemento usado para la adherencia del parche debe estar compuesto de una parte de cemento portland por una parte de arena por volumen, con suficiente agua para producir un mortero con una consistencia cremosa. El concreto se debe colocar en el parche antes que se seque el mortero. Pero si el mortero se seca antes de colocar el concreto de la reparación, se debe retirar con un chorro de arena.

##### **c) Materiales de resistencia rápida patentados**

Cuando se seleccionan materiales patentados de fraguado rápido para hacer el parche, es importante que estos se usen de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Esto incluye la adherencia, la colocación, el curado y el tiempo requerido antes de dar al servicio las reparaciones.

#### **d) Morteros de resina epóxica y concreto epóxico**

Los diseños de mezclas de mortero epóxico y concreto epóxico se deben evaluar con cuidado en el laboratorio antes de su uso en gran escala. El catalizador de la resina epóxica se debe acondicionar antes del mezclado. Los componentes epóxicos se deben mezclar cumpliendo al pie de la letra las recomendaciones del fabricante antes de que se adicione el agregado.

##### **2.5.1.8 Colocación del Material**

Al efectuar el colado de la mezcla, es preciso que la colocación de ésta se realice de la manera siguiente:

- a) Colocación del adherente
- b) Mezclado
- c) Consolidación
- d) Acabado
- e) Texturizado
- f) Cortes con sierra
- g) Sellado
- h) Curado

##### **2.5.1.9 Resellado de Juntas**

Después de que el parche ha adquirido la suficiente resistencia, se puede sellar la junta, evitando la humedad y que los materiales incompresibles puedan causar un daño.

#### **2.5.2 REPARACIONES DE PROFUNDIDAD TOTAL.**

Las grietas activas y las juntas deterioradas son los problemas más comunes que es necesario enfrentar, con el objeto de restaurar la integridad total del pavimento. Las principales causas del agrietamiento de las losas son la repetición de cargas pesadas, los esfuerzos de origen térmico y la pérdida de soporte.

El deterioro de las juntas (desportillamiento) se presenta por las tensiones de compresión excesivas que se generan por la presencia de partículas incompresibles en las juntas.

### **2.5.2.1 Demarcado de las Áreas de Reparación**

Antes de comenzar cualquier trabajo, se deben definir las áreas que requieren reparación. Todos los parches deben tener como mínimo las siguientes dimensiones: ancho igual al ancho de un carril en la dirección transversal y de 1.80 a 3.00 m en la dirección longitudinal.

### **2.5.2.2 Aislamiento del Área a Remover**

Antes de retirar el concreto deteriorado, el área que se va a remover se debe aislar del concreto adyacente, del carril y del hombro efectuando cortes de sierra. Esto minimizará el daño al material circundante durante las operaciones de remoción y deberá efectuarse en todo el perímetro marcado.

### **2.5.2.3 Remoción de Losa**

La remoción del concreto en mal estado y aislado se puede efectuar como lo indica la tabla 2.4

**Tabla 2.4 Métodos para remover el concreto y cara que forman**

<b>Método de remoción</b>	<b>Cara de la junta</b>
Izado	Suave
Izado*	Áspera
Demolición	Suave
Demolición	Áspera

\*Procedimiento recomendado

#### **a) Remoción de Losas por Izado**

El concreto deteriorado se levanta verticalmente desde su posición en el pavimento. Para hacer esto, se efectúan perforaciones que traspasen la losa desde la parte superior y se ponen ganchos que permitan izar los pedazos de losa, con la ayuda de cadenas que se sujetan a un equipo pesado, como una grúa o un cargador frontal, luego la losa se levanta verticalmente.

#### **b) Remoción de la losa Demoliéndola.**

La experiencia ha demostrado que este método puede dañar significativamente la base y, en consecuencia necesita una reparación más grande de la base que la que se hace cuando se izan las losas. Sin embargo, se reconoce que en muchos casos, el concreto puede estar tan deteriorado, que el izado no es práctico.

#### **2.5.2.5 Preparación del Área de Reparación.**

Si se determina que durante la demolición del concreto se ha deteriorado significativamente la base, esta se debe limpiar y recompartar retirando cualquier material suelto.

#### **2.5.2.6 Vaciado del concreto.**

En la Mayoría de los casos, cuando la apertura al tráfico del pavimento es un aspecto crítico, el concreto se debe vaciar tan pronto como sea posible después de que las dovelas estén instaladas y la subbase preparada. Bajo estas condiciones, es necesario usar concreto de alta resistencia temprana.

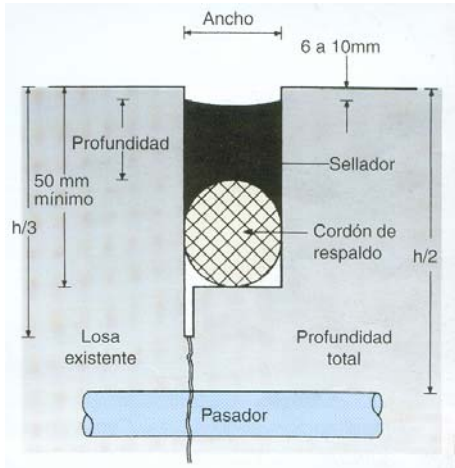
Las superficies de las reparaciones se deben terminar con un codal de 3 m, o con una regla vibratoria, para dar los mismos niveles de la superficie existente. La experiencia ha demostrado que las mejores reparaciones generalmente han sido aquellas, en las que el acabado se hace usando una regla vibratoria paralela a la línea central del pavimento.

#### **2.5.2.7 Sellado de Juntas**

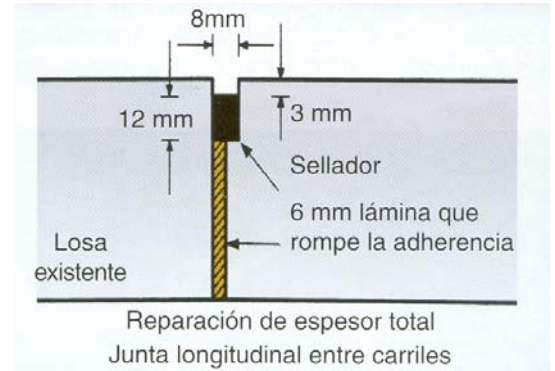
El último paso en una buena reparación de pavimentos de concreto en todo su espesor consiste en hacer una caja para alojar el material de sello en las juntas, tanto longitudinales como transversales.

Se recomienda que la profundidad de la caja tenga 50 mm como mínimo para evitar los puntos de concentración de esfuerzos en la parte superior de la superficie, reduciendo de esta manera el potencial para el despostillamiento.

La figura 2.12 muestra diseño de cajas par el material de sello de las juntas transversales y longitudinales.



a) Diseño de junta transversal (el factor de forma depende de las propiedades del sellante)



b)

Fig. 2.12 (a y b). Diseño de cajas de juntas transversales y longitudinales.

## 2.6 PROCESOS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE ADOQUÍN.

### 2.6.1 MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE ADOQUINES DE CONCRETO.

Los pavimentos de adoquines tienen un largo periodo de vida útil, la cual viene determinada más por el comportamiento de las capas inferiores y procesos constructivos, que por los cambios o deterioros del propio adoquín. Concretamente, la vida útil de cálculo que se toma para un pavimento de adoquines es de treinta años, aunque la experiencia demuestra que se superan los cincuenta años.

Durante los procesos de reparación, normalmente se prevé que entre un 90 y un 95 por ciento de los adoquines originales podrán ser reutilizados. Por este motivo, estos pavimentos se reparan de forma mucho más económica que los pavimentos rígidos de cualquier naturaleza.

El hecho de que los adoquines puedan ser levantados fácilmente para llevar a cabo las tareas de reparación en el subsuelo, hace que este tipo de pavimento

se posiciona como la mejor opción en zonas que aun no poseen todos los servicios públicos instalados (sobre todo en ciudades) o en aquellas donde se prevean asientos locales debido a la existencia de rellenos inestables, o a otras causas.

El mantenimiento de un pavimento de adoquines de concreto se puede resumir en las siguientes actividades:

#### ***2.6.1.1 Mantenimiento al sello de arena.***

Al menos cada año se revisará el estado de sello de las juntas y la existencia de vegetación dentro de esta. Se retirará el material vegetal y luego se complementará el sello de arena pero sin compactar nuevamente.

#### ***2.6.1.2 Renivelación de la superficie.***

Cuando se tengan hundimientos localizados o huellas en aquellos puntos por donde se tiene circulación canalizada, pero no se presenta una alteración generalizada en toda la superficie del pavimento, se procederá a reparar la zona dañada retirando los adoquines, la capa de arena y corrigiendo el nivel superior de la base.

En el caso de tenerle que adicionar material a la base, se escarificará y se utilizará uno con las mismas propiedades que el existente compactándolo con el equipo adecuado. Cuando el área a compactar sea muy reducida, se levantarán algunos adoquines adicionales para permitir la utilización de la maquina vibrocompactadora de placa y al mismo tiempo ensanchar el área donde se va a renivelar la arena, y poder ajustar de nuevo, en el espacio disponible los adoquines que se retiraron previamente.

Para la ejecución del trabajo de renivelación, se debe tener en cuenta dejar los sobreespesores necesarios, tanto en la base como en la capa de arena, para que, una vez terminado el trabajo, la zona renivelada tenga las cotas deseadas.

## **2.6.2 RECONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS DE ADOQUINES DE CONCRETO.**

### **2.6.2.1 Reconstrucción a escala menor.**

Cuando un pavimento de adoquines de concreto presenta alteraciones moderadas en el nivel de toda su superficie, situación esta que no es frecuente, se puede acometer una reconstrucción a escala menor, siguiendo las recomendaciones para renivelación de la superficie, descritas en los párrafos 2.5.1.2, pero ejecutando el trabajo sobre toda la superficie. Una reconstrucción de este tipo no requiere de cambio de material de base si no del ajuste del espesor hasta llevarlo a los niveles deseados.

### **2.6.2.2 Reconstrucción a escala mayor.**

Cuando un pavimento de adoquines de concreto presenta huellas pronunciadas (aproximadamente 30 mm.) en las zonas de mayor tráfico, y estas no corresponden a problemas localizados como cambios de materiales o deficiencia en el drenaje, y además van acompañadas de las irregularidades descritas en el párrafo anterior, son un indicativo de que el pavimento a llegado al final de su vida útil, por lo cual se debe acometer una reconstrucción a escala mayor, de toda su estructura. Esto implica levantar los adoquines y la arena, retirar el material de base, si este no es apto para ser reutilizado, o adicionarle material nuevo, mezclándolo con el existente, y continuar con la reconstrucción del pavimento.

### **2.6.2.3 Reparación por daños u obras específicas.**

Cuando se presentan daños por mala compactación de las brechas o zanjas, por mal funcionamiento de las redes de servicio o se necesite ejecutar trabajos como tendido o cambio de las mismas, se efectuará una reparación con las mismas características que una reconstrucción a escala mayor, pero solamente sobre el área específica. Se debe tener especial cuidado en la compactación de las brechas.



Antes de emprender la reparación o reconstrucción de un pavimento de adoquines, cualquiera que sea la escala del trabajo a ejecutar, se verificará la cota donde se encuentra el nivel freático, el adecuado funcionamiento del sistema de drenaje subterráneo, si se dispone de uno, y la necesidad de modificar o no el esquema de drenaje superficial en cuanto a pendientes, estructuras y filtros, con el fin de que funcionen correctamente. Es tan importante para la durabilidad del pavimento tener un buen control del agua en toda su estructura y que los materiales tengan espesores y calidad uniformes en toda su área, como que la calidad sea óptima.

En una reparación o reconstrucción comúnmente se reutiliza hasta el 90% del material existente en el pavimento; Adoquines, material de base y confinamiento. Solo será indispensable incorporar material nuevo para reemplazar material defectuoso (base, adoquines), algunas piezas que haya sido necesario destruir para comenzar a desarmar la capa de adoquines (generalmente dos o tres), el material de base complementario, las arenas para el sello y la capa de arena.

# **CAPITULO III**

## **“INVENTARIO VIAL DE DAÑOS”**

## INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan las herramientas básicas a considerar en la elaboración de inventario vial de daños, para lo cual se describe una metodología para realizarlo correctamente, estableciendo la finalidad, definiendo el personal de los grupos y sus obligaciones como ejecutores, precisando las herramientas y materiales necesarios para su ejecución.

Luego se describen los criterios que se deben considerar como factores determinantes que comúnmente generan deterioros en la estructura de un pavimento, como son las cargas generadas por el tráfico vehicular, el drenaje que al no ser respetado se juega con la vida del pavimento, el estado en que se encuentran algunas vías que en particular no son de mayor importancia en el sistema vial para un flujo considerable de tráfico, pero que pueden ser una buena alternativa como vías alternas o que son casi intransitables para los usuarios.

Este capítulo tiene la finalidad de obtener resultados, para lo cual después de la realización del inventario se presenta la información obtenida del trabajo de campo, configurada y procesada para una mejor comprensión de los mismos.

### **3.1 METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN DEL INVENTARIO VIAL DE DAÑOS POR MEDIOS VISUALES.**

#### **3.1.1 INTRODUCCIÓN**

El levantamiento de un Inventario Vial tiene por objeto identificar y cuantificar la condición de todos los elementos que deben ser utilizados en las actividades de planeamiento, de evaluación de las necesidades de mantenimiento y de administración de pavimentos.

La información a contemplar en la presente metodología, incluye los insumos necesarios para realizar un diagnóstico, utilizando planteamientos y criterios que son suficientes para identificar cualquier tipo de daños en la red vial. También se debe tener en cuenta que los criterios utilizados para la interpretación de datos son considerados como guías generales, y habrá situaciones en las cuales será necesario o conveniente aplicar criterios especiales.

Se incluyen los lineamientos necesarios para llevar a cabo un inventario vial utilizando únicamente procedimientos visuales y herramientas sencillas de mano. Los resultados que se obtengan por los medios visuales que aquí se indican, deben considerarse únicamente como la primera fase de la toma de datos, que de ser posible debe completarse con una segunda fase que implique la realización de mediciones con equipo especializado y la ejecución de ensayos.

El presente manual se ha estructurado de la siguiente manera:

#### **PARTE I: PLANTEAMIENTOS GENERALES**

En ella se hace una exposición de tipo general del contenido básico de un inventario vial del tipo del que se ejecutara, siguiendo la presente metodología, y se plantean las necesidades y organización de los grupos de trabajo.

#### **PARTE II: INSTRUCTIVO Y GUÍA PARA LA TOMA DE DATOS DE LAS VÍAS**

En ella se incluye el instructivo para llevar a cabo la toma de datos necesarios, clasificando las actividades a realizar entre las que corresponden a la fase preparatoria de los equipos, las de levantamiento de datos sobre el terreno, y

las tareas posteriores de ajuste de la base de datos en función de las observaciones realizadas.

El inventario contempla los dos tipos generales de vías pavimentadas y otros que se encuentran en el sistema vial de la Ciudad de Santa Ana.

1. Vías de pavimento flexible
2. Vías de pavimentos rígidos
3. Vías de pavimentos de adoquín

## ANEXOS

Se adjunta en la parte final de la presente metodología, un grupo de anexos formado por documentos de dos tipos: formularios que los grupos de trabajo deberán llenar con información en el campo y el CATALOGO CENTROAMERICANO DE DAÑOS A PAVIMENTOS VIALES de la SIECA<sup>2.1</sup>

### **3.1.2 PLANTEAMIENTOS GENERALES**

#### **3.1.2.1 Naturaleza Básica de los Datos**

La realización o actualización de un inventario vial es un proceso metodológico que se orienta hacia dos vertientes fundamentales:

- . Por un lado identificar todas las rutas que componen la red,
- . Por otro lado conocer la condición de cada una de ellas.

Ambos aspectos del inventario deben contemplarse en las labores de toma de datos de campo y su posterior procesamiento. La identificación de las rutas se consigue a base de una ordenación de la red en categorías y jerarquías de modo que cada tramo quede asociado a una clasificación determinada.

La evaluación de la condición de cada uno de los tramos y por extensión de cada vía, tiene por objeto calificar el estado de las partes que lo constituyen, es decir las características de su capa de rodadura, base, su sistema de drenaje, etc.

---

<sup>2.1</sup> Manual Centroamericano de Mantenimiento por Carreteras, TOMO III CATALOGO DE DAÑOS A PAVIMENTOS VIALES. Secretaria de Integración Económica Centroamericana, Guatemala, Diciembre 2000.

Todo ello permitirá conocer la condición general de cada ruta lo cual proporcionará una muy buena idea del tipo de problemas que posee la vía, de su transitabilidad actual y de las medidas necesarias a tomar si el propósito es mantener o mejorar su nivel de servicio.

Partiendo de la condición de cada una de las rutas se puede llegar a conocer la condición actual de la red vial total. Y en base a ese conocimiento se pueden determinar las medidas que son necesarias de aplicar para mantener o mejorar toda la red vial.

Tal como se mencionó anteriormente, el propósito del inventario es proporcionar la información física necesaria tanto para la planificación vial, como para la administración de mantenimiento. Para ese fin se determinará no solamente la cantidad de cada uno de los elementos viales, sino también su condición, ya que la misma afecta la cantidad de recursos que deben ser programados.

El inventario debe actualizarse anualmente, ya que las características de los elementos constituyentes y las condiciones de éstos pueden variar considerablemente de un año a otro. Además de esta forma se garantiza que la toma de decisiones en la Gestión Vial sea lo más apegado a las necesidades reales de la red de caminos.

### **3.1.3 PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE DATOS.**

#### **3.1.3.1 Composición de la Cuadrilla**

El inventario deberá ser ejecutado por grupos de trabajo compuestos por dos personas de la siguiente forma:

Un jefe de grupo que será responsable del desempeño del mismo, que será responsable de que se observen estrictamente las normas de seguridad para evitar accidentes y de la recolección correcta de los datos.

Un técnico de apoyo que se responsabilizará de la toma de los datos.

El grupo del inventario deberá tener los siguientes materiales y equipo:

1. Mapa vial del área que se está inventariando.
  - 1.1. Formularios de inventario (Ver formato 3.1 en Anexo 5)
2. Manual del inventario
3. Regla de 1.2 metros de longitud (para medir ahuellamientos).
4. Portaminas y borradores
5. Cinta métrica de 25 o 50 metros
6. Catalogo de Daños del Manual Centroamericano de Mantenimiento por Carreteras de la SIECA.
7. Vestimenta reflectiva

A efecto de realizar la tarea, se recorrerá el tramo de tal forma que permita tomar detalladamente los daños existentes, haciendo las paradas necesarias dentro de los límites de dicho tramo a fin de efectuar las correspondientes mediciones, observaciones y anotaciones.

#### **3.1.3.2 Funciones de los Miembros del grupo**

Tal como se mencionó anteriormente, el jefe del grupo será responsable de la seguridad y también será la persona responsable que verificará que el otro miembro tome nota de las observaciones encontradas.

El Jefe observará y advertirá a su compañero de las variaciones en las condiciones del camino que se está inventariando. El técnico será el responsable de anotar sobre el formulario de campo, además deberá resumir la información de manera adecuada con todas las observaciones pertinentes.

El Jefe de inventario, deberá conocer todos los detalles del procedimiento para llevar a cabo el inventario así como los métodos para obtener cualquier otro dato que se desee inventariar. El mismo deberá asegurarse de que se cuente con todos los instrumentos y suministros necesarios para realizar el trabajo programado.

### **3.1.4 INSTRUCTIVO Y GUÍA PARA LA TOMA DE DATOS DE LAS VÍAS PAVIMENTADAS**

Las vías incluidas en esta parte del manual son aquellas que tienen en su superficie una capa de mezcla asfáltica, concreto de cemento Pórtland, Adoquines y empedrados fraguados.

La base principal en la evaluación de pavimentos es identificar los diferentes tipos de fallas y determinar sus causas. Mediciones complementarias deben realizarse posteriormente a ese inventario visual sobre rugosidad, deflexiones, estudio de suelos, que permiten priorizar y determinar los tipos y los costos de mantenimiento y/o rehabilitación.

#### **3.1.4.1 Tareas preparatorias**

- a. Constituir el grupo de inventario y repasar las funciones de sus integrantes.
- b. Definir los tramos y establecer un itinerario para el inventario programado. El itinerario de ruta debe permitir en lo posible llevar a cabo el trabajo diario en forma continua.
- c. Preparar la documentación de apoyo a llevar al campo:
  - Formularios y materiales para la toma de datos de Vías Pavimentadas.
  - Manual del inventario.
  - Catálogo de daños en vías pavimentadas.
  - Mapa vial del itinerario programado.
- d. Haciendo uso del Formulario para el Inventario General de Condición para Vías Pavimentadas (ver formato 3.1, Anexo 5), identificar la ruta a inventariarse.

#### **3.1.4.2 Tareas de levantamiento.**

- ✓ Indicar la zona a la cual pertenece la ruta a inventariarse.
- ✓ Indicar el nombre de la vía, donde empieza y termina, en forma objetiva y concisa.
- ✓ Iniciar el recorrido siguiendo el itinerario programado. El jefe seleccionará el formulario de evaluación de la ruta correspondiente. La ruta sujeta a evaluación será dividida en tramos de características representativas en su



longitud. El inicio y término de cada tramo representativo serán definidos de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) El tramo tendrá una longitud mínima y máxima definida en base a características del mismo como el tipo del pavimento, magnitud de los daños, intersección con vías principales o finalización del tramo.
- b) Cuando a juicio del jefe se constata un cambio en la condición o cambio de la superficie de rodadura, particularmente en relación con los indicadores de baches y fisuras en bloque o piel de cocodrilo.
- c) Se producen cambios en las características geométricas de la vía (número de carriles) o en el tipo de superficie de rodadura.
- d) En el recorrido se ha salido de la zona urbana y la vía se subdivide. Las vías fuera de la zona urbana no serán inventariadas.
- f) Se alcanza el límite que da término a la ruta en evaluación.

Los datos del tramo se registran en el formulario del inventario (formato 3.1, Anexo 5) de acuerdo a los siguientes criterios:

Cruce con: Indicar el punto de intersección de la vía en cuestión con otra vía, localidad o cualquier otro punto que se considere adecuado como referencia. El punto de inicio debe estar adecuadamente referido a algún objeto físico fácilmente identificable (calle, avenida, vivienda, número, poste alumbrado, etc.)

Lectura de Odómetro: Lectura inicial del odómetro del vehículo o manual, de preferencia cero al iniciar una nueva ruta.

Ancho promedio de carril: Distancia medida en metros en forma transversal al eje del carril.

Además realizar las observaciones respectivas al entorno de la vía en lo que concierne al Sistema complementario de esta como lo son:

## SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

En este apartado deberá verificarse la existencia, el tipo y el estado de la de la misma, así como también la necesaria en el tramo o vía que se este inventariando.

## SEÑALIZACIÓN VERTICAL

En este apartado deberá verificarse la existencia, el tipo y el estado de la de la misma, así como también la necesaria en el tramo o vía que se este inventariando.

## OBRAS DE DRENAJE MENOR

El propósito de inventariar las obras de drenaje menor, refiriéndose en esta oportunidad a las estructuras encargadas de la evacuación oportuna de la escorrentía superficial de agua, es el de identificar los puntos en los que existe, no existe, se encuentra defectuosa, o necesita construirse obras de este tipo para contribuir al correcto funcionamiento de la vía.

## ZONA PEATONAL

En esta sección se identificaran los puntos en los que existe, no existe, se encuentra defectuosa, o necesita construirse obras de este tipo para contribuir al resguardo de los peatones que circulan por las distintas vías.

## **3.2 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ARTERIAS DEL SISTEMA VIAL A CONSIDERAR EN EL DIAGNÓSTICO.**

### **3.2.1 ESTADO DEL PAVIMENTO DE LA RED VIAL**

Respecto al servicio que prestan las vías de la ciudad, pueden clasificarse de la siguiente manera:

- a) Buenas: Aquellas vías que aún presentando algún daño en la superficie de rodamiento se pueden transitar sin mayores dificultades.
- b) Regulares: Aquellas vías que presentan daños en la superficie de rodamiento y en la base; pero que se puede circular si bien con alguna dificultad.
- c) Malas: son las vías que se encuentran completamente deterioradas de la superficie o de la base, se puede decir que son intransitables.

Otro tipo de vías que deberán tomarse en cuenta son aquellas que sin ser consideradas como corredor vial principal o sin que den paso al transporte colectivo, presentan daños considerables perjudicando a un buen flujo vehicular en tramos que sirven de desalojo a zonas residenciales.

### **3.2.1.1 Indicadores de Estado para los Pavimentos**

Comprenden un indicativo con el cual se verifica las condiciones de la superficie de rodadura y su estructura, para conocer el nivel de servicio que brinda al usuario.

#### **a) Arterias de Concreto Hidráulico**

El pavimento de concreto hidráulico no debe presentar trozos sueltos, inestables, hundidos o losas con diferencias de nivel mayores a 5 mm. Sus juntas y grietas mayores a 3 mm y oquedades (cuando existan) deben estar adecuadamente selladas. Sus drenajes laterales, cuando existan, deben estar limpios y funcionando

#### **b) Arterias de Concreto Asfáltico**

Éste tipo de vías no deben presentar baches, asentamientos, ni deformaciones o huellas mayores de 1 cm (medida transversal con una regla de 1.2 m). Las grietas mayores a 3 mm (cuando existan) deben estar convenientemente selladas.

El área agrietada total, medida de acuerdo al procedimiento señalado en la versión vigente del Catálogo de Daños del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras más las áreas bachadas de cualquier segmento de un tramo vial, no debe exceder de 20% del área medida. En caso que se exceda el 20%, debe aplicarse una lechada asfáltica o una microsurfacing o un sello de agregado según corresponda (carpeta de mezcla asfáltica o tratamiento superficial).

### **3.2.2 TRÁFICO**

Para la ejecución del inventario se deberá considerar el tráfico como uno de los factores más preponderantes en el deterioro de la estructura del pavimento, por lo que recibirán una mayor atención en el diagnóstico. Se propone que se haga el levantamiento exhaustivo de los daños en las vías que, en base a estudios de tráfico vehicular, conforman la red de corredores viales principales consideradas por la Unidad de Planificación Vial del Ministerio de Obras Publicas y que se presentan en el Anexo 1, de igual forma se recomienda inspeccionar detalladamente las condiciones de las vías que son circuladas por las diferentes rutas del transporte colectivo urbano.

### **3.2.3 DRENAJE**

La condición del drenaje en un pavimento existente generalmente tiene una gran influencia sobre la manera como este se comporta. Se debe llevar a cabo una evaluación del drenaje del pavimento existente tal como se describe a continuación:

#### **3.2.3.1 El papel del drenaje en la rehabilitación**

Se sabe que el deterioro de los pavimentos suele ser causado o incrementado por la presencia de agua en el cuerpo del pavimento. Debe diagnosticarse con la mejor precisión posible los problemas relacionados con la presencia de agua para adoptar la mejor medida correctiva, si así se justifica.

A partir de un levantamiento físico del estado actual del pavimento en un tramo dado se puede establecer el daño y su relación con la humedad o presencia de agua. En los del tipo flexible se podrán detectar problemas que se ven agravados por el agua:

- Desprendimientos
- Roderas
- Depresiones
- Agrietamiento por fatiga
- Baches

En pavimentos rígidos se pueden relacionar con problemas de agua, los siguientes:

- Bombeo
- Deterioros de Juntas
- Fracturamientos
- Roturas en esquinas

El hecho que no se observen evidencias de daños atribuibles a la erosión por agua no necesariamente descarta el potencial de daño inducido por esta última.

### **3.3 RESULTADOS DEL INVENTARIO**

#### **3.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED VIAL**

Una red vial es algo más que el espacio de sustento de la circulación vehicular. Su papel como parte de la red urbana es importantísimo; y lo es desde dos perspectivas de análisis. En primer lugar como soporte físico de la ciudad, como red de caminos que organiza la parcelación, es fachada de la edificación, y conforma el espacio de observación y lectura de la ciudad. Y en segundo lugar, como red de espacios canales que al conferir accesibilidad a unos lugares, en detrimento de otros, predetermina y dirige la localización espacial de las actividades económicas y el reparto de la renta urbana.

Según el Plan Maestro de Desarrollo Urbano de Santa Ana, año 1996, dentro del ámbito estudiado existe la siguiente infraestructura vial:

- Calles de acceso asfaltadas 29.6 Km (hasta el anillo de la Interconexión-25ª calle Poniente. Ver PMDU, Volumen 17)
- Arterias asfaltadas: 63.36 Km
- Arterias de concreto hidráulico: 4.04 Km
- Arterias adoquinadas: 18.4 Km
- Arterias de tierra: 42.5 Km

Ello supone, habida cuenta de los anchos totales de derecho de vía que se extraen de la cuantificación efectuada sobre plano y de sus anchos reales de rodadura, las siguientes superficies y estándares de referencia:

- Superficie destinada a espacio vial: 525 Ha
- Porcentaje de espacio urbano destinado a uso vial: 28.2%
- Superficie vial pavimentada: 292 Ha
- Porcentaje de espacio vial pavimentado: 56%
- Porcentaje de sistema vial pavimentado sobre el total suelo urbano: 15.8%

Respecto al tipo de pavimento y estado del mismo, hay que dejar constancia de que el 79% de la red pavimentada es asfalto, un 6% concreto hidráulico (incluyendo uno a otro tramo empedrado fraguado), y el resto adoquinada. El estado de la red, en las zonas pavimentadas de la misma, es en general aceptable, con pocos tramos de circulación interrumpida o dificultosa. Se deduce que alguno de los circuitos más importantes para la organización del tráfico en el centro urbano, no pueden funcionar por tener tramos en tierra (ver plano No 3 en Anexo 6).

### **3.3.2 ANCHOS DE RODADURA Y CAPACIDADES DE LA RED**

En el plano N° 4 del Anexo 6, se ostentan los actuales anchos de rodadura de las calles pavimentadas y no pavimentadas. En él se observa cómo todo el Área Central de la ciudad, en una extensión bastante grande, tiene anchos de rodadura de 5 a 6 metros. Así ocurre en un amplio rectángulo que va de la 10ª Avenida, al oeste, a la 11ª Avenida al este; y de la 10ª Calle al norte, a la 9ª Calle al sur. El propio derecho de ancho total de la Calle (de 15 m de promedio), no permite ensanchamientos, si no es a costa del espacio peatonal. Ello significa que las políticas precisas en este amplio espacio han de ser la de limitación de la circulación, la concentración del estacionamiento, y la organización de circuitos unidireccionales.

La propia Avenida Independencia, eje organizador de la ciudad, tiene dos carriles de circulación desde la Calle José Mariano Méndez hasta la 14ª Calle al norte; siendo una arteria donde se producen constantes paradas y retenciones. La otra calle importante, la calle Libertad, tiene 5.00 m en su lado poniente y 6.00 m en su lado oriente, dentro de ese mismo espacio central de la ciudad.

Rodeando el espacio central, la primera arteria que tiene por el oeste capacidad suficiente (aunque no excesivamente holgada) es la Av. Fray Felipe de J. Moraga (16ª Av.), que tiene una rodadura de 8.00 y 9.00 m en todo su recorrido hasta la altura de la 15 calle pte; su paralela, la Av. Matías Delgado (de características análogas), no puede servir como interceptora por estar interrumpida por el Mercado “Colón”; y la 14ª Av., que podría ejercer estas funciones queda también interrumpida por la Barranca de Santa Lucía.

Por el este, la situación es parecida. No existe ninguna calle con ancho suficiente para soportar las funciones de distribución; el par formado por las 9ª y 11ª Avenidas queda interrumpido en la Segunda Brigada de Infantería. La 17ª Avenida es la primera calle con ancho de rodadura de 8.00 m, pero está no conecta con la salida a Metapán al estar por medio la quebrada “la periquera”. Tiene además el inconveniente de no tener una vía paralela con la que hacer par de desdoblamiento de la circulación.

Respecto al norte, la 10ª Calle y la 12ª Calle, con anchos de rodadura no muy grandes (7.00 m) podrían actuar como un par de circulación que supliría la insuficiencia de vías más grandes. Ambas calles están pavimentadas en pocos trechos de su recorrido.

Al sur la situación tampoco es de fácil solución. El par conformado por la 9ª y 11ª Calles ejerce la distribución este-oeste; la 9ª calle Oriente tiene rodadura variable, con lo que es altamente dificultosa la doble circulación generando un solo sentido de poniente a oriente en casi todo su trayecto, mientras la 11ª calle proporciona libre flujo de circulación unidireccional de poniente a oriente.

Más al sur de ese espacio central descrito, las calles transversalmente tienen anchos de rodadura de 9.00 m, la 25ª Calle tiene cuatro carriles, con ancho total de 12.00 m, así como la 31ª Calle. Respecto a las calles de penetración sur-

norte, tiene 14.00 m la Av. Fray Felipe de Moraga (hasta la 15 c. pte), 12.00 m la 10ª Avenida y la Av. Independencia (hasta la Calle José Mariano Méndez). La circunvalación (vía de Interconexión, By Pass) completa el circuito al este mediante una solución desdoblada de 14 m, con separador central, hasta la carretera a Metapán, bordeando el cerro Tecana.

### **3.3.3 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS**

La ejecución del trabajo de campo se refleja en este numeral, el cual tomando en cuenta la metodología y criterios anteriormente descritos, así como la preparación del personal, herramientas y materiales necesarios se procedió a efectuar el diagnóstico de la red vial de la ciudad de Santa Ana.

Este procedimiento se realizó en un período de tiempo que comprende desde el 20 al 27 de Junio del presente año, y tal como se presenta en la metodología, se efectuó participando dos miembros por grupo, trabajando un grupo diario, alternándose los miembros por día, en el cual con la ayuda del Catálogo de Daños del Manual Centroamericano de Mantenimiento por Carreteras de la SIECA, se obtuvo un formato de levantamiento de daños (ver formato 3.1), que considera los factores que el catálogo antes mencionado establece, como son Nivel de Severidad que es el grado de deterioro de la estructura del pavimento, definiendo tres niveles Alto (A), Medio (M), Bajo (B), donde el nivel Alto representa el estado más avanzado de deterioro el cual obligadamente necesita reparación y el nivel Bajo un deterioro que puede considerarse como un indicador que precede un futuro daño considerable, para la ejecución de este diagnóstico se dio prioridad a los daños más representativos o que ameritan una urgente reparación, para el caso la severidad Alta; Unidad de medición, donde se establece el tipo de unidad de cada daño (m<sup>2</sup>, ml, losa, etc); así como la cantidad medida, y como un detalle importante se dio lugar en el formato para presentar observaciones que particularizan o que probablemente es la causa influyente del daño sobre el pavimento, como también la inclusión de observación de sistemas complementarios como son señalización horizontal y vertical, obras de drenaje menor y zona peatonal.



Los tramos se consideraron por calles o Avenidas subdivididos “desde” y “hasta” según la metodología descrita en el numeral 3.1.4.2 de este capítulo, cada formulario contiene un resumen completo de todos los tipos de daños que pueden presentarse en un pavimento ya sea este asfáltico, concreto hidráulico o adoquinados, por lo que fue necesario conservar la nomenclatura que utiliza el Catalogo de Daños en cuanto a los diferentes daños existentes en los pavimentos, con la finalidad de un mejor procesamiento de resultados. A continuación se describe los tipos de daños más observados en el diagnóstico con su respectivo código (para ampliar esta información ver Anexo 4):

- A.1. Fisuras Piel de Cocodrilo
- B.1. Ahuellamientos
- B.4. Hinchamientos
- B.5. Hundimientos en Asfalto
- C.1 Baches
- C.2. Peladuras
- D.2. Parchados y reparaciones de Servicios Públicos
- E.10. Descascaramientos
- E.17. Desgaste de las Aristas
- E.19. Hundimiento o Protuberancia

Para efectuar el trabajo también se contó con un plano general de la ciudad, en el cual se trazaron las rutas a seguir, considerando un orden en el levantamiento y una secuencia lógica, el cual se dio inicio por las avenidas, empezando del oriente de la ciudad, convenientemente siguiendo una ruta de norte a sur y viceversa hasta terminar en el poniente de la ciudad, luego en similares condiciones, las calles de oriente a poniente y viceversa, comenzando en la parte norte hacia la parte sur de la ciudad. Cabe destacar que algunas rutas se recorrieron utilizando vehículo en aquellas que lo permitan y otras a pié dependiendo si ameritaba una observación más detallada los daños encontrados,

además los daños más severos de la red vial diagnosticada, fueron captados por imágenes fotográficas los cuales pueden encontrarse en el Anexo 7.

Los resultados de daños obtenidos en cada una de las arterias por tramos, se resumen en la tabla 3.1, la cual se interpreta de la siguiente manera:

VIA (Calle o Avenida):	Indica la arteria evaluada.
TRAMO:	Se describe el punto de inicio y finalización del segmento de vía observado
DAÑO:	Se presenta el código del daño en cuestión
SEVERIDAD:	Según el nivel encontrado en el Anexo 5
UNIDAD:	Según el daño en cuestión
CANTIDAD:	Representa la magnitud del daño
SEÑALIZACIÓN:	Consiste en aclarar si existe o no señalización horizontal y vertical, según anexo 5
OBSERVACIONES:	Donde se describen detalles importantes visualizados que podrían ser las posibles causas del daño.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**

**INVENTARIO VIAL DE DAÑOS**

Proyecto: "Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana"

**TABLA 3.1**

Periodo de Ejecucion: Del 20 al 27 de Junio de 2004

Longitud Inventariada: 41.86 km

VIA (CALLE O AVENIDA)	TRAMO		DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	SEÑALIZACION		OBSERVACIONES
	DESDE	HASTA					VERTICAL	HORIZONTAL	
25 AVENIDA SUR-NORTE	Redondel EL MOLINO	9a Calle Ote.	C.1.	A	M2	2.00	SI	NO	
			C.2.	A	M2	400.00			
23 AVENIDA NORTE-SUR	2a Calle Ote.	Calle Libertad Ote.	E.17.	A	M2	400.00	SI	NO	
	Calle Libertad Ote.	Diagonal David Granadino	A.1.	A	M2	1,100.00	SI	NO	
			C.1.	A	M2	38.00			
			C.2.	A	M2	800.00			
C.3.	M	ML	100.00						
17 AVENIDA NORTE-SUR	Final 17 Av. Nte.	8a Calle Ote.	E.17.	B	M2	1,200.00	SI	NO	Se pudo observar carpetas de mezcla asfáltica colocadas sobre el pavimento de adoquín las cuales han sufrido desintegración y pérdida de material.
			E.19.	A	M2	40.00			
	8a Calle Ote.	11 Calle Ote.	A.1.	M	M2	1,600.00	SI	NO	En el tramo se pudo observar la falta de tapaderas en tres pozos de visita del drenaje público, además en la intersección de la 4a C. Ote. Se encuentra un pozo con una mala compactación del material adyacente.
			C.1.	A	M2	3.00			
C.2.	A	M2	700.00						
15 AVENIDA SUR-NORTE	25 Calle ote.	11 Calle Ote.	E.18.	A	M2	600.00	SI	NO	Adoquines quebrados y desintegrados.
	Calle Libertad Ote.	6a Calle Oriente	E.17.	A	M2	2,000.00	SI	NO	En el tramo se pudo observar que las acometidas a la red de drenajes públicos en las cuales se han generado hundimientos.
			E.18.	A	M2	2,000.00			
9a AVENIDA NORTE-SUR	Interseccion Apanteos	1a calle Ote.	E.2.	A	ML	500.00	SI	NO	
11 AVENIDA SUR-NORTE	Calle J. M. Mendez Ote.	9a Calle Ote.	C.1.	A	M2	3.00	SI	NO	
			C.2.	A	M2	480.00			
	9a Calle ote.	Calle Sta. Cruz	E.4.	A	LOSA	8.00	SI	NO	
	Calle Sta. Cruz	7a Calle Ote.	E.2.	A	ML	60.00	SI	NO	
7a Calle Ote.	4a Calle Ote.	C.2.	A	M2	1,200.00	SI	NO		

VIA (CALLE O AVENIDA)	TRAMO		DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	SEÑALIZACION		OBSERVACIONES
	DESDE	HASTA					VERTICAL	HORIZONTAL	
5a AVENIDA NORTE-SUR	8a Calle Ote.	Calle Libertad Ote.	C.1.	A	M2	120.00	SI	NO	
			C.2.	A	M2	240.00			
	Calle Libertad Ote.	1a calle Ote.	E.2.	A	ML	50.00	SI	NO	
	1a Calle Ote.	11 Calle Ote.	A.1.	A	M2	600.00	SI	NO	
AVENIDA INDEPENDENCIA SUR-NORTE	Plaza Mons. Romero	25 Calle	C.1.	A	M2	10.00	SI	SI	Falta tapadera de caja tragante al inicio de la via.
	8a Calle	12 Calle	**	A			SI	SI	** No existe area destinada a la circulacion peatonal.
	20 Calle	Final Av. Indep. Nte.	C.1.	A	M2	500.00	SI	NO	
2a AVENIDA NORTE-SUR	10a Calle Pte.	8a Calle Pte.	**				SI	NO	** Drenaje superf. deficiente y area peatonal reducida.
	8a Calle Pte.	Calle Libertad Pte.	B.5.	A	M2	10.00	SI	NO	
4a AVENIDA SUR-NORTE	25 Calle Pte.	15 Calle Pte.	C.1.	A	M2	2.00	SI	NO	Falta Caja de A.A.L.L. en la interseccion con la 21 Calle Pte.
			E.19.	A	M2	8.00			
			E.20.	A	M2	4.00			
	15 Calle Pte.	Calle J. M. Mendez	A.1.	A	M2	700.00	SI	NO	
	C.1.	A	M2	40.00					
6a AVENIDA NORTE-SUR	5a Calle Pte.	15a Calle Pte	A.1.	A	M2	70.00	SI	NO	Se producen descargas de aceites sobre el pavimento, proveniente de los talleres ubicados sobre la Avenida.  Baches generados por el deterioro de los parches y ademas un inadecuado mantenimiento.  Empedrado Fraguado
			C.1.	A	M2	20.00			
			C.2.	A	M2	400.00			
	15a Calle Pte.	25 Calle Pte	D.2.	A	M2	90.00	SI	NO	
	25 Calle Pte	31 Calle Pte	E.19.	A	M2	270.00	NO	NO	
	E.12.	A	M2	380.00					
	25 Calle Pte	31 Calle Pte	E.13.	A	M2	330.00	SI	NO	
	31 Calle Pte	Final 6a Av. Sur	A.1.	A	M2	500.00			
C.1.	A	M2	15.00						
8a AVENIDA NORTE-SUR	12 Calle Pte.	14 Calle Pte.	E.19.	A	M2	250.00	SI	NO	En la zona no se encuentra caja tragante para la evacuacion de las A.A.L.L.
			E.20.	A	M2	5.00			
10a AVENIDA NORTE-SUR	9a Calle Pte.	11 Calle Pte.	C.1.	A	M2	4.00	SI	NO	A lo largo de la via se encuentran asntamientos de comercantes debido a la cercania con el Mercado Colon y Terminal de Buses.
	Calle J. M. Mendez Pte.	19 Calle Pte.	A.1.	A	M2	700.00	SI	NO	
			B.5.	A	M2	150.00			
			C.1.	A	M2	300.00			
			C.3.	A	ML	600.00			

VIA (CALLE O AVENIDA)	TRAMO		DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	SEÑALIZACION		OBSERVACIONES	
	DESDE	HASTA					VERTICAL	HORIZONTAL		
AVENIDA FRAY FELIPE DE JESUS MORAGA SUR- NORTE	Final Av. F.F.J.M. Sur	47 Calle Pte.	A.1.	A	M2	380.00	SI	NO	A lo largo de la via se encuentran deformaciones en la carpeta de rodamiento debido a problemas que van desde la base hasta errores en la colocacion de esta durante su proco constructivo, por lo que se recomienda un estudio tecnico para la rehabilitacion de esta. En las cercanias a la interseccion con la 47 Calle Pte. se encuentra una tubería de agua potable la cual ha ocasionado un gran dano a la estructura del pavimento ya que esta satura de agua al pavimento.	
			B.1.	A	M2	180.00				
			B.2.	A	M2	530.00				
			B.4.	A	M2	70.00				
			B.5.	A	M2	80.00				
			C.1.	A	M2	80.00				
	31 Calle Pte.	25 Calle Pte.	A.1.	A	M2	700.00	SI	SI		
			C.1.	A	M2	25.00				
	25 Calle Pte.	13 Calle Pte.	A.1.	A	M2	1,700.00	SI	SI	A lo largo de la via se encuentran deformaciones en la carpeta de rodamiento debido a problemas que van desde la base hasta errores en la colocacion de esta durante su proco constructivo, por lo que se recomienda un estudio tecnico para la rehabilitacion de esta.	
			B.1.	A	M2	400.00				
			B.2.	A	M2	200.00				
			B.5.	A	M2	170.00				
	13 Calle Pte.	Final Av. F.F.J.M. Nte.	A.1.	A	M2	755.00	SI	SI		
			B.1.	A	M2	250.00				
			B.2.	A	M2	130.00				
			B.4.	A	M2	300.00				
			B.5.	A	M2	60.00				
	C.1.	A	M2	3.00						
18 AVENIDA NORTE - SUR	9a Calle Pte.	Calle Mariano Mendez	A1	A	M2	1,250.00	NO	NO	El pavimento presenta deterioro debodo a su vida útil caducada	
			C1	A	M2	23.00				
			E12	A	M2	200.00				
	25 Calle Pte	CA01W	31 Calle Pte	E13	A	M2	17.00	NO	NO	La via carese de drenaje de escorrentía superficial adecuado lo cual colabora al rápido deterioro de la vía
				A.1.	A	M2	1,200.00			
				C.1	A	M2	175.00			
AVENIDA JOSE MATIAS DELGADO SUR-NORTE	Calle J. M. Mendez Pte.	8a Calle Pte.	A.1.	A	M2	560.00	SI	NO	Se han realizado actividades de bacheo con una mala nivelacion.	
			B.4.	A	M2	225.00				
			C.1.	A	M2	25.00				
			D.2.	A	M2	935.00				
12 Calle Pte.	Final Av. J.M.D. Nte.	E.10.	A	M2	6.00	SI	NO			
20 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Final 20 Calle Ote	Inic. Col. San Francisco	E.17.	A	M2	100.00	SI	NO		
			E.19.	A	M2	220.00				
	Inic. Col. San Francisco	Final 20 Calle Pte	C.1.	A	M2	250.00	SI	NO		

VIA (CALLE O AVENIDA)	TRAMO		DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	SEÑALIZACION		OBSERVACIONES
	DESDE	HASTA					VERTICAL	HORIZONTAL	
14 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Av. Independencia N.	10a Av. N.	E.10.	A	M2	600.00	SI	NO	Drenaje deficiente en interseccion con 8a Av. N
12 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Av. Jose Matias Delgado	8a Av. N	E.17.	A	M2	300.00	SI	NO	Carpetas asfalticas sobre adoquinado.
			E.18.	A	M2	300.00			
			E.19,h	A	M2	50.00			
10 CALLE PONIENTE-ORIENTE	12 Av. N	8a Av. N	E.10.	A	M2	20.00	SI	NO	Falta de drenaje pluvial, no existe cordon cuneta y por lo tanto no se encuentra cajas tragante en el lugar.  El tramo o admite reparaciones parciales.
	6a Av. N	7a Av. N	A.1.	A	M2	200.00	SI	NO	
			B.5.	A	M2	500.00			
			C.1.	A	M2	40.00			
	3a Av. N	11 Av. N	E.9.	A	M2	320.00	SI	NO	
			E.10.	A	M2	300.00			
			E.12.	A	M2	250.00			
E.13.			A	M2	100.00				
8 CALLE ORIENTE-PONIENTE	7a Av. N	5a Av. N	C.1.	A	M2	4.00	SI	NO	
6 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Finca Modelo	Av. Jose Matias Delgado	C.1.	A	M2	15.00	SI	NO	
	4a Av. N	6a Av. N	C.1.	A	M2	3.00	SI	NO	
	Av. Independencia N.	1a Av. N	C.1.	A	M2	20.00	SI	NO	
	5a Av. N	7a Av. N	C.1.	A	M2	2.00	SI	NO	No existe area destinada a la circulacion peatonal.
	11 Av. N	17 Av. N	A.1.	A	M2	150.00	SI	NO	Se han realizado actividades de bacheo con una mala nivelacion.
			C.1.	A	M2	33.00			
			D.2.	A	M2	600.00			
	17 Av. N	21 Av. N	E.19.	A	M2	30.00	SI	NO	
E.20.			A	M2	6.00				
2 CALLE PONIENTE-ORIENTE	2a Av. S	4a Av. Sur	C.1.	A	M2	5.00	SI	NO	
	3a Av. S	5a Av. S	C.1.	A	M2	3.00			
CALLE LIBERTAD PONIENTE-ORIENTE	18 Av. S	20 Av. S	E.19.	A	M2	300.00	SI	NO	Perdida de material en carpetas asfalticas colocadas sobre adoquin. ** No existe red publica de drenaje pluvial.
			C.1.	A	M2	45.00			
	17 Av. N	23 Av. N	**						
9 CALLE ORIENTE-PONIENTE	25 Av. Sur	Final 9a c. pte	A.1.	A	M2	4,437.00	SI	NO	Se han realizado actividades de bacheo con una mala nivelacion.
			D.2.	A	M2	5,600.00			

VIA (CALLE O AVENIDA)	TRAMO		DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	SEÑALIZACION		OBSERVACIONES
	DESDE	HASTA					VERTICAL	HORIZONTAL	
7 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Final 7a C Pte.	Av. F.F.J.M. S	C.1.	A	M2	50.00	SI	NO	
	Av. F.F.J.M. S	Av. Jose Matias Delgado	C.1.	A	M2	5.00			
	6a Av. N	4a Av. N	C.1.	A	M2	6.00			
11 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Av. Independencia S	Redondel EL MOLINO	C.1.	A	M2	20.00	SI	NO	Se han realizado actividades de bacheo con una mala nivelacion.
			D.2.	A	M2	3,800.00			
23 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Av. Sta Ana California	6a Av. Sur	D.2.	A	M2	50.00	SI	NO	Deficiente Drenaje, Existe una Caja Tragante en la interseccion con la 6a Av. Sur (más información en Anexo 7)
25 CALLE ORIENTE-PONIENTE	9a Av. S	5a Av. S	C.1.	A	M2	10.00	SI	SI	
	8a Av. S	10a Av. S	C.1.	A	M2	7.00			
	Av. F.F.J.M. S	Final 25 C. Pte.	C.1.	A	M2	4.00			
31 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Aldea San Antonio	Av. F.F.J.M. S	C.1.	A	M2	3.00	SI	NO	No existe area destinada a la circulacion peatonal, asi como tambien el drenaje superficial adecuado.
			C.3.	A	ML	200.00			
37 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Av. F.F.J.M. S	10a Av. S	A.1.	M	M2	137.00	SI	NO	No existe area destinada a la circulacion peatonal entre la 10a Av. Sur y el Boulevard Los 44.
			C.1.	A	M2	10.00			
39 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Av. Fray F. de J. Moraga	Final 39 C pte	A.1.	A	M2	500.00	SI	NO	
			C.1.	A	M2	60.00			
			C.2.	A	M2	1,200.00			
43 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Av. Fray F. de J. Moraga	Final 43 C pte	A.1.	A	M2	400.00	SI	NO	El tramo carece de todos los elementos de su entorno como drenaje superficial, areas de circulacion peatonal y senalizacion.
			C.1.	A	M2	40.00			
51 CALLE PONIENTE	Av. F.F.J.M. S	Final 51 C Pte.	E.10.	A	M2	600.00	SI	NO	Los danos se concentran en los primeros 100 m
CALLE RUIZ GONZAGA	Av. F.F.J.M. S	Final C. Ruiz Gonzaga	C.1.	A	M2	250.00	SI	NO	
67 CALLE PONIENTE (URBANIZACION EL TREBOL)	Boulevard Los 44	Terminal de Buses El Trebol	A.1.	A	M2	4,000.00	NO	NO	La via requiere una reconstruccion debido al estado avazado de deterioro que posee, asi como tambien la reconstruccion de los pozos de visita de la red de drenajes que se encuentran en ella, se han realizado pequenas reparaciones que ya se encuentran en mal estado.
			C.1.	A	M2	1,300.00			
			C.2.	A	M2	5,000.00			
			D.2.	A	M2	4,500.00			
CALLE PERIMETRAL (URBANIZACION EL TREBOL)	Terminal de Buses El Trebol	67 C. Pte.	A.1.	A	M2	2,000.00	NO	NO	
			C.1.	A	M2	1,500.00			
			C.2.	A	M2	2,400.00			
CALLE PRINCIPAL RESIDENCIALES EL MOLINO			A.1.	A	M2	1,470.00	NO	NO	Deficiente drenaje superficial
			C.1.	A	M2	900.00			
CALLE PRINCIPAL RESIDENCIAL SAN ERNESTO			C.1.	A	M2	1,200.00	NO	NO	Pavimento casi en su totalidad desintegrado en su superficie, malos procesos constructivos

### 3.3.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO GLOBAL DE RESULTADOS

Del diagnóstico realizado anteriormente se han obtenido las siguientes conclusiones, las cuales están basadas en los daños que más se repiten (ver Tabla 3.2):

**TABLA 3. 2 Porcentajes en base a la repetición del mismo tipo de daño observado.**

ORDEN	TIPO DE DAÑO	CLAVE	NUM. DE REPETICIONES	(%)	ÁREA AFECTADA (m2)
1°	Bache	C.1.	45	33.0	7005
2°	Fisura Piel de Cocodrilo	A.1.	21	15.0	22659
3°	Peladuras	C.2.	10	7.5	12820
4°	Hundimientos y Protuberancias	E.19.	9	6.0	1368
5°	Parchados	D.2.	7	5.3	15175
6°	Hundimientos	B.5.	5	3.8	970
7°	Descascaramientos	E.10.	5	3.8	2132
8°	Desgaste de Aristas	E.17.	5	3.8	4000

FUENTE: Elaboración Propia

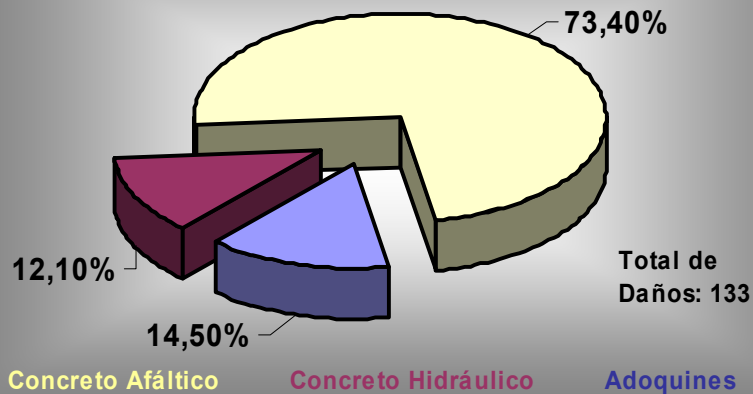
Y de otros tipos de daños encontrados un 8.8% son en pavimentos asfálticos, 8.3% en pavimentos de concreto hidráulico y 4.7% en pavimentos de adoquín que sumado con los porcentajes de la tabla 3.2 generan un total del 100% que es equivalente a 133 daños observados en la red inventariada.

Por lo tanto se infiere que el 73.4% de los daños contabilizados se encuentran en los pavimentos con superficie de asfalto, mientras un 12.1% en pavimentos de concreto hidráulico (incluyendo empedrado fraguado) y un 14.5% en pavimentos de adoquines (ver gráfico 3.1)

Cabe destacar también que el 79% de las vías pavimentadas es asfalto, un 6% es concreto hidráulico (incluyendo empedrados fraguados) y un 15% es adoquinado, con respecto al área total pavimentada (ver gráfica 3.2)

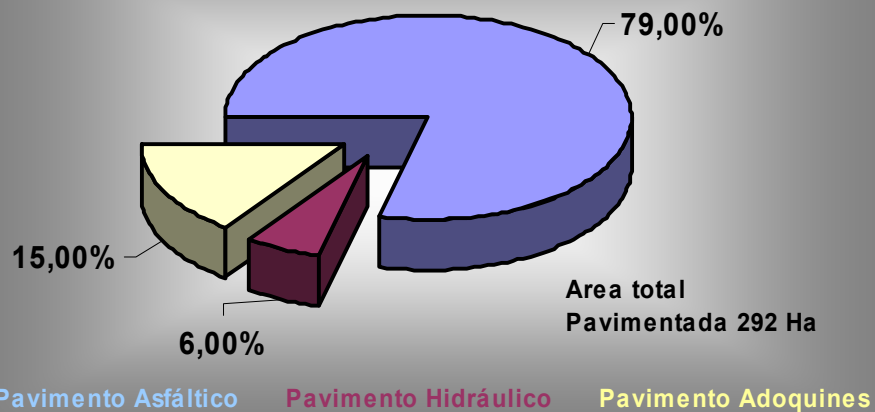


**GRÁFICO 3.1 PORCENTAJE DEL TOTAL DE DAÑOS CONTABILIZADOS REFERENTE AL TIPO DE PAVIMENTO**



FUENTE: Elaboración Propia

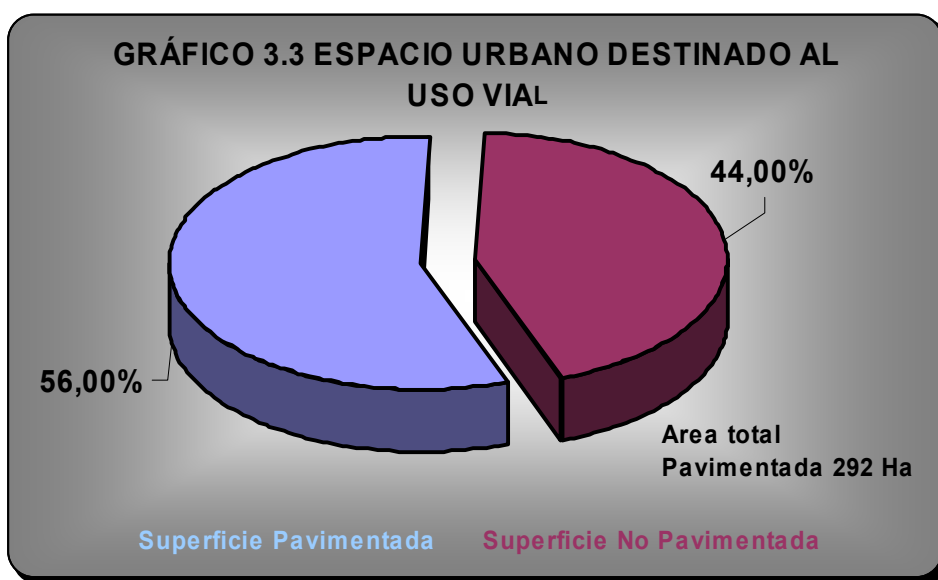
**GRÁFICO 3.2 TIPO DE PAVIMENTO DENTRO DEL RADIO URBANO**



FUENTE: Elaboración Propia

Analizando las cantidades medidas en los daños predominantes (columna 5 de la tabla 3.1), se observa que el que más área vial ocupa es la fisura Piel de Cocodrilo (A.1, con 22659 m<sup>2</sup>) seguido del el parchado y reparaciones (D.2, de 15175 m<sup>2</sup>), peladuras (C.2, con 12820 m<sup>2</sup>), Baches (C.1, con 7005 m<sup>2</sup>), desgaste de Aristas en adoquines (E.17, con 4000 m<sup>2</sup>), descascaramientos (E.10. con 2132 m<sup>2</sup>), Hundimientos y protuberancias en Adoquinados (E.19., con 1368 m<sup>2</sup>), hundimientos en asfaltos (B.5., con 970 m<sup>2</sup>).

Según el Plan Maestro de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Santa Ana (1996) se tiene que la Superficie vial pavimentada es de 292 Ha, representando un Porcentaje de espacio vial pavimentado del 56% (ver gráfica 3.3), para lo cual, del total de vías pavimentadas, los daños más frecuentes encontrados reflejan un porcentaje dentro del sistema vial como se muestra en la tabla 3.3 y gráfico 3.4.



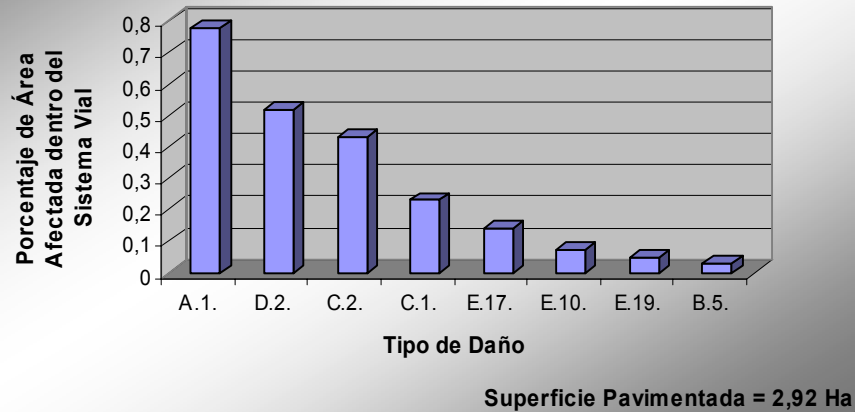
FUENTE: Elaboración Propia

**TABLA 3.3. Porcentajes de los daños encontrados en el diagnóstico dentro del sistema vial de la ciudad de Santa Ana (2004)**

TIPO DE DAÑO	CLAVE	ÁREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ÁREA AFECTADA DENTRO DE LA RED VIAL (%)
Fisura Piel de Cocodrilo	A.1.	22659	0.78
Parchados	D.2.	15175	0.52
Peladuras	C.2.	12820	0.43
Bache	C.1.	7005	0.23
Desgaste de Aristas	E.17.	4000	0.14
Descascaramientos	E.10.	2132	0.07
Hundimientos y Protuberancias	E.19.	1368	0.05
Hundimientos	B.5.	970	0.03

FUENTE: Elaboración Propia

**GRÁFICO 3.4 Daños más representativos  
obtenidos del diagnóstico del Sistema Vial de la  
ciudad de Santa Ana, (2004)**



FUENTE: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos en la tabla anterior aparentemente no reflejan un deterioro considerable en el sistema vial, pero si los datos son tabulados específicamente comparando el área de la arteria diagnosticada con el área de daño encontrado, los resultados pueden ser alarmantes para algunas vías que en particular y a criterio de la inspección visual realizada presentan un deterioro que debe ser analizado por aparte. Una de estas arterias es la Av. Fray Felipe de Jesús Moraga, la cual por ejemplo en su tramo que comprende desde el final de la Av. al sur hasta la 47 Calle Pte. Teniendo un área de 10872.4 m<sup>2</sup> se puede obtener el área total deteriorada como se muestra en la siguiente Tabla 3.4:

**TABLA 3.4. Porcentajes de los daños encontrados en el diagnóstico considerando el tramo de la Av. Fray Felipe de J. Moraga, que comprende desde el final de la Av. Fray Felipe de J. Moraga Sur hasta la 47 Calle Pte.**

TIPO DE DAÑO	CLAVE	ÁREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL DE ARTERIA (m <sup>2</sup> )	ÁREA AFECTADA DENTRO DEL AREA TOTAL (%)
Fisura Piel de Cocodrilo	A.1.	380	10872.4	3.49
Ahuellamiento	B.1.	180	10872.4	1.66
Corrimiento	B.2.	530	10872.4	4.87
Hinchamiento	B.4.	70	10872.4	0.64
Hundimientos	B.5.	80	10872.4	0.74
Bache	C.1.	80	10872.4	0.74

FUENTE: Elaboración Propia

**CAPITULO IV**  
**“CARACTERÍSTICAS**  
**FÍSICAS Y TÉCNICAS**  
**DEL PROYECTO”**

## INTRODUCCIÓN

En capítulos anteriores han surgido diversos factores en cuanto a conocer la problemática del Sistema Vial de la ciudad de Santa Ana, planteando el problema, establecer los parámetros a los que podría llegar la investigación y determinar la conveniencia de éste. Luego de haber determinado e identificado las fallas que presenta el Sistema vial, se procede a formular una solución que además de ser factible económica y técnicamente, pueda ser utilizada en el medio.

En el presente capítulo se extraen todos los datos necesarios del inventario del sistema vial para su tabulación con la finalidad de determinar, luego de haber identificado la problemática, la cantidad que representa ésta, para posteriormente evaluar la alternativa más conveniente, técnica y económicamente que puede solventar la necesidad.

Ciertamente según el capítulo tres, las necesidades de tener una infraestructura vial en aceptables condiciones, son elevadas, es decir, que para el caso, en este documento se describe como solventar a corto plazo aquellas arterias que según criterios de evaluación tomados en consideración, son prioridad dentro de todo el sistema vial, que luego al darle continuidad a proyectos similares con regularidad inmediata, se obtendría mejoras sustanciales de la red pavimentada.

Todo esto conlleva a la realización de una evaluación técnico-económica, incluida en este capítulo, con la que se obtendría resultados más específicos basados en si el proyecto puede o no tener aceptación.

#### **4.1. CRITERIOS GENERALES.**

Los aspectos que se han considerado para generar una descripción de reparación de los daños encontrados en las arterias de la ciudad, han sido resultado de un ordenamiento en base a los siguientes criterios:

- En base a los daños identificados en el diagnóstico (Inventario Vial, CAPITULO III).
- Al Índice de Serviciabilidad de la vía el cual ha sido obtenido mediante la relación ( $PSI = 5 \times e^{(-0.0041 \times IRI)}$ ) donde IRI es el Índice de Rugosidad Internacional<sup>4.1</sup> Según Método establecido por la AASHTO, en la que presenta una escala de 5 a 1, donde 5 ofrece las mejores condiciones a 1 con las peores condiciones en cuanto a textura, rugosidad, fisuramiento y/o agrietamiento de la superficie de rodamiento.
- A la importancia de la vía, Tránsito Promedio Diario Anual<sup>4.2</sup> (TPDA).
- A las condiciones de humedad que se expone (Drenaje Superficial).
- A las vías identificadas como prioritarias según el MOP-UPV (Anexo 1 y 2).
- A la conectividad que ofrecen entre las distintas zonas y su clasificación<sup>4.3</sup>

El Ministerio de Obras Publicas a través de la Unidad de Planificación Vial, agrupa las vías urbanas de acuerdo a la siguiente clasificación funcional:

- ✓ Primera Categoría: Son aquellas que presentan un ancho de rodaje de 9.0 a 14.0 metros.
- ✓ Segunda Categoría: Son aquellas que presentan un ancho de rodaje de 7.0 a 9.0 metros.
- ✓ Tercera Categoría: Son aquellas que presentan un ancho de rodaje de 7.0 metros o menor.

A continuación se presenta la TABLA 4.1 cuya información contiene una evaluación de los parámetros citados anteriormente:

---

<sup>4.1</sup> Ver Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos (SIECA, 2002).

<sup>4.2</sup> ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA CIUDAD DE SANTA ANA 2004.

<sup>4.3</sup> Según M.O.P./U.P.V.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**

**PROYECTO: " DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"**

**4.1 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

VÍA (CALLE/AVENIDA)	ANCHO DE RODAJE (m)	CLASIFICACIÓN	SERVICIABILIDAD	TPDA	DRENAJE SUPERFICIAL*	OBSERVACIONES*
25ª Avenida	11.50	1ª Categoría	-	6277	Bueno	
23ª Avenida	8.00	2ª Categoría	-	-	Bueno	Por la vía circulan 4 rutas del transporte colectivo, además ésta conecta el turismo al balneario Sihuatehuacán.
17ª Avenida	7.49	2ª Categoría	3.1	-	Bueno	El sistema de drenaje de AALL no da abasto al fuerte flujo del agua en temporada lluviosa, generando fuertes presiones sobre los pozos de inspección
15ª Avenida	7.94	2ª Categoría	2.97	-	Bueno	Por la arteia circulan 2 rutas del transporte urbano e interurbano, además de transporte de carga y sirve de interconexión entre la 25 calle ote al sector este de la ciudad.
11ª Avenida	8.13	2ª Categoría	3.51	-	Bueno	
9ª Avenida	5.23	3ª Categoría	3.01	-	Bueno	
5ª Avenida	5.02	3ª Categoría	2.95	-	Bueno	
Av Independencia	7.25	2ª Categoría	3.22	8714	Bueno	Vía principal que conecta norte y sur de la ciudad, por ella circulan todo tipo de vehiculos eceptuando vehiculos con mas de 3 ejes.
2ª Avenida	5.58	3ª Categoría	2.99	13120	Regular	Esta vía conecta el flujo del tráfico con el norte y sur de la ciudad, esta vía sifre de pequeñas inundaciones entre la 8ª y 14ª calle pte
4ª Avenida	6.25	3ª Categoría	3.32	-	Regular	Pequeñas inundaciones entre la 11ª y 13ª calle pte
6ª Avenida	6.25	3ª Categoría	-	-	Malo	Fuertes inundaciones entre la 23ª y 13ª calle pte, además circulan 5 rutas de autobuses del transporte urbano e interurbano
8ª Avenida	6.25	3ª Categoría	-	-	Bueno	
10ª Avenida	8.11	2ª Categoría	3	-	Bueno	
Avenida José Matías Delgado	7.21	2ª Categoría	3.09	-	Bueno	Por la arteria circulan 10 rutas del transporte colectivo urbano e interurbano, el flujo tráfico es libre por toda la vía
Av. Fray Felipe de Jesús Moraga	6.50 al N. 14.0 al Sur	3ª Categoría 1ª Categoría	2.95	14474	Malo	Inundaciones en el tramo desde la 25 c pte a la calle José M. Mendez, esta área es crítica ya que circulan más de 10 rutas del transporte colectivo urbano e interurbano
18ª Avenida	8.00	2ª Categoría	-	-	Malo	Inundaciones desde la 31 c hasta la 25 calle al pte
20ª Calle	12.0	1ª Categoría	-	-	Bueno	
14ª Calle	8.00	2ª Categoría	-	-	Regular	No existe Drenaje de AALL
12ª Calle	7.77	2ª Categoría	2.93	-	Bueno	
10ª Calle	6.12	3ª Categoría	-	-	Regular	No existe drenaje de AALL desde la Av. Independencia a la 11ª Av al norte
8ª Calle	5.33	3ª Categoría	3.69	-	Bueno	
6ª Calle	5.53	3ª Categoría	3.05	-	Bueno	

VIA (CALLE O AVENIDA)	TRAMO		DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	SEÑALIZACION		OBSERVACIONES
	DESDE	HASTA					VERTICAL	HORIZONTAL	
5a AVENIDA NORTE-SUR	8a Calle Ote.	Calle Libertad Ote.	C.1.	A	M2	120.00	SI	NO	
			C.2.	A	M2	240.00			
	Calle Libertad Ote.	1a calle Ote.	E.2.	A	ML	50.00	SI	NO	
	1a Calle Ote.	11 Calle Ote.	A.1.	A	M2	600.00	SI	NO	
AVENIDA INDEPENDENCIA SUR-NORTE	Plaza Mons. Romero	25 Calle	C.1.	A	M2	10.00	SI	SI	Falta tapadera de caja tragante al inicio de la via.
	8a Calle	12 Calle	**	A			SI	SI	** No existe area destinada a la circulacion peatonal.
	20 Calle	Final Av. Indep. Nte.	C.1.	A	M2	500.00	SI	NO	
2a AVENIDA NORTE-SUR	10a Calle Pte.	8a Calle Pte.	**				SI	NO	** Drenaje superf. deficiente y area peatonal reducida.
	8a Calle Pte.	Calle Libertad Pte.	B.5.	A	M2	10.00	SI	NO	
4a AVENIDA SUR-NORTE	25 Calle Pte.	15 Calle Pte.	C.1.	A	M2	2.00	SI	NO	Falta Caja de A.A.L.L. en la interseccion con la 21 Calle Pte.
			E.19.	A	M2	8.00			
			E.20.	A	M2	4.00			
	15 Calle Pte.	Calle J. M. Mendez	A.1.	A	M2	700.00	SI	NO	
	C.1.	A	M2	40.00					
6a AVENIDA NORTE-SUR	5a Calle Pte.	15a Calle Pte	A.1.	A	M2	70.00	SI	NO	Se producen descargas de aceites sobre el pavimento, proveniente de los talleres ubicados sobre la Avenida.  Baches generados por el deterioro de los parches y ademas un inadecuado mantenimiento.  Empedrado Fraguado
			C.1.	A	M2	20.00			
			C.2.	A	M2	400.00			
	15a Calle Pte.	25 Calle Pte	D.2.	A	M2	90.00	SI	NO	
	25 Calle Pte	31 Calle Pte	E.19.	A	M2	270.00	NO	NO	
	E.12.	A	M2	380.00					
	25 Calle Pte	31 Calle Pte	E.13.	A	M2	330.00	NO	NO	
	31 Calle Pte	Final 6a Av. Sur	A.1.	A	M2	500.00	SI	NO	
C.1.	A	M2	15.00						
8a AVENIDA NORTE-SUR	12 Calle Pte.	14 Calle Pte.	E.19.	A	M2	250.00	SI	NO	En la zona no se encuentra caja tragante para la evacuacion de las A.A.L.L.
			E.20.	A	M2	5.00			
10a AVENIDA NORTE-SUR	9a Calle Pte.	11 Calle Pte.	C.1.	A	M2	4.00	SI	NO	A lo largo de la via se encuentran asntamientos de comercantes debido a la cercania con el Mercado Colon y Terminal de Buses.
	Calle J. M. Mendez Pte.	19 Calle Pte.	A.1.	A	M2	700.00	SI	NO	
			B.5.	A	M2	150.00			
			C.1.	A	M2	300.00			
			C.3.	A	ML	600.00			



La clasificación del sistema de drenaje se define según sus características de funcionalidad en la siguiente manera:

- Bueno: Las características del sistema de drenaje son lo suficientemente aptas como para proporcionar un desalojo de la escorrentía superficial adecuada, es decir que no se observen tramos donde se retenga el agua.
- Regular: son tramos en los que el sistema de drenaje está mal diseñado o en el peor de los casos no existe; pero que no se observa inundación ya sea por que son tramos en los que las pendientes son prolongadas o porque son tramos cortos y conectan con calles con sistemas de drenaje bueno.
- Malo: en tramos en los que se observa fuertes inundaciones, donde el desalojo de la escorrentía es prolongado y no existe sistema de drenaje subterráneo o no se encuentra en condiciones de funcionamiento. Las calles funcionan como canales al paso de la escorrentía recogida de grandes áreas tributarias.
- Deficiente: El sistema de Drenaje ha colapsado o no existe.

## **4.2 PROPUESTA DE REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO**

### **4.2.1 Mantenimiento Rutinario**

El mantenimiento rutinario, comprende todas aquellas actividades requeridas para conservar una vía de regular a buen estado, las cuales se repiten una o más veces al año. También, incluye aquellas labores de reparación vial destinadas a recuperar elementos menores dañados, deteriorados o destruidos.

#### **4.2.2 Reconstrucción o Repavimentación**

En base a los daños que se observan en el sistema vial, y que se encuentran detallados en el diagnóstico, se ha definido la tabla 4.2 donde se listan aquellas vías que ameritan se les proporcione un tipo de tratamiento, así como la descripción respectiva de los mismos en cuanto a magnitudes y metodologías más convenientes para su mejoramiento.

Si bien es cierto se ha identificado la severidad de los daños que estas vías presentan y se ha propuesto su reconstrucción, solo se plantea una metodología para su reparación que puede ser aplicada como una buena alternativa apegada a la demanda que exigen dichas vías, esto debido a que se necesita realizar estudios especializados para la obtención de datos precisos del comportamiento de su estructura y del tráfico que por ellas circula, para la obtención de un buen diseño.

#### **4.2.3 Recarpeteo**

Las vías listadas en la tabla 4.2 presentan una mayor cantidad de daños comparadas con las demás que aparecen en el diagnóstico. En la tabla 2.1 del Capítulo II se establece un valor de 40% de la superficie del pavimento como base para determinar si ésta amerita una rehabilitación. Sin embargo es de recordar que todos los daños son de severidad alta, incluyendo las arterias que no se incluyen en la tabla 4.2. Estas últimas son consideradas como aquellas que, dentro del sistema vial, actualmente prestan un nivel de serviciabilidad tolerable o según el estado del pavimento se clasifican en vías regulares.

Otro aspecto importante es la consideración de algunas obras complementarias a las que no debe restársele importancia para una adecuada rehabilitación del tramo considerado, los cuales se describen posteriormente como resultados de la inspección visual del diagnóstico.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**

PROYECTO: " **DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA** "

**TABLA 4.2. PROPUESTA DE REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE LAS VIAS PRINCIPALES\*  
DE LA CIUDAD DE SANTA ANA.**

No.	VIA (CALLE/AVENIDA)	TRAMO A REHABILITAR				PAVIMENTO EXISTENTE	TIPO DE MANTENIMIENTO	CANTIDAD (m2)
		DESDE	HASTA	LONG. (m)	ANCHO (m)			
1	Calle Libertad	11 Av.	Gimnasio Santaneco	820	8.00	Concreto Asfáltico	Rehabilitacion	6,560.00
2	6ª Calle	11 Av. Norte	17 Av. Norte	333	5.53	Concreto Asfáltico	Rehabilitacion	1,841.49
3	23ª Av	C. Libertad Ote	Diagonal David Granadino	730	8.00	Concreto Asfáltico	Rehabilitacion	5,840.00
4	15ª Av	19 C. Ote.	7ª C. Ote	746	7.94	Concreto Asfáltico	Rehabilitacion	5,923.24
5	11ª Calle	Av. F. Felipe de J. Moraga S.	25 Av. Sur (Inc. Diagonal David Granadino hasta el Redondel El Molino)	2354	8.13	Concreto Asfaltico	Rehabilitacion Rehabilitacion	19,138.02
6	18 Av.	9a C. Pte	Calle Aldea San Antonio	524	8.00	Empedrado fraguado	Rehabilitacion	4,192.00
		25 C. Pte	31 C. Pte	366	8.00	Concreto Asfáltico	Rehabilitacion	2,928.00
7	Av José Matías Delgado	C. Mariano Méndez Pte.	10 C. Pte	1024	7.21	Concreto Asfáltico	Rehabilitacion	7,383.04
8	14 Av.	9 C. Pte	31 C. Pte	1246	8.00	Concreto Asfáltico	Rehabilitacion	9,968.00
9	6ª Av.	11a C. Pte	15 C. Pte	334	6.25	Concreto Asfáltico	Repavimentación	2,087.50
		15 C. Pte	25 C. Pte	468	6.25	Adoquín	Repavimentación	2,925.00
		25 C. Pte	31 C. Pte	289	6.25	Empedrado fraguado	Rehabilitacion	1,806.25
10	61 Calle Pte y Perimetral (Urb. El Trébol)	Inter. con Boulevard los 44	Terminal de Buses, Ruta 55	954	14.00	Concreto Asfáltico	Repavimentación	13,356.00
		Terminal de Buses Ruta 55	Intersección Con Calle Ppal.	680	6.00	Concreto Asfáltico	Repavimentación	4,080.00
11	Calle Ppal Col Sn Ernesto	Finalización Col. El Molino	Inter. con By Pass a Metapán	321	6.00	Concreto Asfáltico	Repavimentación	1,926.00
12	Av Fray Felipe de Jesús Moraga Sur	19 C. Pte.	Calle J.J. Mendez	403	14.00	Concreto Asfáltico	Repavimentación	5,642.00

\*A Criterio Del Presente Estudio.

El Ministerio de Obras Públicas a través de la Unidad de Planificación Vial (MOP-UPV), presentó a petición para el desarrollo de este trabajo, un listado de Recarpeteos programados para el año 2004, los cuales pueden verse en la tabla 4.3, a continuación:

**TABLA 4.3 RECARPETEOS REALIZADOS EN LA CIUDAD DE SANTA ANA – 2004.**

No	Ruta	Tramo	Long. a reparar (Kms.)
1	9ª Calle Oriente - Poniente	Entre Av. Fray Felipe de J. Moraga y 25 Av. Sur	2.15
2	10ª Av. Sur	Entre Calle Libertad y 7ª Calle Poniente	0.30
3	Avenida Independencia	Entre 6ª y 20 Calle Poniente	2.00
4	10ª Calle Poniente - Oriente	Entre 5ª y 6ª Av. Norte	0.48
5	Av. Fray Felipe de J. Moraga Sur	Entre 43 Calle Poniente y Calle El Chupadero - Altos del Palmar	2.16
6	Av. Santa Ana California	Entre Calle José Mariano Méndez y 25 Calle Poniente	0.72
7	25 Calle Oriente	Entre 3ª y 15ª Av. Sur	1.35
8	11ª Calle Oriente	Entre 7ª y 15ª Av. Sur	0.33
		<b>TOTAL</b>	<b>9.49</b>

FUENTE: Unidad de Planificación Vial (MOP).

Cabe mencionar que uno de los últimos recarpeteos efectuado a finales del año 2004, no estaba en la lista programada, este se ubica en la 6ª Calle Poniente en el tramo que va desde la Av. Fray Felipe de Jesús Moraga y la 17ª Av Sur, si bien es cierto no aparece programado, ha sido beneficiosa al sector Nor-Poniente, ya que la condición del pavimento lo ameritaba, considerando el tráfico del transporte colectivo urbano que por la arteria circula generando cargas que afectan de gran manera la estructura del pavimento y que solo con el fortalecimiento de la estructura se puede solventar dicha necesidad.

Consecuentemente se espera que en los años siguientes se continúe con los otros tramos proyectos, y posteriormente según los resultados y propuestas a desarrollar en este trabajo, puedan ser de utilidad para continuar con el mejoramiento del sistema vial de la trama urbana de Santa Ana.

Para tal fin se hace referencia nuevamente a la Tabla 4.2 en la que aparecen algunas arterias que en ciertos casos su reparación es competencia del Ministerio de Obras Públicas, mientras que otras corresponde su reparación a la

Municipalidad de la ciudad. Por el momento independientemente a quien corresponda su reparación, se presentan algunas observaciones que deben ser consideradas al efectuar su mejoramiento, las cuales se mencionan a continuación:

- ✓ Calle Libertad, esta es una vía que presenta un pavimento de concreto asfáltico el cual exterioriza incontables reparaciones en su rodadura, a la altura de la calle del Tonelón, la arteria es victima de la escorrentía superficial que arrastra consigo mucho material entre tierra y ripio de la calle mencionada, generando sobre la calle incomodidad al tráfico de una circulación segura, debilitamiento de la estructura de la capa superficial por el arrastre de material granular, el asolvamiento y consecuentemente cajas tragantes tapadas, por lo que debe considerarse la pavimentación la calle del Tonelón antes de efectuar el recarpeteo sobre la calle, así como la limpieza de las cajas tragantes y tuberías en la zona.
- ✓ 6ª Calle, presenta un pavimento asfáltico caducado su período de diseño, el cual con tanto bacheo realizado, ha perdido su sección transversal bien definida, además de presentan por los mismos bacheos hundimiento o protuberancias, por lo que se debe realizar la nivelación de su sección transversal.
- ✓ 23 Avenida, la mezcla asfáltica se encuentra en deplorables condiciones que por fatiga a las cargas y vida útil caducada genera baches en la capa de rodamiento, presenta pocos problemas de hundimientos o abultamiento, es decir, que la estructura de la base no ha sufrido mayores daños, por lo que un bacheo superficial y profundo son las actividades antes del recarpeteo.
- ✓ 15 Avenida, han existido malas reparaciones en los tramos donde existe pavimento de adoquín, es decir la arteria posee una estructura con pavimento de adoquín en la cual ha sido sobrepuesta una capa en ciertos tramos de mezcla asfáltica, y el resto presenta iguales condiciones a las de la 23 Avenida.

- ✓ 11 Calle, con un pavimento de concreto asfáltico posee una vida útil caducada es la causa de mayor aporte para que esta arteria se encuentre en condiciones regulares, es decir, es transitable pero por ser una vía de desalojo de tráfico unidireccional concerniente de Poniente a Oriente de la ciudad, es conveniente su mejoramiento.
- ✓ 18 Avenida, en su primer tramo de la 9ª calle poniente a la Calle a Aldea San Antonio, existe una variedad de pavimentos, entre estos mezcla asfáltica, empedrado fraguado y adoquinado, los cuales pueden servir como base para un recarpeteo con mezcla asfáltica y así homogenizar la carpeta de rodamiento en la zona , el segundo tramo, que va desde la 25 a la 31 calle poniente, presenta daños en el pavimento asfáltico de profundidad total, este debido al mal desalojo de las aguas superficiales que se encausan sobre todo a la altura de la 27 calle poniente, aunado a esto el tráfico de buses y camiones que circulan por la arteria debilitan la estructura. Se ha considerado esta calle a pesar que esta es una vía que no pertenece a los Corredores Viales Principales, debido a que ofrece por su ubicación y ancho de rodadura, una buena opción para el desalojo de las rutas de autobuses como vía alterna para descongestionar y disminuir la carga sobre la Av. Fray Felipe de Jesús Moraga.
- ✓ Avenida José Matías Delgado, con un concreto asfáltico la presencia de una carga considerable por las diferentes rutas de buses, así como el efecto de la humedad y un pavimento que ya ejerció sus funciones más de la cuenta, han generado sobre la avenida, fuertes hundimientos que deben ser solventados con un bacheo profundo antes del recarpeteo para dar a la estructura una mayor capacidad de soporte sobre las cargas que en la arteria son transmitidas.
- ✓ 14 Avenida, esta arteria presenta similares condiciones a las de la 23 Av en cuanto a la estructura del pavimento (concreto asfáltico), y en cuanto a tráfico vehicular a la de la 18 Av, es decir, que podría servir de ruta alterna

a las diferentes rutas de buses que circulan sobre, la Av. Fray Felipe de Jesús Moraga. La idea de presentar estas rutas alternas es mejorar la circulación sobre la Avenida últimamente mencionada, dejándola en lo que se pueda como una arteria de desalojo de tráfico liviano en el eje Norte-Sur de la zona poniente de la ciudad. Uno de los inconvenientes que presenta esta vía y al igual que la Av. Santa Ana California (la cual aparece programada en la Tabla 4.6), es que en una tramo pasa por el mercado “Colón”, por lo que, al efectuar un recarpeteo sobre la arteria, debe reubicarse a las ventas existentes en la zona.

- ✓ 6ª Avenida, en su primer tramo, es de considerar que el pavimento de adoquín es el de mayor peso en toda su longitud, para el caso se han encontrado fuertes hundimientos provocados por la escorrentía superficial, así como malas reparaciones sobre el pavimento de adoquín, mientras que el segundo tramo, es un pavimento empedrado fraguado que presenta únicamente una pérdida de materiales en su superficie de rodamiento, para lo cual un bacheo superficial es suficiente para que quede como estructura de base para el recarpeteo. Mientras que para el primer tramo deben realizarse otras medidas complementarias las cuales son la pavimentación de las calles 19 y 21 al poniente entre la 4ª y 6ª Av. Sur, y el mejoramiento del sistema de drenaje en la zona, debido a que en la arteria topográficamente converge el relieve generando una depresión, propicia para el desalojo de la escorrentía superficial en invierno por lo cual las cajas tragantes correctamente ubicadas así como tuberías que den abasto al flujo del aguas deben ser considerados para la ejecución del recarpeteo sobre la avenida.

Todas las arterias mencionadas anteriormente, las cuales incluye las programadas por el M.O.P, así como las propuestas en este apartado pueden encontrarse en el Plano No 5 del anexo 8.

### **4.3. FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA.**

En este apartado se han tomado en consideración los parámetros mencionados en los numerales anteriores de este capítulo, y regresando al Capítulo III que contiene el diagnóstico realizado necesario para formulación de la propuesta al mejoramiento y rehabilitación del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana, el cual servirá de punto de partida para crear el Plan Estratégico de Mantenimiento.

### **4.4. PLAN ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO, PROYECTO PILOTO.**

El Proyecto Piloto del Plan Estratégico de Mantenimiento se programará en tres etapas que se describen a continuación, las cuales a su vez sigue una clasificación por prioridad de atención, estas pueden observarse también en la TABLA 4.7. Para ello es necesario tomar en consideración que todas y cada una merecen igual importancia, sin embargo se ha definido un orden para que los trabajos puedan ser programados con más facilidad y en base a los objetivos que cada una persigue (ver Plano No 5 en los anexos), con el objeto primordial de elevar el nivel de servicio que cada una de ellas posee en la actualidad.

#### **Primera Etapa:**

El objetivo de esa primera etapa es que la ciudad cuente con un estado de vías en buenas condiciones, que permita la buena conectividad entre las vías principales de la ciudad con las vías de penetración y desalojo, estas han sido clasificadas según prioridad de atención primaria, las cuales pueden observarse en la TABLA 4.2 y 4.7 de este documento, en las que se presenta la información general de las vías a rehabilitar y el costo de la misma.

Esta etapa comprende la reparación de las siguientes vías:

Calles al Sur

- ✓ 11ª Calle, desde la Av. Fray Felipe de Jesús Moraga Sur al Poniente hasta el Redondel El Molino.



#### Calles al Norte

- ✓ 6ª Calle Oriente, desde la 11 Av. Norte hasta la 17 Av. Norte.

#### Avenidas al Este

- ✓ 23 Av. Sur, desde la Calle Libertad Oriente a la Diagonal David Granadino.

#### Avenidas al Oeste

- ✓ Av. Fray Felipe de Jesús Moraga Sur, desde la Calle José Mariano Méndez hasta la 19 Calle al Poniente.
- ✓ Av. José Matías Delgado, desde la Calle José Mariano Méndez hasta la 10ª Calle al Oriente.

Todas estas vías recibirán un tratamiento de bacheo y nivelación, recarpeteo o reconstrucción según como esta descrito anteriormente acorde al estado en que se encuentren.

A continuación se presenta en la tabla 4.4 la programación para la ejecución la primera etapa de reparación de las arterias mencionadas, con el fin de mantener un orden y una secuencia lógica de las actividades en sentido de evitar molestias al usuario y mantener un flujo de tráfico sostenible por vías alternas.

**TABLA 4.4 Actividades de la Primera Etapa del Proyecto Piloto.**

ACTIVIDAD	ANTECEDE	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PAVIMENTO EXISTENTE	TRATAMIENTO
23 Avenida	-----	5840	Concreto Asfáltico	Recarpeteo
6ª Calle	23 Avenida	1841	Concreto Asfáltico	Recarpeteo
Av. José Matías Delgado	6ª Calle	7383	Concreto Asfáltico	Recarpeteo
11 Calle	Av. José Matías Delgado	19138	Concreto Asfáltico	Recarpeteo
Av. Fray Felipe de J. Moraga	11 Calle	5642	Concreto Asfáltico	Reconstrucción

FUENTE: Elaboración Propia

#### **Segunda Etapa:**

El Objetivo de esta Etapa es lograr que el sistema de vías sobre el cual se desplaza el transporte urbano e interurbano permanezca en buenas condiciones, estas han sido clasificadas según prioridad de atención secundaria, las cuales

pueden observarse en la TABLA 4.2 y 4.7 de este documento, en las que se presenta la información general de las vías a rehabilitar y el costo de la misma.

La Segunda Etapa comprende:

Calles al Sur

- ✓ Calle Libertad Oriente, desde la 11<sup>a</sup> Avenida hasta Gimnasio Santaneco

Avenidas al Este

- ✓ 15 Av. Sur, desde la 19 Calle Oriente hasta la 7<sup>a</sup> Calle Oriente.

Avenidas al Oeste

- ✓ 6<sup>a</sup> Av. Sur, desde 31 C. Pte. Hasta 9<sup>a</sup> C. Pte.
- ✓ 14 Av. Sur, desde 31 C. Pte. Hasta 9<sup>a</sup> C. Pte.
- ✓ 18 Av. Sur, desde 9 C. Pte. Hasta Calle a Aldea San Antonio (1)
- ✓ 18 Av. Sur, desde 31 C. Pte. Hasta 25<sup>a</sup> C. Pte. (2)

La secuencia en que puede ejecutarse esta etapa se presenta en la tabla 4.5.

**TABLA 4.5 Actividades de la Segunda Etapa del Proyecto Piloto**

ACTIVIDAD	ANTECEDE	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PAVIMENTO EXISTENTE	TRATAMIENTO
18 Av. Sur (1)	-----	4192,00	Concreto Asfáltico	Recarpeteo
18 Av. Sur (2)	18 Av. Sur (1)	2928,00	Concreto Asfáltico	Recarpeteo
14 Av. Sur	18 Av. Sur (2)	9968,00	Concreto Asfáltico	Recarpeteo
6 <sup>a</sup> Av Sur	14 Av. Sur	7625,00	Adoquinado	Rehabilitación de Adoquines y base
15 Av. Sur	6 <sup>a</sup> Av Sur	5923,24	Concreto Asfáltico	Recarpeteo
Calle Libertad Oriente	15 Av. Sur	6560,00	Concreto Asfáltico	Recarpeteo

FUENTE: Elaboración Propia

### Tercera Etapa:

Esta etapa tiene por objeto lograr que las vías que dan acceso a las zonas residenciales, permanezcan en condiciones de serviciabilidad debidamente aceptables, estas vías pueden observarse en la TABLA 4.2 y 4.7 de este documento, en las que se presenta la información general de las vías a rehabilitar y el costo de la misma.

La tercera Etapa solo comprende dos arterias principales las cuales son:

- ✓ 61 Calle Oriente (Calle perimetral Urbanización El Trébol)
- ✓ Calle Principal Col. San Ernesto

La secuencia en que puede ejecutarse esta etapa se presenta en la tabla 4.6.

**TABLA 4.6 Actividades de la Tercera Etapa del Proyecto Piloto**

ACTIVIDAD	ANTECEDE	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PAVIMENTO EXISTENTE	TRATAMIENTO
61 Calle Oriente (Calle Perimetral Urb. "El Trébol")	-----	17436.0	Concreto Asfáltico	Reconstrucción
Calle Principal Col. San Ernesto	61 Calle Oriente (Calle perimetral Urbanización El Trébol)	1926.0	Concreto Asfáltico	Reconstrucción

FUENTE: Elaboración Propia

#### **4.5. COSTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO PILOTO.**

##### **4.5.1. Costos de Construcción.**

En la TABLA 4.7 se presenta parte del presupuesto formulado para la realización del Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de Pavimentos del sistema vial de la ciudad de Santa Ana. La información de soporte para estos datos, es decir hojas de costos unitarios, se presenta en el ANEXO 9

##### **4.5.2. Costos de Mantenimiento Rutinario y Preventivo.**

En este apartado se presentan las actividades concernientes al mantenimiento denominado rutinario y preventivo, las cuales se resumen en las TABLAS 4.8 y 4.9, de este documento.

##### **4.5.3. Costos de Supervisión.**

En relación al Costo de Supervisión, en caso que los proyectos se dieran en concesión, estos se han calculado como un porcentaje (7%) del costo de la ejecución del proyecto, esta información puede corroborarse en la TABLA 4.10.

##### **4.5.4. Costo Total de Ejecución**

Se presenta el resumen de los costos totales, en la TABLA 4.10., para la ejecución del proyecto incluyendo en esta un 8% sobre el costo total del proyecto destinados a imprevistos que se dan en cada uno de los trabajos a realizar.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
 PROYECTO: " DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

**TABLA 4.7. COSTOS DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA.**

No.	VIA (CALLE/AVENIDA)	TRAMO A REHABILITAR				ACTIVIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (US\$)	CANTIDAD	COSTO (US\$)
		DESDE	HASTA	LONG. (Km)	ANCHO (Km)					
<b>PRIORIDAD I</b>										
1.	23 Avenida	C. Libertad Ote	Diagonal David Granadino	730.00	8.00	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	292.00	\$3,033.88
						Bacheo Profundo	m2	\$19.57	58.40	\$1,142.89
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	584.00	\$67,200.88
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	1825.00	\$1,916.25
2.	6ª Calle	11 Av. Norte	17 Av. Norte	333.00	5.53	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	92.07	\$956.65
						Bacheo Profundo	m2	\$19.57	18.41	\$360.38
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	184.15	\$21,190.03
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	832.50	\$874.13
3.	Av. José Matías Delgado	C. Mariano Méndez pte	10 C. Pte.	1,024.00	7.21	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	369.15	\$3,835.49
						Bacheo Profundo	m2	\$19.57	73.83	\$1,444.86
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	738.30	\$84,956.64
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	2560.00	\$2,688.00
4.	11 Calle	Av. F. Felipe de J. Moraga S.	25 Av. Sur (Inc. Diagonal David Granadino hasta el Redondel El Molino)	2,354.00	8.13	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	956.90	\$9,942.20
						Bacheo Profundo	m2	\$19.57	191.38	\$3,745.31
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	1913.80	\$220,221.20
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	5885.00	\$6,179.25
5.	Av. Fray Felipe de J. Moraga	19 C. Pte.	Calle J.J. Mendez	403.00	14.00	Repavimentación con Concreto Asfáltico	m2	\$17.46	5642.00	\$98,509.32
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	1007.50	\$1,057.88
<b>PRIORIDAD II</b>										
6.	18 Av. Sur	9a C. Pte.	Calle Aldea San Antonio	524.00	8.00	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	356.00	\$3,698.84
		25 C. Pte.	31 C. Pte.	366.00	8.00	Bacheo Profundo	m2	\$19.57	71.20	\$1,393.38
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	712.00	\$81,929.84
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	2225.00	\$2,336.25
7.	14 Av. Sur	9 C. Pte.	31 C. Pte.	1,246.00	8.00	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	498.40	\$5,178.38
						Bacheo Profundo	m2	\$19.57	99.68	\$1,950.74
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	996.80	\$114,701.78
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	3115.00	\$3,270.75
8.	6ª Av Sur	11a C. Pte.	15 C. Pte.	334.00	6.25	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	104.38	\$1,084.46
		15 C. Pte.	25 C. Pte.	468.00	6.25	Bacheo Profundo	m2	\$19.57	20.88	\$408.52
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	208.75	\$24,020.86
						Rehabilitación de Adoquinado y Base	m2	\$8.40	2925.00	\$24,570.00
25 C. Pte.	31 C. Pte.	289.00	6.25	Revestimiento con Concreto Hidráulico	m2	\$7.58	1806.25	\$13,691.38		
				Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	2727.50	\$2,863.88		
9.	15 Av. Sur	19 C. Ote.	7ª C. Ote.	746.00	7.94	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	296.16	\$3,077.12
						Bacheo Profundo	m2	\$19.57	59.23	\$1,159.18
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	592.32	\$68,158.72
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	1865.00	\$1,958.25

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
 PROYECTO: " DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

**TABLA 4.7. COSTOS DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA.**

No.	VIA (CALLE/AVENIDA)	TRAMO A REHABILITAR				ACTIVIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (US\$)	CANTIDAD	COSTO (US\$)
		DESDE	HASTA	LONG. (Km)	ANCHO (Km)					
10.	Calle Libertad Oriente	11 Av.	Gimnasio Santaneco	820.00	8.00	Bacheo Superficial	m2	\$10.39	328.00	\$3,407.92
						Bacheo Profundo	m2	\$19.57	65.60	\$1,283.79
						Carpeta Asfáltica	m3	\$115.07	656.00	\$75,485.92
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	2050.00	\$2,152.50
<b>PRIORIDAD III</b>										
11.	61 Calle Pte y Perimetral (Urb. El Trébol)	Inter. con Boulevard los 44	Terminal de Buses Ruta 55	954	14.00	Repavimentación con Concreto Asfáltico	m2	\$17.46	17436.00	\$304,432.56
		Terminal de Buses Ruta 55	Intersección con calle ppal	680	6.00	Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	4085.00	\$4,289.25
12.	Calle Ppal Col Sn Ernesto	Finalización Col. El Molino	Inter. con By Pass a Metapán	321	6.00	Repavimentación con Concreto Asfáltico	m2	\$17.46	1926.00	\$33,627.96
						Señalización Vial Horizontal	ml	\$1.05	4085.00	\$4,289.25

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA**  
**PROYECTO: " DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACION DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"**

**TABLA 4.8. VOLUMEN DE OBRA POR ARTERIAS PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

DESCRIPCION DE LA VÍA			CANTIDADES DE OBRA					SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (m)	
			PAVIMENTOS DE CONCRETO ASFALTICO			PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO			
TRAMO			SELLO DE GRIETAS Y FISURAS (ml)	BACHEO SUPERFICIAL (m2)	BACHEO PROFUNDO (m2)	SELLO DE PAVIMENTO (m2)	SELLO DE GRIETAS Y JUNTAS (ml)	REPARACIÓN DE PROFUNDIDAD TOTAL (m2)	
CALLE O AVENIDA	DESDE	HASTA							
17 AVENIDA NORTE-SUR	8a Calle Ote.	11 Calle Ote.		578.00					1,228.00
9a AVENIDA NORTE-SUR	Interseccion Apanteos	1a calle Ote.					500.00		
11 AVENIDA SUR-NORTE	Calle J. M. Mendez Ote.	9a Calle Ote.		123.00					
	9a Calle ote.	Calle Sta. Cruz						60.00	
	Calle Sta. Cruz	7a Calle Ote.					60.00		
5a AVENIDA NORTE-SUR	7a Calle Ote.	4a Calle Ote.		300.00					
	8a Calle Ote.	Calle Libertad Ote.		180.00					
	Calle Libertad Ote.	1a calle Ote.					50.00		
AVENIDA INDEPENDENCIA SUR-NORTE	1a Calle Ote.	11 Calle Ote.		150.00					
	Plaza Mons. Romero	25 Calle		10.00					
	20 Calle	Final Av. Indep. Nte.		500.00					
	-	-	2,318.00			33,230.00			
2a AVENIDA NORTE-SUR	8a Calle Pte.	Calle Libertad Pte.			10.00			4.00	
4a AVENIDA SUR-NORTE	25 Calle Pte.	15 Calle Pte.		2.00					
	15 Calle Pte.	Calle J. M. Mendez		215.00					
10a AVENIDA NORTE-SUR	9a Calle Pte.	11 Calle Pte.		4.00					
AVENIDA FRAY FELIPE DE JESUS MORAGA SUR- NORTE	Final Av Sur	31 Calle Pte							1,565.00
	31 Calle Pte.	25 Calle Pte.		200.00					524.00
	13 Calle Pte.	Final Av. F.F.J.M. Nte.		191.75	117.00				1,121.00
20 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Inic. Col. San Francisco	Final 20 Calle Pte		250.00					
8 CALLE ORIENTE-PONIENTE	7a Av. N	5a Av. N		4.00					
6 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Finca Modelo	7a Av. N		40.00					
	11 Av. N	17 Av. N		70.50					
2 CALLE PONIENTE-ORIENTE	4a Av. Sur	5a Av. S		8.00					
CALLE LIBERTAD PONIENTE-ORIENTE	Av. F.F.J.M. Nte.	23 Av. N							2,010.00
7 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Final 7a C Pte.	4a Av. N		61.00					
25 CALLE ORIENTE-PONIENTE	3a Av. S	Final 25 C. Pte.	889.44	100.00		15,576.00			1,298.00
31 CALLE PONIENTE-ORIENTE	Aldea San Antonio	Av. F.F.J.M. S	1,127.00	3.00		15,168.00			1,500.00
37 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Av. F.F.J.M. S	10a Av. S		44.25					
39 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Av. Fray F. de J. Moraga	Final 39 C pte	313.48	185.00		5,568.00			
43 CALLE ORIENTE-PONIENTE	Av. Fray F. de J. Moraga	Final 43 C pte		140.00					
C. PPAL RESIDENCIALES EL MOLINO				467.50	225.00				
			<b>4,647.92</b>	<b>3,827.00</b>	<b>352.00</b>	<b>69,542.00</b>	<b>610.00</b>	<b>64.00</b>	<b>9,246.00</b>

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA**  
**PROYECTO: " DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACION DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"**

**TABLA 4.9. COSTO TOTAL DEL VOLUMEN DE OBRA**

<b>PARTIDAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE OBRA</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>MONTO</b>
SELLO DE GRIETAS Y FISURAS	m2	5,257.92	\$ 1.00	\$ 5,257.92
BACHEO SUPERFICAL	m2	3,827.00	\$ 10.39	\$ 39,762.53
BACHEO PROFUNDO	m2	352.00	\$ 19.57	\$ 6,888.64
SELLO DE PAVIMENTO	m2	69,542.00	\$ 1.27	\$ 88,318.34
REPARACION DE PROFUNDIDAD TOTAL	m2	64.00	\$ 25.16	\$ 1,610.24
SEÑALIZACION HORIZONTAL	m2	9,246.00	\$ 1.05	\$ 9,708.30
ACTIVIDADES NO PROGRAMADAS	S.G.	1.00	\$4,546.38	\$ 4,546.38
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 156,092.35</b>





**TABLA 4.10 Costos Directos Anuales para la Ejecución del Programa de Rehabilitación y Mantenimiento.**

<b>DESGLOSE DE COSTOS</b>	<b>ETAPA</b>	<b>COSTO (US\$)</b>
EJECUCION DE LOS PROYECTOS DE REHABILITACION.	PRIORIDAD I	\$529.255,23
	PRIORIDAD II	\$437.782,45
	PRIORIDAD III	\$346.639,02
EJECUCION DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO		\$156.092,35
SUPERVISION (7% COSTO DE EJECUCION)		\$102.883,83
IMPREVISTOS (8% COSTO DE EJECUCION)		\$117.581,52
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>		<b>\$1.690.234,41</b>

## **4.6 EVALUACIÓN DEL PROYECTO.**

### **4.6.1 Factibilidad Técnica**

#### **4.6.1.1 Generalidades**

La rehabilitación e implementación de programas de mantenimiento de las vías urbanas que se ubican dentro del sistema vial de la Ciudad de Santa Ana tiene suma importancia en el desarrollo de esta, ya que debe contarse con vías que presenten un nivel de servicio adecuado para que el usuario lleve a cabo sus actividades respectivas. Es por esto que existe la necesidad de analizar los recursos, que se destinarán al desarrollo del proyecto que pretende impulsar una mejora significativa en el Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana, en lo concerniente al personal y el equipo requerido para el desarrollo de los proyectos de Mantenimiento Correctivo y de Rehabilitación de Pavimentos.

La longitud que abarca la propuesta de mejoramiento y rehabilitación es de 11.592 km seccionados en tres prioridades las cuales pueden observarse en la TABLA 4.11 que a continuación se presenta.

**TABLA 4.11. Vías Propuestas para Mejoramiento y Rehabilitación.**

No.	VÍA (CALLE/AVENIDA)	TRAMO A REHABILITAR		
		DESDE	HASTA	LONG. (Km)
<b>PRIORIDAD I</b>				
1.	23 Avenida	C. Libertad Ote	Diagonal David Granadino	0.730
2.	6ª Calle	11 Av. Norte	17 Av. Norte	0.333
3.	Av. José Matías Delgado	C. Mariano Méndez Pte	10 C. Pte.	1.024
4.	11 Calle	Av. F. Felipe de J. Moraga S.	25 Av. Sur	2.354
5.	Av. Fray Felipe de J. Moraga	19 C. Pte.	Calle J.J. Méndez	0.403
<b>PRIORIDAD II</b>				
6.	18 Av. Sur	9a C. Pte.	Calle Aldea San Antonio	0.524
		25 C. Pte.	31 C. Pte.	0.366
7.	14 Av. Sur	9 C. Pte.	31 C. Pte.	1.246
8.	6ª Av Sur	11a C. Pte.	15 C. Pte.	0.334
		15 C. Pte.	25 C. Pte.	0.468
		25 C. Pte.	31 C. Pte.	0.289
9.	15 Av. Sur	19 C. Ote.	7ª C. Ote.	0.746
10.	Calle Libertad Oriente	11 Av.	Gimnasio Santaneco	0.820
<b>PRIORIDAD III</b>				
11.	61 Calle Pte y Perimetral (Urb. El Trébol)	Inter. con Boulevard los 44	Terminal de Buses Ruta 55	0.954
		Terminal de Buses Ruta 55	Intersección con calle ppal	0.680
12.	Calle Ppal Col San Ernesto	Finalización Col. El Molino	Inter. con By Pass a Metapán	0.321

FUENTE: Elaboración Propia

A continuación se presenta en la TABLA 4.12, la cual contiene el listado de actividades a realizar para alcanzar los fines del proyecto:

**TABLA 4.12. Volúmenes de Obra del Proyecto.**

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO
<i>Bacheo Superficial</i>	<i>m2</i>	7,120.06	\$10.39	\$73,977.42
<i>Bacheo Profundo</i>	<i>m2</i>	1,010.61	\$19.57	\$19,777.64
<i>Sello de Pavimento</i>	<i>m2</i>	69,542.00	\$1.27	\$88,318.34
<i>Sello de Grietas y Fisuras</i>	<i>ml</i>	5,257.92	\$1.00	\$5,257.92
<i>Carpeta Asfáltica</i>	<i>m2</i>	65,861.30	\$11.51	\$758,063.56
<i>Señalización Horizontal</i>	<i>ml</i>	38,948.50	\$1.05	\$40,895.93
<i>Repavimentación con Concreto Asfáltico</i>	<i>m2</i>	25,004.00	\$17.46	\$436,569.84
<i>Reparación de Profundidad Total en Pavimentos de Concreto Hidráulico</i>	<i>m2</i>	64.00	\$25.16	\$1,610.24
<i>Revestimiento con Concreto Hidráulico</i>	<i>m2</i>	1,806.25	\$7.58	\$13,691.38
<i>Rehabilitación de Adoquinado y Base</i>	<i>m2</i>	2,925.00	\$8.40	\$24,570.00

FUENTE: Elaboración Propia

Seguidamente se presentan los recursos a emplear en lo que respecta a personal y equipo para el desarrollo de dichas actividades, ver TABLA 4.13.

**TABLA 4.13. Personal y Equipo Requerido para el Desarrollo del Proyecto.**

ACTIVIDAD	PERSONAL	CANT	EQUIPO	CANTIDAD
<i>Bacheo Superficial</i>	JEFE DE CAMPO	1	MINICARGADOR Y ACCESORIOS	1
	OPERADOR DE EQUIPO	1	RODO LISO BITANDEM 3.0 TON	1
	OPERADOR DE EQUIPO MENOR	1	CORTADORA DE PAVIMENTO	1
	AUXILIARES	7	CAMIÓN ESTACA 8.0 TON	1
	MOTORISTA		HERRAMIENTA MENOR	S.G.
<i>Bacheo Profundo</i>	JEFE DE CAMPO	1	MINICARGADOR Y ACCESORIOS	1
	OPERADOR DE EQUIPO	1	RODO LISO BITANDEM 3.0 TON	1
	OPERADOR DE EQUIPO MENOR	7	CORTADORA DE PAVIMENTO	1
	AUXILIARES		VIBROAPIZONADOR	1
	MOTORISTA		CAMIÓN ESTACA 8.0 TON	1
		HERRAMIENTA MENOR	S.G.	
<i>Sello de Pavimento</i>	JEFE DE CAMPO	1	MINICARGADOR Y ACCESORIOS	1
	OPERADOR DE EQUIPO	2	RODO LISO 1 TANDEM 10 TON.	1
	AUXILIARES	20	DISTRIBUIDOR DE ASF. 1000 GAL	1
	MOTORISTA	2	CAMIÓN ESTACA 8.0 TON	1
			HERRAMIENTA MENOR	S.G.
<i>Carpeta Asfáltica</i>	JEFE DE CAMPO	1	PAVIMENTADORA	1
	OPERADOR DE EQUIPO	3	RODO LISO BITANDEM	1
	AUXILIARES	20	RODO LISO NEUMÁTICO	1
	AUXILIARES DE LIGA	2	DISTRIBUIDOR DE ASF. 1000 GAL	1
	MOTORISTA	2	CAMIÓN CISTERNA	1
			COMPRESOR	1
<i>Señalización Horizontal</i>	JEFE DE CAMPO	1	FANGEADORA	1
	OPERADOR DE EQUIPO MENOR	1	CAMIÓN ESTACA 3.0 TON	1
	AUXILIARES	4		
<i>Revestimiento con Concreto Hidráulico</i>	JEFE DE CAMPO		VIBRADOR	3
	ALBAÑIL		EQUIPO DE MOLDEO	S.G.
	AUXILIARES			
<i>Repavimentación en Pavimentos de Concreto Asfáltico</i>	JEFE DE CAMPO	1	TRACTOR D6H	1
	OPERADOR DE EQUIPO	5	MOTONIVELADORA	1
	AUXILIARES	20	PAVIMENTADORA	1
	AUXILIARES DE LIGA	2	RODO LISO BITANDEM	1
	MOTORISTA	2	RODO LISO NEUMÁTICO	1
			DISTRIBUIDOR DE ASF. 1000 GAL	1
			CAMIÓN CISTERNA	1
		COMPRESOR	1	
<i>Rehabilitación de Adoquinado</i>	JEFE DE CAMPO	1	TRACTOR D6H	1
	OPERADOR DE EQUIPO	5	MOTONIVELADORA	1
	AUXILIARES	20	PAVIMENTADORA	1
	AUXILIARES DE LIGA	2	RODO LISO BITANDEM	1
	MOTORISTA	2	RODO LISO NEUMÁTICO	1
			CAMIÓN CISTERNA	1
			PULIDORA	1

FUENTE: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en las TABLAS 4.12 y 4.13, el personal y equipo a emplear en la ejecución del proyecto puede ser utilizado sin mayor dificultad en este, ya que no se ha incluido equipo que requiera de inversiones o costos de alquiler elevados, por lo que en el caso de crearse una unidad encargada de dar mantenimiento al Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana o dar en concesión estos servicios, estos recursos pueden estar al alcance de cualquier entidad especializada en este tipo de proyectos.

#### **4.6.2 Factibilidad Económica**

Es necesario realizar el análisis económico en el que se detalle la forma en la que se financiará la ejecución de dicho proyecto, para lo cual se presenta el siguiente análisis:

##### **4.6.2.1 Monto del Proyecto.**

Se ha determinado que para la ejecución del Proyecto de Rehabilitación y Mantenimiento es necesario realizar la inversión de \$2,482,954.34, que a continuación se detallan, en la TABLA 4.14:

**TABLA 4.14. Monto Requerido para la Ejecución del Programa de Rehabilitación y Mantenimiento.**

<b>DESGLOSE DE COSTOS</b>	<b>ETAPA</b>	<b>COSTO (US\$)</b>
EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS DE REHABILITACIÓN.	PRIORIDAD I	\$529,255.23
	PRIORIDAD II	\$437,782.45
	PRIORIDAD III	\$346,639.02
EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO		\$156,092.35
SUPERVISIÓN (7% COSTO DE EJECUCIÓN)		\$102,883.83
IMPREVISTOS (8% COSTO DE EJECUCIÓN)		\$117,581.52
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		<b>\$1,690,234.41</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES (30.00%)</b>		<b>\$507,070.32</b>
<b>IVA (13.00%)</b>		<b>\$285,649.61</b>
<b>MONTO TOTAL</b>		<b>\$2,482,954.34</b>

FUENTE: Elaboración Propia

#### 4.6.2.2 Resultados de la puesta en marcha del plan.

Se han obtenido diferentes resultados en la realización de éste proyecto, cada uno de ellos pueden ser interpretados hasta el momento solo en cifras de costos, cantidades y unidades que determinan técnicamente lo que se requiere para su ejecución.

Para entrar a mayor detalle y conocer lo que las cifras antes expuestas quieren decir, se puede observar la siguiente información, la cual da una idea a grosso modo de la magnitud y los beneficios que traería la implementación de la propuesta, particularmente del avance en mejora de la estructura de la red vial de la ciudad de Santa Ana, estos datos se detalla como sigue:

- Longitud Total Pavimentada: 85.8 Km
- Longitud, compete mantenimiento al Ministerio de Obras Públicas: 38.471 Kms
- Longitud, compete mantenimiento Alcaldía Municipal: 47.029 Kms

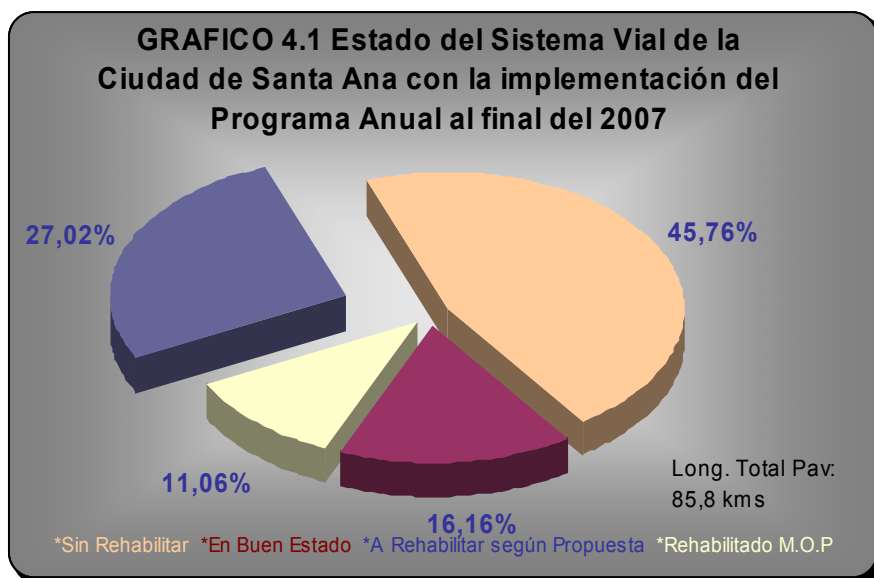
De lo Anterior obtenemos la siguiente tabla 4.15:

**TABLA 4.15 Condiciones del Sistema Vial de la ciudad de Santa Ana con la implementación Projectada de la Propuesta**

RED DEL SISTEMA VIAL	TOTAL		M.O.P		Alcaldía Municipal	
	Long. (Km)	%	Long (km)	%	Long (km)	%
Longitud Total Pavimentada	85.8	100	38.471	44.84	47.029	55.16
Arterias en buen estado (Corredores Viales Principales, M.O.P, Enero 2004)	13,865	16,16	13,865	36,04	-	-
Proyecto de Rehabilitación M.O.P (2004)	9,49	11,06	9,49	24,67	-	-
<b>Propuesta de Rehabilitación (2006)</b>	<b>11,592</b>	<b>13,51</b>	<b>6,593</b>	<b>17,14</b>	<b>4,999</b>	<b>10,63</b>
<b>Propuesta de Rehabilitación (2007)</b>	<b>11,592</b>	<b>13,51</b>	<b>8,523</b>	<b>22,15</b>	<b>3,069</b>	<b>6,52</b>
<b>Total Arterias rehabilitadas en buen servicio</b>	<b>46,539</b>	<b>54,24</b>	<b>38,471</b>	<b>100</b>	<b>8,068</b>	<b>17,15</b>
Rehabilitación desde 2004 hasta 2007	32,674	38,08	24,606	63,96	8,068	17,15
<b>Con la Propuesta (2006 - 2007) Se haría</b>	<b>23,184</b>	<b>27,02</b>	<b>15,116</b>	<b>39,29</b>	<b>8,068</b>	<b>17,15</b>
Con la Propuesta (2006 - 2007), Se harían referente a la long. Total de vías pavimentadas	23,184	27,02	15,116	17,62	8,068	9,4

FUENTE: Elaboración Propia

La tabla 4.15, es un indicativo de los alcances que pueden lograr con la implementación del proyecto, y aun más si se le da continuidad. Por ejemplo, con la puesta en marcha del proyecto se tendrían 23.184 kms mejorados representando un 27.02% de la *longitud total pavimentada* de la ciudad (ver Gráfica 4.1) al final de los primeros dos años de su ejecución.



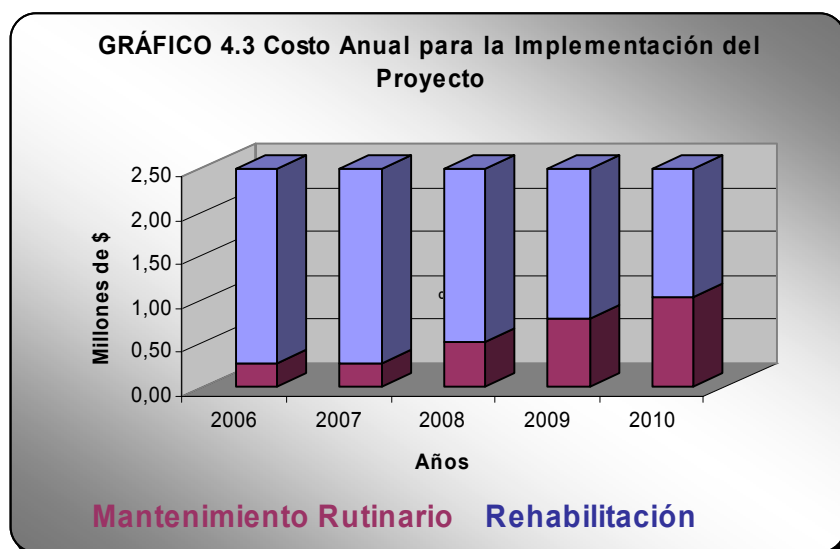
FUENTE: Elaboración Propia

Otro detalle importante es que además de darle continuidad a los proyectos de rehabilitación impulsados por el Ministerio de Obras Públicas, se tratarían otras arterias que son competencia de la municipalidad su restauración y cuidado, mejorando así 8.068 kms, que constituyen un 17.15% de los 47.029 kms municipales y 9.40% (ver gráfica 4.2) de la longitud total pavimentada del sistema vial de la ciudad. Cabe destacar que al final de los dos años, de poderse mantener el mismo ingreso de efectivo anual, beneficiaría aún más el Sistema Vial, ya que podrían ejecutarse más proyectos no solo de rehabilitación, sino de ampliación y hasta apertura de nuevas arterias mejorando así el flujo vehicular en el circuito de la ciudad.



FUENTE: Elaboración Propia

Al cabo de dos años, se puede mantener un fondo para el mantenimiento rutinario del sistema vial (Ver Gráfico 4.2), el cual con el mejoramiento propuesto se espera que los fondos ocupados para el mantenimiento de tipo correctivo se reduzca, y aumente para un mantenimiento preventivo de las vías rehabilitadas, con la idea de no abandonar lo que se ha rehabilitado, sino mas bien conservarlo para prolongar su vida en buenas condiciones.



FUENTE: Elaboración Propia

#### **4.6.2.3 Generalidades para el Financiamiento del Proyecto.**

1. La Alcaldía Municipal de Santa Ana para el año de 2004 mantiene una Recaudación Oficial sobre Tasas de Pavimentación de \$17,142.86 mensuales, cantidad que es aproximada debido al volumen de información y retraso en la actualización de nuevas vías pavimentadas en urbanizaciones en proceso de construcción.
2. En la actualidad el combustible cuenta con un impuesto destinado a la conservación vial, el cual es de \$0.20 por cada galón, este también es aplicado a los combustibles utilizados por los automotores que circulan por el Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana.
3. La longitud vial pavimentada<sup>4.4</sup> dentro del sistema es de 85.8 Kms, incluyendo todos los tipos de pavimento.

#### **4.6.3 Análisis Financiero del Proyecto.**

Para el desarrollo del análisis financiero del proyecto ha sido necesario establecer los criterios siguientes:

1. Se ha establecido un vehículo de proyecto A-2 (De tipo liviano) sobre el cual se determinarán los costos de operación.
2. El Parque vehicular crece a una tasa de 2.0% anual durante el periodo de análisis<sup>4.5</sup>.
3. Se considerará que el porcentaje de mejoramiento del sistema vial es igual al porcentaje de reducción en los costos de operación vehicular.

---

<sup>4.4</sup> Ver CAPITULO III de este documento.

<sup>4.5</sup> MONOGRAFÍA No 18, PMDU Santa Ana, Septiembre de 1997. (Parque vehicular proyectado a la actualidad)



- ✓ Costos de Operación Anual<sup>4.6</sup> por vehículo bajo las condiciones actuales del sistema vial:

<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO</b>
CAMBIO DE ACEITE	\$ 50.00
SUSPENSION	\$100.00
FRENOS	\$100.00
LLANTAS	\$ 80.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$330.00 /POR VEHÍCULO AL AÑO</b>

Con la información anterior se puede determinar los Costos de Operación Actual del parque vehicular de la Ciudad de Santa Ana.

$$C_{ACTUAL} = 53,063 \text{ Vehiculos} \times \$330.00 / \text{Año} \times \text{Vehiculo}$$

$$C_{ACTUAL} = \$17,510,790.00 / \text{Año}$$

- ✓ Reducción en los Costos de Operación Anuales.

Longitud Vial Pavimentada a Reparar:	23,184 Km
Longitud Total Pavimentada	85.800 Km
Porcentaje de longitud a Mejorar	27.02 %

Reducción en Costos de Operación Anuales:

$$RCO = CO_{ACTUAL} \times 27.02\%$$

$$RCO = \$17,510,790.00 / \text{Año} \times 0.2702$$

$$RCO = \$4.731,415.46 / \text{Año}$$

- ✓ El consumo de combustible promedio del vehículo de proyecto es de 20 Gal/mes, por lo tanto el consumo de combustible anual es:

$$CCA = 20 \text{ Gal} / \text{mes} - \text{vehiculo} \times 12 \text{ meses} \times 53,063 \text{ Vehiculos}$$

$$CCA = 12,735,120 \text{ Gal} / \text{Año}$$

- ✓ Recaudación Anual de Impuestos aplicados al combustible:

$$RIC = 12,735,120 \text{ Gal} / \text{Año} \times \$0.20 / \text{Gal}$$

$$RIC = \$2,547,024.00 / \text{Año}$$

<sup>4.6</sup> FUENTE: Informe de Mantenimiento Vehicular, DIDEA S.A. de C.V. Año 2004.

- ✓ Recaudación Anual de Impuestos Cobrados en Concepto de Pavimentación por la Alcaldía Municipal:

$$RPM = \$17,142.86 \text{ Meses}$$

$$RPM = \$205,714.86 / \text{Año}$$

#### RESUMEN

- Reducción en Costos de Operación	\$4.731,415.46/Año
- Recaudación por Impuestos al Combustible	\$2.547,024.00/ Año
- Recaudación por Pavimentación Municipal	\$ 205,714.86/ Año

#### **4.6.4 Evaluación de los Indicadores Económicos que traería la puesta en marcha del Proyecto**

##### **Análisis Beneficio/Costo (B/C):**

Esta relación se obtiene como cociente de los flujos de efectivo descontados a una tasa de actualización internacional<sup>4.7</sup> del 12%. El criterio de selección según este indicador consiste en aceptar el proyecto cuando los beneficios son mayores a los costos  $B/C > 1$  y rechazarlo en caso contrario.

Costos: se realizarán al inicio de cada año.

$$P / A, i = 12\%, 5 \text{ años}, 263,694.60 \Rightarrow 1.064,627.22$$

$$P / A, i = 12\%, 2 \text{ años}, 2.219,259.74 \Rightarrow 4200741.65$$

$$\$ 5,265,368.87$$

<sup>4.7</sup> Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Zona Conurbada de Tampico, Tam. Gobierno del Estado de Tamaulipas, Diciembre de 1997.

Beneficios: se tendrán al final de cada año.

$$P/F, i = 12\%, \text{año}0, F = \$0.0 \Rightarrow P = \$0.0$$

$$P/F, i = 12\%, \text{año}1, F = \$748064332 \Rightarrow P = \$667914582$$

$$P/F, i = 12\%, \text{año}2, F = \$762611873 \Rightarrow P = \$607949516$$

$$P/F, i = 12\%, \text{año}3, F = \$777457316 \Rightarrow P = \$553378761$$

$$P/F, i = 12\%, \text{año}4, F = \$792593786 \Rightarrow P = \$503707680$$

$$P/F, i = 12\%, \text{año}5, F = \$807141273 \Rightarrow P = \$457993635$$

$$\$27909441.74$$

Valor Presente de Ingresos (B) = \$27909441.74

Valor Presente de Egresos (C) = \$ 5,265,368.87

### RELACIÓN B/C = 5.3

El Proyecto puede aceptarse, ya que puede obtenerse por cada dólar invertido 4.3 dólares anuales, es decir, el proyecto es Rentable.

#### Valor Actual Neto (VAN):

Sobre los flujos de efectivo descontados a la tasa de actualización del 12% durante el período de evaluación. El criterio de selección para este indicador consiste en aceptar el proyecto en el que la suma total de los beneficios es superior a la suma total de los costos a lo largo del tiempo, es decir, que la suma debe ser positiva o de otro modo que se cumpla:

$$\sum_{j=1}^{j=n} (B_j - C_j)(1+i)^{-j} > 0$$

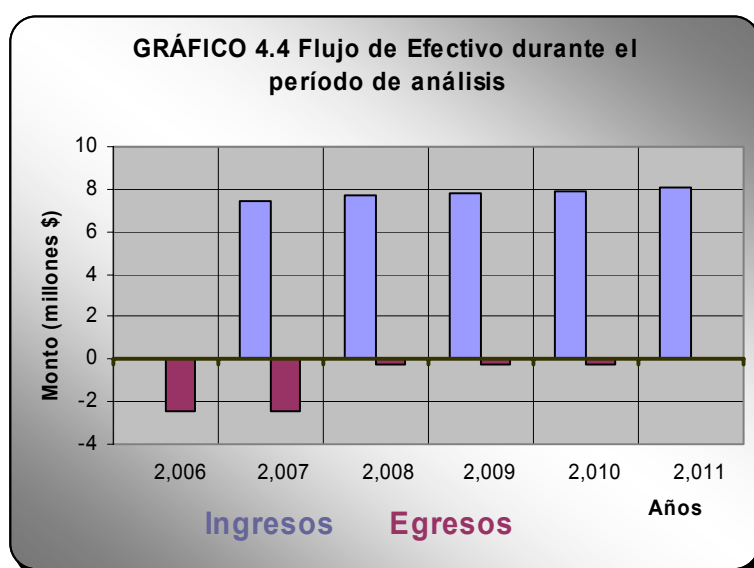
En forma resumida, las fuentes de financiamiento propuestas contribuirían al proyecto en la siguiente forma (Tabla 4.16 y 2.17), a lo largo del período de estudio.

**TABLA 4.16 Ingresos para el financiamiento del programa proyectado a cinco años**

No	Año	Pveh	RCO	RIC	RPM	TOTAL
1	2,006	53,063	4.727,913.3	2.547,015.70	205,714.32	7.480,643.32
2	2,007	54,124	4.822,448.4	2.597,956.01	205,714.32	7.626,118.73
3	2,008	55,207	4.918,943.7	2.649,915.14	205,714.32	7.774,573.16
4	2,009	56,311	5.017,310.1	2.702,913.44	205,714.32	7.925,937.86
5	2,010	57,337	5.108,726.7	2.756,971.71	205,714.32	8.071,412.73

FUENTE: Elaboración Propia.

Por tanto para el cálculo del VAN se tiene con  $i=12\%$



FUENTE: Elaboración Propia

**TABLA 4.17 Determinación de la VAN**

Año(j)	Ingresos(B)	Egresos(C)	$(B-C)(1+i)^{-j}$
0	0.00	2.482,954.34	- 2.482,954.34
1	7.480,643.32	2.482,954.34	4.462,222.30
2	7.626,118.73	263,694.60	5.869,279.44
3	7.774,573.16	263,694.60	5.346,095.00
4	7.925,937.86	263,694.60	4.869,494.11
5	8.071,412.73	0.00	4.579,936.34

$$VAN = \sum (B-C)(1+i)^{-j} = 22.644,072.86 > 0$$

FUENTE: Elaboración Propia

El proyecto puede aceptarse.

### Tasa Interna de Retorno (TIR):

Aplicada sobre el flujo de efectivo del proyecto y que se define como la tasa de actualización que iguala a cero al Valor Actual Neto. El criterio de selección para éste indicador consiste en calcular la TIR y compararla con la tasa de rendimiento mínima atractiva (TREMA) del proyecto. Según el criterio del Banco Mundial la TREMA debe ser similar a la tasa de descuento, es decir, el 12%. Entonces la aceptación de da siempre que  $TIR > TREMA$  o de otra manera que:

$$\sum_{j=1}^{j=n} (B_j - C_j)(1 + TIR)^{-j} \equiv 0 \Rightarrow TIR > i$$

**TABLA 4.18 Determinación de la TIR**

Año(j)	Ingresos(B)	Egresos(C)	$(B_j - C_j)(1 + TIR)^{-j}$
0	0.00	2.482,954.34	$-2.482,954.34(1 + TIR)^{-0} +$
1	7.480,643.32	2.482,954.34	$4.993,688.98(1 + TIR)^{-1} +$
2	7.626,118.73	263,694.60	$7.362,424.13(1 + TIR)^{-2} +$
3	7.774,573.16	263,694.60	$7.510,878.56(1 + TIR)^{-3} +$
4	7.925,937.86	263,694.60	$7.662,243.26(1 + TIR)^{-4} +$
5	8.071,412.73	0.00	$8.071,412.73(1 + TIR)^{-5} =$

= 0.00

FUENTE: Elaboración Propia

Al igualar la VAN al valor de cero se obtiene que el plan de mantenimiento presenta una TIR de 230.15%; en otras palabras:

$$TIR = 230.15\% > TREMA = 12\%$$

Por lo tanto el proyecto puede aceptarse.

**CAPITULO V**

**“CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES”**

## CONCLUSIONES

- ✓ La metodología de evaluación de daños propuesta en el documento es apta para ser aplicada en el levantamiento de daños de cualquier sistema de vías de tipo urbano, ya que está basada en normas internacionales de evaluación de daños en la estructuración de pavimentos en vías terrestres.
- ✓ Del inventario del sistema vial de la ciudad de Santa Ana, se obtuvo que el tipo de pavimento que presenta una pérdida acelerada en el nivel de servicio es el que posee una superficie adoquinada, debido a que por estos se encuentran sometidos a repetidas sobrecargas, drenaje superficial deficiente y falta de un correcto mantenimiento.
- ✓ Gran cantidad de los daños encontrados en las arterias del Sistema Vial de la ciudad, tienen como causa principal la retención de agua en su estructura, lo cual es generado por frecuentes inundaciones provenientes del sector sur poniente, acompañada de la obsolescencia del sistema de drenaje en el centro histórico, así como la inexistencia de estos en algunas zonas.
- ✓ Las técnicas de reparación que se emplean regularmente en el medio, no alcanzan los resultados esperados, ya que algunas de las reparaciones puntuales se realizan constantemente mientras que otras son abandonadas inhabilitando el flujo continuo del tráfico vehicular.
- ✓ La intensidad de las medidas de solución propuestas en este documento, se deben a que los daños encontrados son de alta severidad ameritando una rehabilitación y mantenimiento correctivo inmediato, intensidad que variará con la continuidad y la ejecución de éste tipo de proyectos.

- ✓ De la evaluación económica realizada a las fuentes de financiamiento para la inversión necesaria para la ejecución del proyecto propuesta para un año, se tiene que el proyecto es viable ya que cumple con los parámetros económicos evaluados.
  
- ✓ Cualquier reparación puntual o localizada que se realice sobre la carpeta asfáltica de los pavimentos flexibles que presenten un daño superior al 40% de su superficie, resultará ineficiente, debido a que ésta se encuentra en su mayoría deteriorada y en un corto tiempo la superficie que rodea el área reparada fallará y contribuirá a que la reparación también falle, lo que generará que la vía siempre presente pésimas condiciones.
  
- ✓ Es preferible solucionar definitivamente y mediante las técnicas adecuadas el problema de un pavimento deteriorado, que darle continuos arreglos provisionales que a la larga resulten más costosos, más molestos para los usuarios y que el resultado es un aplazo de la verdadera solución.
  
- ✓ Actualmente existe por parte de las instituciones responsables del mantenimiento del sistema vial, un retraso prolongado en el mantenimiento y conservación de vías urbanas, actuando básicamente hasta que los daños han superado niveles de degradación elevados, reaccionando solo con un mantenimiento correctivo, lo cual debe ser minimizado y fomentar un mantenimiento de tipo preventivo. Un indicador de esto es el diagnóstico realizado, que proporcionó en su mayoría daños de severidad alta para el año 2004,



## RECOMENDACIONES

- ✓ Debe realizarse un inventario de daños anualmente, para destinar los fondos que se recaudarán a las actividades de mantenimiento que se ejecutarán.
- ✓ Crear una entidad que en representación de cada una de las instituciones encargadas de velar por el mejoramiento y la conservación del Sistema Vial Urbano, coordine los proyectos adecuados a las necesidades de la red vial.
- ✓ La entidad encargada del sistema de drenaje pluvial, debe realizar un mantenimiento consistente de este, así como también la proyección de ampliaciones y nuevos sistemas de drenaje en las zonas que se carece del mismo.
- ✓ Es necesario la realización de estudios más especializados que ayuden a determinar las condiciones reales de la estructura del pavimento, con el fin de obtener parámetros que contribuyan a mejorar los diseños existentes.
- ✓ Los trabajos a ejecutar deberán estar regidos por normas internacionales de construcción aplicada a pavimentos, acompañada de una supervisión efectiva que garantice
- ✓ Impulsar un programa de señalización en todo el sistema vial por parte de la entidad responsable.
- ✓ Minimizar los riesgos que generan las intersecciones ubicadas a lo largo del By Pass y Boulevard los 44, con la implementación de carriles de incorporación, de aceleración y deceleración, retornos entre otros.

- ✓ A la implementación de plan estratégico de mantenimiento anual se le debe dar la continuidad que el mantenimiento de vías terrestres exige, ya que de esto, dependerá el estado futuro del Sistema Vial de la ciudad.
- ✓ Implementar una normativa que establezca el uso de vías urbanas en base a la capacidad de éstas, así como también restringir los usos para los cuales han sido diseñadas, para su conservación
- ✓ Supervisar y controlar los procesos constructivos de las nuevas vías de zonas residenciales, las cuales deben cumplir con requerimientos estructurales y geométricos para integrarse al sistema existente de la ciudad.
- ✓ Las reparaciones que se efectúen, ya sean estas deficiencias superficiales, daños estructurales, envejecimiento del pavimento, rotura del pavimento para instalaciones hidráulicas, entre otras, dentro de la red vial pavimentada de la ciudad de Santa Ana, independientemente la institución que la ejecute, además de ser controladas por las técnicas de mantenimiento adecuadas, deben ser acorde al tipo de pavimento.
- ✓ En algunas arterias de la ciudad el recarpeteo no es una solución técnicamente aceptable, ya que se altera geoméricamente la sección transversal, reduciendo la capacidad de desalojo de las aguas superficiales, por lo que debe ser considerado un tratamiento como Fresado en Frío o en su defecto el reciclado.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Evaluación e Investigación de Daños en Pavimentos.  
Ing. Cruz Aníbal Nájera. Segundo Congreso Nacional de Vías Terrestres. Antigua Cuzcatlan, 25 al 28 de Noviembre de 1998.
- ✓ Porqué y Como Rehabilitar un Pavimento?  
Ing. Alejandro Salazar Meléndez. Segundo Congreso Nacional de Vías Terrestres. Antigua Cuzcatlan, 25 al 28 de Noviembre de 1998.
- ✓ Revista del Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto.  
Publicación número 28. San Salvador, marzo del 2003. Pag.16 a 23.
- ✓ Revista del Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto.  
Publicación número 29. San Salvador, Junio del 2003. Pag.16 a 25.
- ✓ Construcción, Mantenimiento y Reparación de Pavimentos de Adoquines de Concreto, Notas Técnicas Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC). Pag. 16 y 17.
- ✓ Guía para el Diseño de y Construcción de Pavimentos Rígidos.  
Ing. Aurélio Salazar Rodríguez, IMCYC 1ª Ed. 1998.
- ✓ Manual para la Ejecución del Inventario Vial por Medios Visuales  
Ministerio de Obras Públicas, Unidad de Planificación Vial. Abril de 1999
- ✓ Ingeniería de Carreteras. Paul H. Wright. Instituto Tecnológico de Georgia. LIMUSA 1999.
- ✓ Reparación y Mantenimiento de las calles Pavimentadas en la ciudad de Santa Ana. Trabajo de Grado presentado por: Daniel Paniagua Torres. Diciembre 1,988, Universidad Occidental de El Salvador.

- ✓ Catálogo de Daños de Mantenimiento Por Carreteras. Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) Guatemala. Diciembre de 2000.
  
- ✓ MONOGRAFÍA No 18, PMDU Santa Ana, Septiembre de 1997.
  
- ✓ Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de la Zona Conurbada de Tampico, Tam. Gobierno del Estado de Tamaulipas, Diciembre de 1997.
  
- ✓ Técnicas de Rehabilitación Superficial de Pavimentos Asfálticos, Unidad de Planificación Vial, Ministerio de Obras Públicas, 2004
  
- ✓ American Public Work`s Association, Manual de Mantenimiento de Calles y Carreteras, FEDERAL HAGHWAY ADMINISTRATION, TEXAS ENGINEERING EXTENSION SERVICE. Parte I, Organización y Administración.

# **ANEXOS**

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1 Listado de los Corredores Viales Principales del Área Urbana de Santa Ana, M.O.P.- U.P.V.
- Anexo 2 Plano No 1. con la ubicación Gráfica de los Corredores Viales Principales del Área Urbana de la ciudad de Santa Ana, M.O.P.- U.P.V.
- Anexo 3 Descripción Técnica y Mapa (Plano No 2) del Radio Urbano de la ciudad de Santa Ana
- Anexo 4 Algunas Hojas del Catálogo de Daños del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras de la (SIECA), Guatemala, Diciembre 2000.
- Anexo 5 Formato para el Levantamiento de Daños.
- Anexo 6 Plano No 3. Mapa con Vías Pavimentadas y no Pavimentadas.  
Plano No 4. Mapa con Anchos de Rodaje.
- Anexo 7 Fotografías y descripción de los daños encontrados en el diagnóstico realizado.
- Anexo 8 Mapa (Plano No 5) conteniendo la Propuesta Proyectada de Rehabilitación del programa anual para la ciudad de Santa Ana.
- Anexo 9 Partidas de Costos Unitarios para Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos.

# **ANEXOS 1 y 2**

Listado y Mapa (Plano No 1)  
con la ubicación Gráfica de los  
Corredores Viales Principales del  
Área Urbana de la ciudad de  
Santa Ana, M.O.P.- U.P.V.

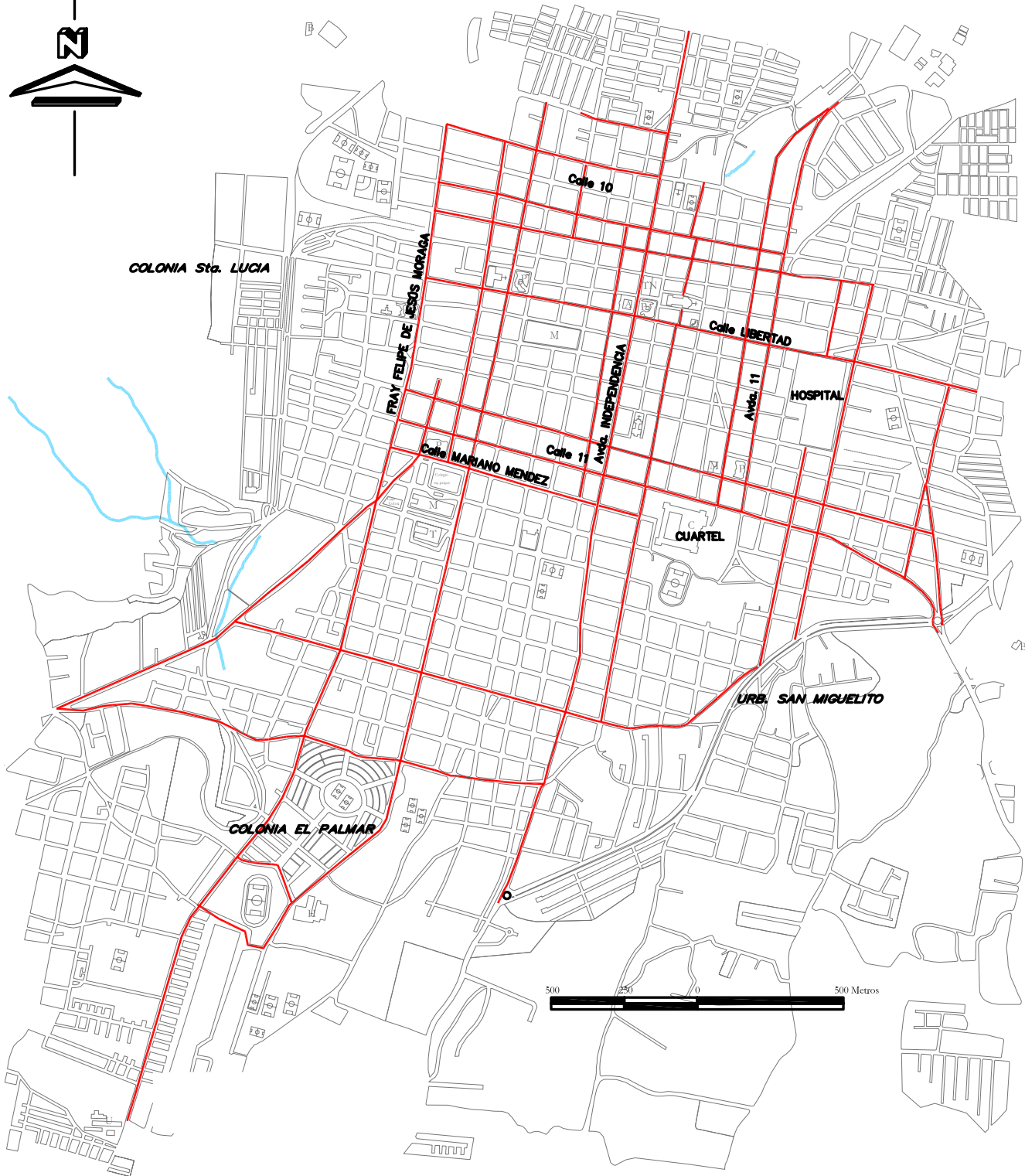
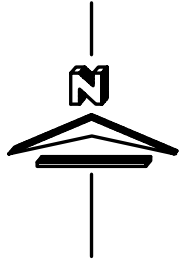




República de El Salvador  
 Ministerio de Obras Públicas  
 Viceministerio de Obras Públicas - Unidad de Planificación Vial  
 Dirección de Inventario Vial  
 Departamento de Santa Ana



Vía	Tramo	Eje	Ancho de calzada	Longitud	Promedio IRI	Promedio MDR	Promedio DPI
8ª Calle Oriente - Poniente	11 Av. Norte - Av. Fray Felipe de Jesús Moraga	1	5.33	1.28	4877	84	74
6ª Calle Oriente - Poniente	17 Av. Norte - Av. Fray Felipe de Jesús Moraga	2	5.53	1.534	7645	85	69
12ª Calle Oriente - Poniente	17 Av. Norte - Av. Fray Felipe de Jesús Moraga	3	7.77	0.649	9243	74	58
Calle Libertad Oriente - Poniente	Gimnasio Santaroco - Av. Fray Felipe de Jesús Moraga	4	5.95	1.955	7749	69	59
11 Calle Oriente - Poniente	Redondeo el Molino - Av. Fray Felipe de Jesús Moraga	5	7.62	2.341	7784	65	53
25ª Calle Oriente - Poniente	Intersección By Pass - Calle Aldea San Antonio	6	5.88	3.858	5736	70	66
31 Calle Oriente - Poniente	Av. Independencia Sur - Calle Aldea San Antonio	7	9.71	1.693	4972	88	77
Calle José Mariano Méndez Oriente - Poniente	Av. Fray Felipe de Jesús Moraga - 3ª Av. Sur	8	8.43	0.891	7556	73	58
33 Calle Poniente	Av. Fray Felipe de Jesús Moraga - Av. Santa Ana California	9	8.37	0.287	7402	100	81
43 Calle Poniente	Av. Fray Felipe de Jesús Moraga - Av. Santa Ana California	10	11.40	0.082	8723	100	78
Calle Aldea San Antonio	CA01W - 14 Av. Sur	11	9.93	1.64	8751	72	61
Av. Fray Felipe de Jesús Moraga	Calle El Chupadero - 12 Calle Poniente	12	6.50	6.518	8173	72	57
Av. José Matías Delgado	Calle Mariano Méndez - 17 Calle Poniente	13	7.21	1.126	7453	75	61
Av. Santa Ana California	13 Calle Poniente - 14 Calle Poniente	14	8.13	3.83	7803	81	66
Av. Independencia Norte - Sur	20 Calle Oriente - By Pass	15	7.25	4.373	6600	76	66
3ª Av. Norte - Sur	12 Calle Oriente - 25ª Calle Oriente	16	6.07	1.727	7919	77	61
11 Av. Norte - Sur	11 Calle Oriente - Puente Río Sucio (Salida a Metapan)	17	8.13	3.055	5480	84	73
9ª Av. Norte - Sur	11 Calle Oriente - La Calle	18	5.23	1.294	7628	89	71
15 Av. Norte - Sur	By Pass - 8ª Calle Oriente	19	7.94	0.755	8033	87	63
17 Av. Norte - Sur	6ª Calle Oriente - By pass	20	7.49	1.244	7397	71	64
Salida Hacia Ahuachapán	Calle a San Antonio - CA01W (El Portezuelo)	21	6.62	2.533	6578	80	68
Calle Principal del Portezuelo	Antigua Dv. El Portezuelo - CA01W El Portezuelo	22	6.80	1.777	4851	68	59
By Pass, Blvd. Los 44	CA12N - CA01W (El Trebol)	23	7.45	13.207	7447	53	43
Antigua CA12	Calle Aldea San Antonio - CA01W	24	7.54	1.74	8026	86	67
Calle Santa Luisa	Av. Fray Felipe de Jesús Moraga - 11 Calle Oriente	25	8.38	1.212	7961	72	68
5ª Calle Oriente	CA12N - Av. Fray Felipe de Jesús Moraga	26	6.65	2.584	7120	57	47
4ª Calle Poniente - Oriente	Av. Fray Felipe de Jesús Moraga Norte - 11 Avenida Norte	27	5.55	1.208	5922	75	63
5ª Calle Poniente - Oriente	Av. Fray Felipe de Jesús Moraga Norte - 13 Avenida Sur	28	4.72	1.267	7611	90	73
2ª Av. Sur - Norte	15 Calle Poniente - 14 Calle Poniente	30	6.60	1.66	7935	87	70
1ª Av. Norte - Sur	9ª Calle Oriente - 7ª Calle Oriente	31	5.25	0.622	7529	74	60
5ª Av. Norte - Sur	8ª Calle Oriente - 11 Calle Oriente	32	5.02	0.883	8139	82	68
13 Av. Norte - Sur	11 Calle Oriente - 3ª Calle Oriente	33	7.60	0.429	8257	90	71
4ª Av. Norte - Sur	26ª Calle Poniente - 8ª Calle Poniente	34	6.25	1.676	6344	85	71
14 Av. Sur	Redondeo El Palmer - 15 Calle Poniente	35	8.24	0.94	7973	61	49



**—** Corredores Viales Principales M.O.P

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
**CORREDORES VIALES PRINCIPALES**  
 ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SANTA ANA

U.P.V - M.O.P

PROYECTO:

"Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación  
 del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana"

PRESENTAN:

Martínez Escobar, José Jaime  
 Rivas, Edén Valdimir  
 Salinas Vásquez, Eduardo Isaac

DOCENTE DIRECTOR:

Ing. Miguel Ángel Marroquín G.

DOCENTE DIRECTOR ADJUNTO:

Ing. Salvador Eliseo Meléndez.

DIBUJO:

1:20,000

PLANO No 1

FECHA: MAYO/2004

ANEXO No 2

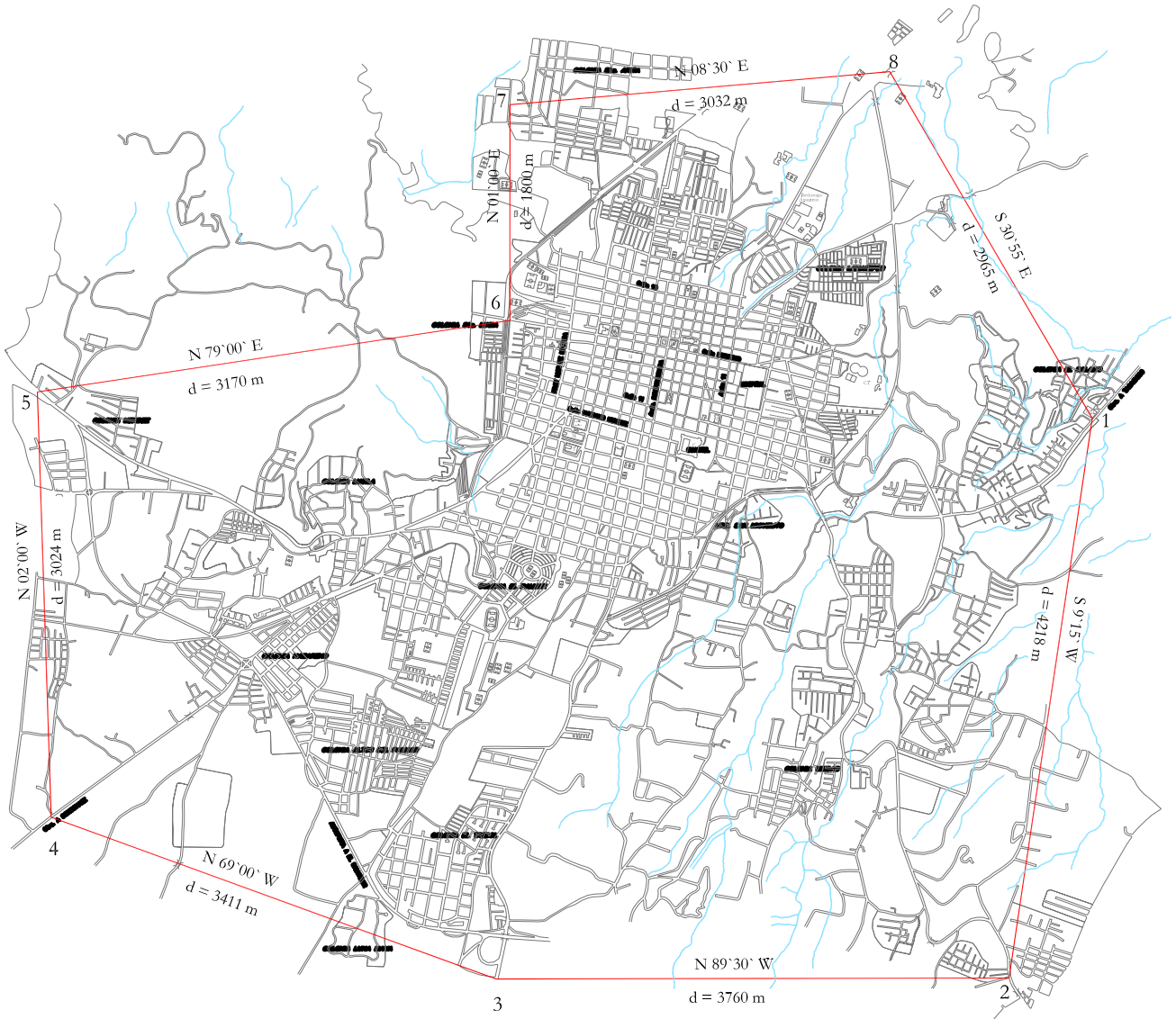
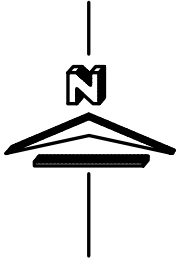
# **ANEXO 3**

Descripción Técnica y Mapa  
(Plano No 2) del Radio Urbano de  
la ciudad de Santa Ana

## **RADIO URBANO**

Descripción Técnica del Radio Urbano de la Ciudad de Santa Ana.

Partiendo del punto Número Uno, ubicado en la esquina Sur - Este de la Sub - Estación CEL y calle a San Luis La Planta, Cantón Natividad, con rumbo S 9° 15' W y distancia de 4,218.00 mts., se localiza el punto Número Dos, ubicado en el esquinero Sur-Este, de la lotificación La Colina y carretera Antigua a San Salvador, de este con rumbo N 89° 30' W y distancia de 3,760.00 mts. Se localiza el punto Número Tres, ubicado en la intersección de calle que conduce al Lago de Coatepeque y calle que conduce a cantón Ochupse Abajo, de este con rumbo, N 69° 00' W y distancia de 3,411.00 mts, se localiza el punto Número Cuatro, ubicado a 1,710.00 mts, del Trébol de autopista sobre la carretera que conduce a Sonsonate, de esta con rumbo de N 02° 00' W y distancia de 3,024.00 mts, se localiza el punto Número Cinco ubicado sobre la carretera a Candelaria a 315.00 mts, de la interconexión de autopista y calle a Candelaria de la Frontera, de este con rumbo N 79° 00' E y distancia de 3,170.00 mts, se localiza el punto Número Seis, ubicado en el esquinero Noroeste de la Fábrica Bemis, S. A. y final de calle Libertad poniente, de este con rumbo N 01° 00' E y distancia de 1,800.00 mts, se localiza el punto Numero Siete, ubicado sobre la quebrada que está situada al poniente de la final Avenida Central de la colonia Santa Eduviges, de este con rumbo S 08° 30' E y distancia de 3,032.00 mts, se localiza el punto Número Ocho, ubicado en el puente del río Sudio sobre carretera que conduce a Metapán, de este con rumbo S30° 55' E y distancia de 2,965.00, se localiza el punto Número Uno donde se inició la presente Descripción.



**— LÍMITE RADIO URBANO**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  <b>RADIO URBANO DE LA CIUDAD DE SANTA ANA</b>	PROYECTO:  <b>"Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana"</b>	DOCENTE DIRECTOR: Ing. Miguel Ángel Marroquín G.	PLANO No 2
	PRESENTAN: Martínez Escobar, José Jaime Rivas, Edén Valdimir Salinas Vásquez, Eduardo Isaac	DOCENTE DIRECTOR ADJUNTO: Ing. Salvador Eliseo Meléndez.	DIBUJO: 1:50,000

# **ANEXO 4**

Catálogo de Daños del  
Manual Centroamericano de  
Mantenimiento de Carreteras de la  
SIECA Guatemala, Diciembre 2000

# **ANEXO 5**

Formato para el  
Levantamiento de Daños.

"Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana"  
 HOJA DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

Calle o Avenida:  
 Evaluador:

Ancho:

Ancho:

Ancho:

Ancho:

Fecha:

TRAMO	DESDE			HASTA			DESDE			HASTA			DESDE			HASTA			OBSERVACIONES
	SEVERIDAD	u	CANTIDAD	SEVERIDAD	u	CANTIDAD	SEVERIDAD	u	CANTIDAD	SEVERIDAD	u	CANTIDAD	SEVERIDAD	u	CANTIDAD				
<b>DAÑOS A PAVIMENTOS DE CONCRETO ASFALTICO</b>	A: ALTA M: MEDIA B: BAJA			A: ALTA M: MEDIA B: BAJA			A: ALTA M: MEDIA B: BAJA			A: ALTA M: MEDIA B: BAJA			A: ALTA M: MEDIA B: BAJA						
<b>A. FISURAS Y GRIETAS</b>																			
A.1 FISURAS PIEL DE COCODRILO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
A.2 FISURAS EN BLOQUE	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
A.3 FISURAS EN ARCO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
A.4 FISURA TRANSVERSAL	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
A.5 FISURA LONGITUDINAL	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
A.6 FISURA POR REFLEXIÓN DE JUNTA	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>B. DEFORMACIONES SUPERFICIALES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b>																			
B.1 AHUELLAMIENTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
B.2 CORRIMIENTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
B.3 CORRUGACIÓN	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
B.4 HINCHAMIENTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
B.5 HUNDIMIENTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>C. DESINTEGRACIÓN EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b>																			
C.1 BACHE	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
C.2 PELADURA	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
C.3 DESINTEGRACIÓN DE BORDES	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>D. OTROS DETERIOROS EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b>																			
D.1 EXUDACIÓN DE ASFALTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
D.2 PARCHADOS Y REPARACIONES DE SERVICIOS PÚBLICOS	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>DAÑOS A PAV. DE CONCRETO HIDRÁULICO Y/O EMPEDRADOS FRAGUADOS</b>																			
<b>E. FISURAS</b>																			
E.1 FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.2 FISURA LONGITUDINAL	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.3 FISURA DE ESQUINA	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.4 LOSAS SUBDIVIDIDAS	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.5 FISURAS EN BLOQUE	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.6 FISURAS INDUCIDAS	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>DEFORMACIONES EN LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO</b>																			
E.7 LEVANTAMIENTO DE LOSAS	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.8 DISLOCAMIENTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.9 HUNDIMIENTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>DESINTEGRACIONES EN LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO</b>																			
E.10 DESCASCARAMIENTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.11 PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.12 PELADURAS	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.13 BACHE	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>DEFICIENCIAS DE JUNTAS EN LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO</b>																			
E.14 DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
E.15 DESPOSTILLAMIENTO	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>DEFICIENCIAS EN LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO</b>																			
E.16 FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAR	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B				
<b>DAÑOS A ESTRUCTURA DE PAVIMENTO SEMIRIGIDO (ADOQUINADOS)</b>	OBSERVACION			OBSERVACION			OBSERVACION			OBSERVACION			OBSERVACION						
E.17 DESGASTE DE LAS ARISTAS																			
E.18 PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE																			
E.19 HUNDIMIENTO( ) / PROTUBERANCIA( )																			
E. 20 PERDIDA DE ELEMENTOS																			
<b>SISTEMA COMPLEMENTARIO</b>	OBSERVACION			OBSERVACION			OBSERVACION			OBSERVACION			OBSERVACION						
SEÑALIZACION HORIZONTAL																			
SEÑALIZACION VERTICAL																			
OBRAS DE DRENAJE MENOR																			
ZONA PEATONAL																			

FUENTE: Manual Centroamericano de Mantenimiento por Carreteras (SIECA), 2000



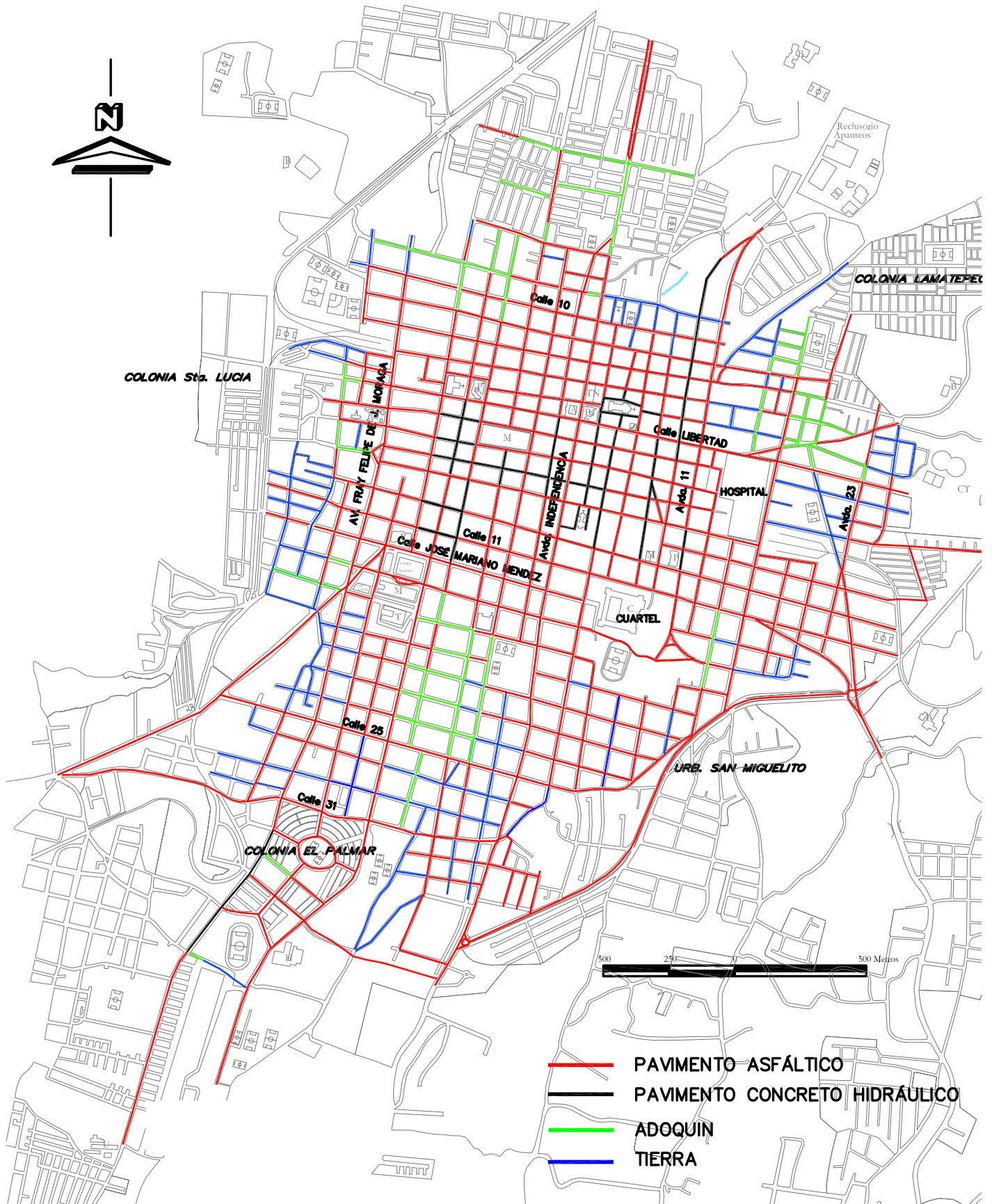
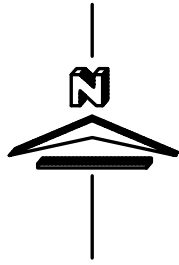
# **ANEXO 6**

Mapa (Plano No 3)

Vías Pavimentadas y no  
Pavimentadas de la ciudad de  
Santa Ana.

Mapa (Plano No 4)

Anchos de Rodaje de la ciudad de  
Santa Ana.



- PAVIMENTO ASFÁLTICO
- PAVIMENTO CONCRETO HIDRÁULICO
- ADOQUIN
- TIERRA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

**ESTADO ACTUAL DE LAS VÍAS DE  
 LA CIUDAD DE SANTA ANA**

PROYECTO:

"Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación  
 del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana"

PRESENTAN:

Martínez Escobar, José Jaime  
 Rivas, Edén Valdimir  
 Salinas Vásquez, Eduardo Isaac

DOCENTE DIRECTOR:

Ing. Miguel Ángel Marroquín G.

DOCENTE DIRECTOR ADJUNTO:

Ing. Salvador Eliseo Meléndez.

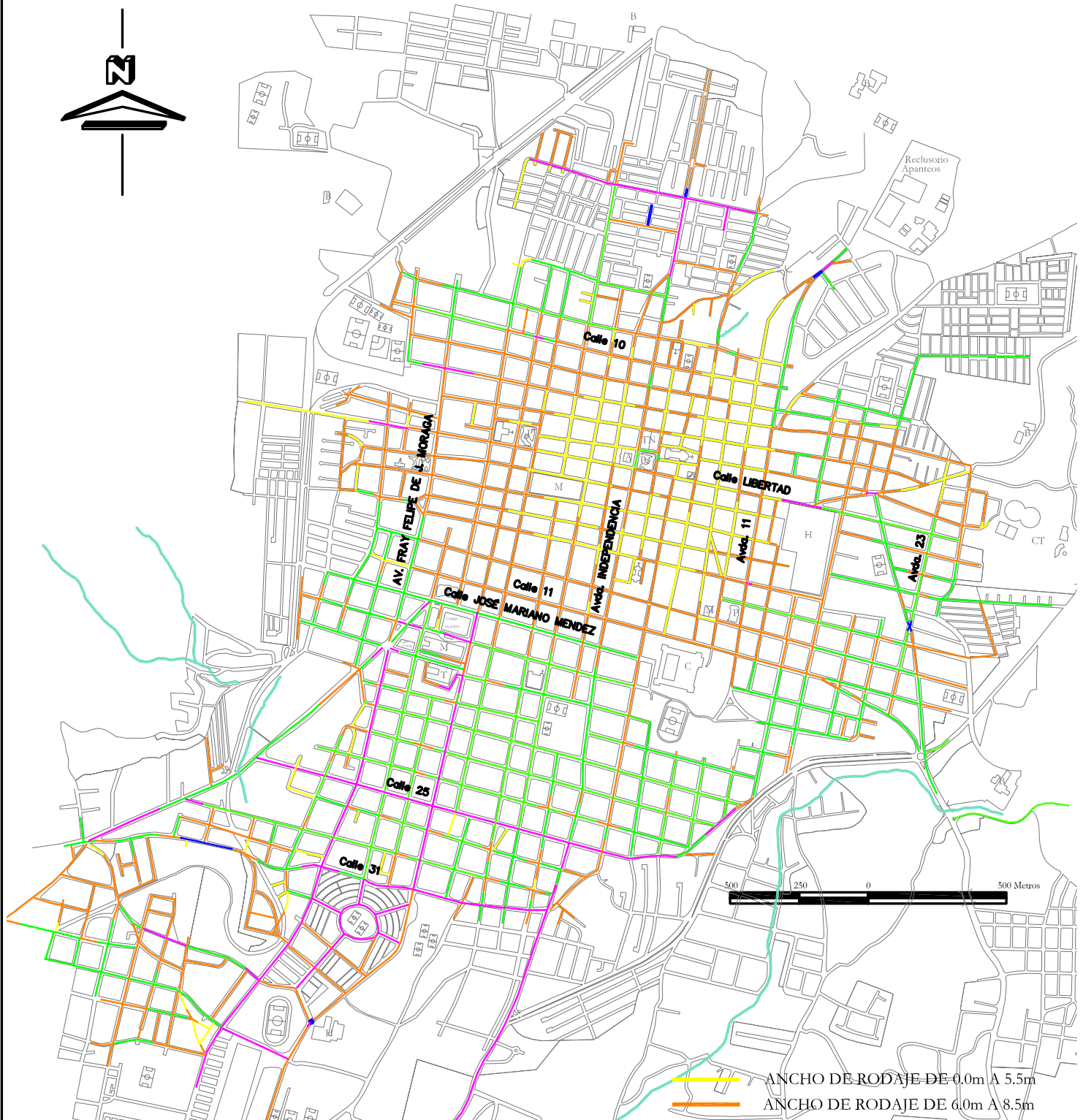
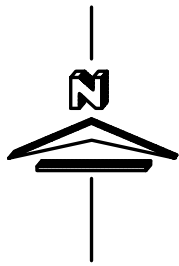
DIBUJO:

1:20,000

PLANO No 3

FECHA: JUNIO/2004

ANEXO No 6



- ANCHO DE RODAJE DE 0.0m A 5.5m
- ANCHO DE RODAJE DE 6.0m A 8.5m
- ANCHO DE RODAJE DE 9.0m A 11.5m
- ANCHO DE RODAJE DE 12.0m A 14.5m
- ANCHO DE RODAJE DE 15.0m A 17.5m
- ANCHO DE RODAJE DE 17.5m A Más

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
**ANCHOS DE RODAJE DEL ÁREA URBANA  
 DE LA CIUDAD DE SANTA ANA**  
 Unidad de Planificación Vial, Ministerio de Obras Públicas  
 U.P.V-M.O.P

PROYECTO:  
**"Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación  
 del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana"**

PRESENTAN:  
 Martínez Escobar, José Jaime  
 Rivas, Edén Valdimir  
 Salinas Vásquez, Eduardo Isaac

DOCENTE DIRECTOR:	PLANO No 4
Ing. Miguel Ángel Marroquín G.	
DOCENTE DIRECTOR ADJUNTO:	
Ing. Salvador Eliseo Meléndez.	
DIBUJO:	FECHA: JUNIO/2004
1:20,000	ANEXO No 6

# **ANEXO 7**

Fotografías y descripción de los  
daños encontrados en el  
diagnóstico realizado.

## ANEXO No 7

### DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA



**FOTOGRAFÍA No 1.** Se muestra el estado que posee el tramo de la 23 Av. Sur, comprendido entre la 9ª y 11ª Calle Ote. En el que se observa un estado avanzado de desintegración y pérdida de los agregados de la carpeta de rodamiento.



**FOTOGRAFÍA No 2.** En la imagen puede observarse el estado en que se encuentra la 17ª Av. N, en el tramo ubicado entre la 8ª y 10ª Calle Ote., los hundimientos existentes son debido al mal drenaje y a la sobrecarga generada por los autobuses en las estaciones que realiza.



**FOTOGRAFÍA No 3.** Pozo de visita colapsado debido a la desintegración de la carpeta de rodamiento a raíz de la infiltración de agua, en la 17ª Av. N y la 4ª Calle Ote.



**FOTOGRAFÍA No 4.** En la imagen se muestra la 17ª av. N, entre la 8a y 10a Calle Ote., en la que puede observarse el estado de la vía, en la que existe hundimientos y desprendimiento de los materiales de los recarpeteos realizados sobre el pavimento de adoquín.



**FOTOGRAFÍA No 5.** En la imagen puede observarse la falta de espacio destinado a la circulación peatonal en una de las zonas de mayor auge comercial ubicada en la Av. Independencia Sur entre la 31 y 33 Calle.



**FOTOGRAFÍA No 6.** Puede observarse la pérdida de elementos en el tramo de la 4ª Av. Sur en la intersección con la 23 Calle Pte.



**FOTOGRAFÍA No 7.** En la imagen se muestra la 6ª av. S, entre la 15 y 17 Calle Pte., en la que puede observarse el estado de esta en la que existe un desprendimiento de los materiales de los recarpeteos realizados sobre el pavimento de adoquín.



**FOTOGRAFÍA No 8.** Muestra la 10ª av. S, entre la 15 y 17 Calle Pte., puede observarse el mal estado del pavimento, así como también la obstaculización que en el tramo comprendido entre la Calle José Mariano Méndez y la 19ª Calle Pte., se da a diario, volviendo a la vía no apta para la circulación fluida.



**FOTOGRAFÍA No 9.** En la imagen puede observarse la Av. Fray Felipe de J Moraga S, entre la Calle Barcelona y la 47 Calle Pte., en la que se muestra el deterioro que esta ha sufrido, debido a la deficiencia del Sistema de Agua Potable que en el lugar se encuentra, así como también una serie de ahuellamientos y corrimientos.



**FOTOGRAFÍA No 10.** Puede observarse la Av. Fray Felipe de J Moraga S, entre la 19ª y la 21 Calle Pte., el tramo en mención posee una serie de ahuellamientos y corrimientos de la carpeta de rodamiento, acompañada de baches y parchados deficientes y sedimentos de material de arrastre de la escorrentía superficial que sobre el rodamiento se desplaza.



**FOTOGRAFÍA No 11.** Muestra la 10ª Calle Pte. Entre la 6ª y 8ª Av. N, en la que puede observarse bache generados en la carpeta de rodamiento debido al sistema de drenaje superficial deficiente, ya que el tramo de la vía no existe cordón cuneta.



**FOTOGRAFÍA No 12.** Puede observarse la falta de drenaje superficial en la intersección de la 14 Calle Pte. Y la 8ª Av. N., lo que ha generado un deterioro avanzado en el pavimnto.





**FOTOGRAFÍA No 13.** Muestra la Prolongación de la Calle Libertad Pte., en la que puede observarse el deterioro de esta entre la 18 y 20 Av.



**FOTOGRAFÍA No 14.** Puede observarse la 23 Calle Pte. Entre la 6ª y 8ª Av. S, el tramo en mención posee una serie de hundimientos y pérdida de elementos y daños en la base del pavimento debido a la infiltración de agua procedente de la escorrentía superficial.



**FOTOGRAFÍA No 15.** Muestra la Calle Perimetral de la Urbanización “El Trébol”, la cual ya no es apta para realizar reparaciones puntuales, debido a su estado avanzado de deterioro.



**FOTOGRAFÍA No 16.** Muestra la Calle Perimetral de la Urbanización “El Trébol”, en la que puede observarse la descomposición de la carpeta de rodamiento.



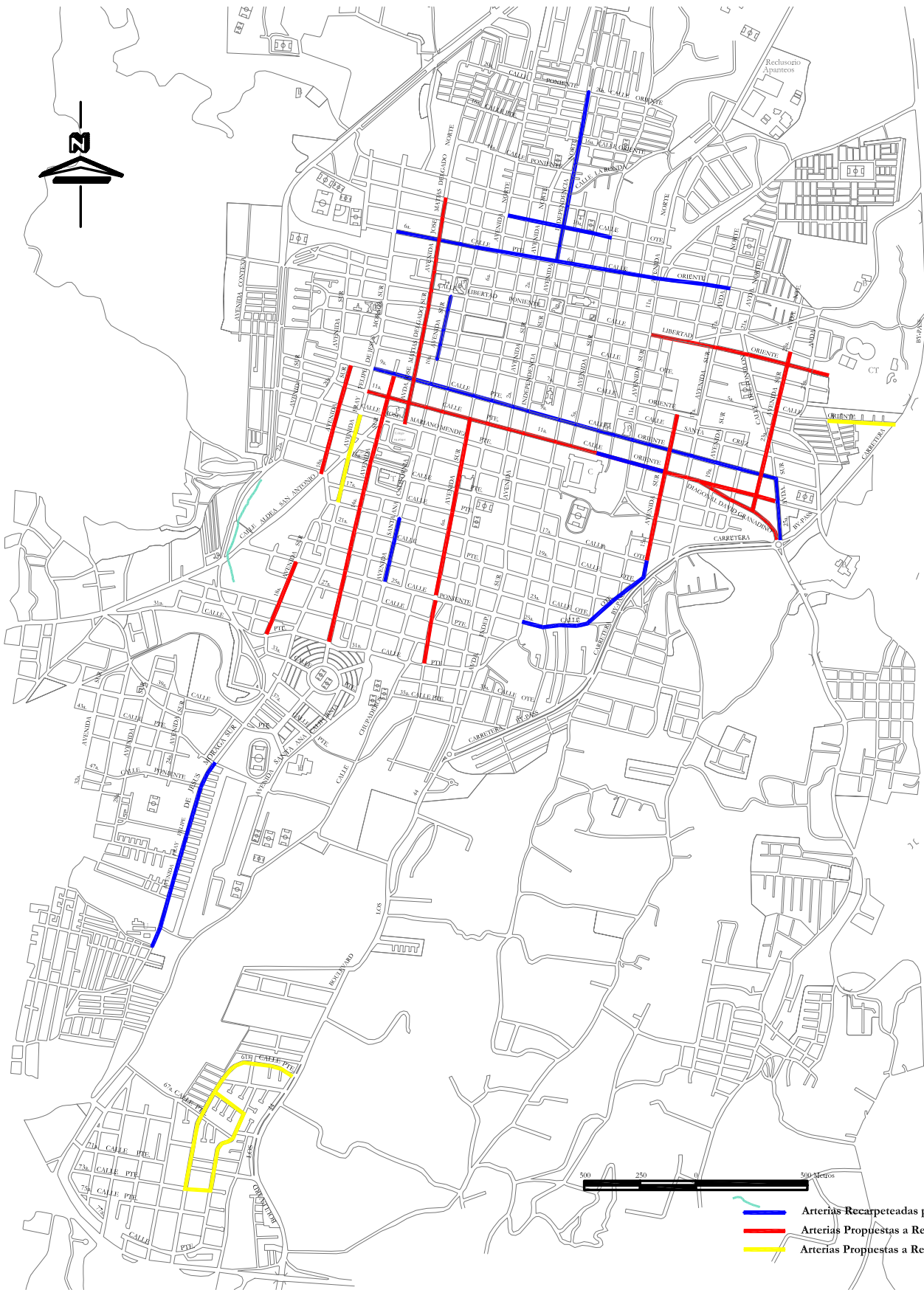
**FOTOGRAFÍA No 17.** En la imagen puede observarse la prolongación de la 7ª Calle Ote, en la Urbanización “El Molino”, en la que debido a la falta de reparaciones oportunas se ha perdido en un porcentaje considerable la serviciabilidad de la vía.



**FOTOGRAFÍA No 18.** Puede observarse el deterioro en el que se encuentra la Calle Principal que une a la Urbanización “El Molino” con la Colonia San Ernesto y el “By Pass” Norte, debido a su mal estado no presta el servicio adecuado a los usuarios de la zona que por esta transitan.

# **ANEXO 8**

Mapa (Plano No 5)  
Propuesta Proyectada de  
Rehabilitación del programa anual  
para la ciudad de Santa Ana.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PROYECTADA DE REHABILITACIÓN  
 DE LAS VIAS URBANAS DE SANTA ANA**

PROYECTO:  
**"Diagnóstico y Propuesta de Rehabilitación  
 del Sistema Vial de la Ciudad de Santa Ana"**

PRESENTAN: Martínez Escobar, José Jaime  
 Rivas, Edén Valdimir  
 Salinas Vásquez, Eduardo Isaac

DOCENTE DIRECTOR:	PLANO No 5
Ing. Miguel Ángel Marroquín G.	
DOCENTE DIRECTOR ADJUNTO:	
Ing. Salvador Eliseo Meléndez.	
DIBUJO:	FECHA: Ene/2005
1:25,000	ANEXO No 8

# **ANEXO 9**

Partidas de Costos Unitarios para  
mantenimiento y rehabilitación de  
pavimentos.

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: **Sello de Grietas y Fisuras en Pavimentos de Concreto Asfáltico**      UNIDAD: **ML**

**I. MATERIALES:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
PRODUCTO ASFÁLTICO	ML	1.000000	\$0.50	\$0.50

SUBTOTAL      \$0.50

**II. MANO DE OBRA:**

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR	10	\$6.97	1.90	\$132.43	800.00	\$0.17

SUBTOTAL      \$0.17

**III. EQUIPO:**

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
CALDERA DE APLICACIÓN	PORT	\$50.00	150.000000	\$0.33

SUBTOTAL      \$0.33

**IV. TRANSPORTE:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO

SUBTOTAL      \$0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>
----------------------------

\$1.00

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: **Bacheo Superficial en Pavimentos de Concreto Asfáltico**

UNIDAD: **M2**

**I. MATERIALES:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
MEZCLA ASFALTICA	M3	0.065000	\$92.00	\$5.98
EMULSION ASFALTICA (RIEGO DE LIGA)	GAL	0.200000	\$1.22	\$0.24

SUBTOTAL **\$6.22**

**II. MANO DE OBRA:**

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR	6	\$6.97	1.90	\$79.46	50.00	\$1.59
OPERADOR DE EQUIPOS	1	\$6.97	1.90	\$13.24	50.00	\$0.26
AUXILIAR DE LIGA	1	\$6.97	1.90	\$13.24	50.00	\$0.26

SUBTOTAL **\$2.12**

**III. EQUIPO:**

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
CORTADORA DE PAVIMENTO		\$15.00	25.000000	\$0.60
COMPACTADORA	3.0 TON	\$15.00	50.000000	\$0.30
CAMIÓN DE ESTACA	8.0 TON	\$40.00	50.000000	\$0.80
MINICARGADOR CON PERFILADORA DE PAVIMENTO		\$34.29	100.000000	\$0.34

SUBTOTAL **\$2.04**

**IV. TRANSPORTE:**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DISTANCIA	TARIFA	COSTO UNITARIO

SUBTOTAL **\$0.00**

**TOTAL COSTO DIRECTO**

**\$10.39**

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: *Bacheo Profundo en Pavimentos de Concreto Asfáltico*

UNIDAD: M2

### I. MATERIALES:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
MEZCLA ASFÁLTICA	M3	0.080000	\$92.00	\$7.36
EMULSION ASFÁLTICA (RIEGO DE LIGA)	GAL	0.200000	\$1.22	\$0.24
SUELO SELECTO	M3	0.500000	\$10.00	\$5.00
CEMENTO	BOLSA	0.050000	\$4.57	\$0.23
AGUA	M3	0.050000	\$3.43	\$0.17

SUBTOTAL \$13.00

### II. MANO DE OBRA:

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR	6	\$6.97	1.90	\$79.46	50.00	\$1.59
OPERADOR DE EQUIPOS	1	\$6.97	1.90	\$13.24	50.00	\$0.26
AUXILIAR DE LIGA	1	\$6.97	1.90	\$13.24	50.00	\$0.26

SUBTOTAL \$2.12

### III. EQUIPO:

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
CORTADORA DE PAVIMENTO		\$15.00	25.000000	\$0.60
COMPACTADORA	3.0 TON	\$15.00	50.000000	\$0.30
BAILARINA		\$6.00	2.500000	\$2.40
CAMIÓN DE ESTACA	8.0 TON	\$40.00	50.000000	\$0.80
MINICARGADOR CON PERFILADORA DE PAVIMENTO		\$34.29	100.000000	\$0.34

SUBTOTAL \$4.44

### IV. TRANSPORTE:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DISTANCIA	TARIFA	COSTO UNITARIO

SUBTOTAL \$0.00

**TOTAL COSTO DIRECTO**

**\$19.57**



## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: *Carpeta Asfáltica*

UNIDAD: *M3*

**I. MATERIALES:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
MEZCLA ASFÁLTICA	M3	1.000000	\$81.40	\$81.40
EMULSION ASFALTICA (RIEGO DE LIGA)	GAL	2.670000	\$1.22	\$3.26

SUBTOTAL \$84.66

**II. MANO DE OBRA:**

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR	20	\$6.97	1.90	\$264.86	100.00	\$2.65
AUXILIAR DE LIGA	2	\$6.97	1.90	\$26.49	100.00	\$0.26

SUBTOTAL \$2.91

**III. EQUIPO:**

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
COLOCACIÓN	S.G.	\$2,000.00	100.000000	\$20.00

SUBTOTAL \$20.00

**IV. TRANSPORTE:**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DISTANCIA	TARIFA	COSTO UNITARIO
TRANSPORTE MEZCLA ASFÁLTICA	1.00	M3/KM	50.000	\$0.15	\$7.50

SUBTOTAL \$7.50

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>\$115.07</b>
----------------------------	-----------------

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: Sello de Pavimento en Pavimentos de Concreto Asfáltico

UNIDAD: M2

### I. MATERIALES:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
GRAVA No0 (CHISPA)	M3	0.015000	\$22.00	\$0.33
EMULSION ASFÁLTICA CRS-2P	GAL	0.250000	\$1.22	\$0.31

SUBTOTAL \$0.64

### II. MANO DE OBRA:

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR PAVIMENTACIÓN	20	\$6.97	1.90	\$264.86	2,800.00	\$0.09

SUBTOTAL \$0.09

### III. EQUIPO:

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
MINICARGADOR CON BARREDORA		\$34.29	350.000000	\$0.10
ASFALTERO	1000	\$57.14	350.000000	\$0.16
RODO LISO (1 TANDEM)	10 TON	\$40.00	350.000000	\$0.11
CAMIÓN DE ESTACA	8.0 TON	\$40.00	350.000000	\$0.11

SUBTOTAL \$0.49

### IV. TRANSPORTE:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DISTANCIA	TARIFA	COSTO UNITARIO
TRANSPORTE DE GRAVA (PEDRERA SAN JACINTO)	0.015	M3/KM	10.000	\$0.36	\$0.05

SUBTOTAL \$0.05

**TOTAL COSTO DIRECTO**

**\$1.27**

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: *Senalización Horizontal*

UNIDAD: ML

**I. MATERIALES:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
SUMINISTRO Y COLOCACION DE LINEA CON PINTURA TERMOPLASTICA DE 10 CM DE ANCHO CON MATERIAL REFLECTIVO CON MICROESFERAS DE VIDRIO	ML	1.000000	\$1.05	\$1.05

SUBTOTAL \$1.05

**II. MANO DE OBRA:**

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO

SUBTOTAL \$0.00

**III. EQUIPO:**

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO

SUBTOTAL \$0.00

**IV. TRANSPORTE:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	COSTO UNITARIO

SUBTOTAL \$0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>
----------------------------

\$1.05

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: *Revestimiento con Concreto Hidráulico*

UNIDAD: M2

**I. MATERIALES:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
CONCRETO HIDRAULICO DE PLANTA	M3	0.050000	\$81.70	\$4.09

SUBTOTAL \$4.09

**II. MANO DE OBRA:**

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR	14	\$6.97	1.90	\$185.40	100.00	\$1.85
ALBAÑIL	4	\$9.00	1.90	\$68.40	100.00	\$0.68

SUBTOTAL \$2.54

**III. EQUIPO:**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
VIBRADOR	3	0.5HP	\$6.00	37.500000	\$0.48
MOLDEADO	S.G.	S.G.	\$18.00	37.500000	\$0.48

SUBTOTAL \$0.96

**IV. TRANSPORTE:**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DISTANCIA	TARIFA	COSTO UNITARIO

SUBTOTAL \$0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>
----------------------------

\$7.58

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: *Repavimentación Con Concreto Asfáltico*

UNIDAD: M2

### I. MATERIALES:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
MATERIAL SELECTO	M3	0.100000	\$1.00	\$0.10
CEMENTO PORTLAND	BOLSA	0.450000	\$4.57	\$2.06
COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA (SEGUN PARTIDA)	M3	0.100000	\$115.07	\$11.51

SUBTOTAL \$13.66

### II. MANO DE OBRA:

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR	20	\$6.97	1.90	\$264.86	200.00	\$1.32

SUBTOTAL \$1.32

### III. EQUIPO:

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
MOTONIVELADORA		\$50.00	200.000000	\$0.25
RODO LISO	12 TON	\$57.00	200.000000	\$0.29
CAMIÓN CISTERNA		\$7.50	200.000000	\$0.04
TRACTOR	D6H	\$68.00	168.400000	\$0.40

SUBTOTAL \$0.98

### IV. TRANSPORTE:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DISTANCIA	TARIFA	COSTO UNITARIO
TRANSPORTE MATERIAL SELECTO	0.10	M3/KM	10.000	\$0.15	\$1.50

SUBTOTAL \$1.50

**TOTAL COSTO DIRECTO**

\$17.46

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: *Rehabilitación de Adoquinado y Base*

UNIDAD: M2

### I. MATERIALES:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
CEMENTO	BOLSA	0.450000	\$4.57	\$2.06

SUBTOTAL \$2.06

### II. MANO DE OBRA:

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR	20	\$6.97	1.90	\$264.86	50.00	\$5.30

SUBTOTAL \$5.30

### III. EQUIPO:

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
MOTONIVELADORA		\$50.00	200.000000	\$0.25
RODO LISO	12 TON	\$57.00	200.000000	\$0.29
CAMIÓN CISTERNA		\$7.50	200.000000	\$0.04
PULIDORA		\$1.39	20.000000	\$0.07
TRACTOR	D6H	\$68.00	168.400000	\$0.40

SUBTOTAL \$1.05

### IV. TRANSPORTE:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DISTANCIA	TARIFA	COSTO UNITARIO

SUBTOTAL \$0.00

**TOTAL COSTO DIRECTO**

\$8.40

## ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA CIUDAD DE SANTA ANA"

PARTIDA: **Reparacion de Profundidad Total en Pavimentos de Concreto Hidráulico**

UNIDAD: M2

**I. MATERIALES:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO
CONCRETO HIDRÁULICO (210 kg/cm2)	M3	0.150000	\$89.00	\$13.35
SUELO SELECTO	M3	0.500000	\$10.00	\$5.00
CEMENTO	BOLSA	0.050000	\$4.57	\$0.23
AGUA	M3	0.050000	\$3.43	\$0.17

SUBTOTAL

\$18.75

**II. MANO DE OBRA:**

TRABAJADOR	CANTIDAD	SUELDO	PREST.	JORNADA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
AUXILIAR	6	\$6.97	1.90	\$79.46	50.00	\$1.59
OPERADOR DE EQUIPOS	1	\$6.97	1.90	\$13.24	50.00	\$0.26

SUBTOTAL

\$1.85

**III. EQUIPO:**

DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO/ HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO
CORTADORA DE PAVIMENTO HIDRÁULICO		\$15.00	25.000000	\$0.60
COMPACTADORA	3.0 TON	\$15.00	50.000000	\$0.30
BAILARINA		\$6.00	2.500000	\$2.40
CAMIÓN DE ESTACA	8.0 TON	\$40.00	50.000000	\$0.80
MINICARGADOR CON PERFILADORA DE PAVIMENTO HID.		\$45.72	100.000000	\$0.46

SUBTOTAL

\$4.56

**IV. TRANSPORTE:**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DISTANCIA	TARIFA	COSTO UNITARIO

SUBTOTAL

\$0.00

**TOTAL COSTO DIRECTO**

\$25.16