

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Mantenimiento de una Losa de Concreto Hidráulico en un Pavimento Rígido. “Caso Práctico Calle Teodoro Maldonado C. (Desde calle 12ava Este Hasta Juan M. Carbo Noboa) en la Ciudadela Kennedy en la ciudad de Guayaquil (L=571 m)”

TESINA DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Jhonatan Orlando Román Cárdenas

Kevin Frank Santana Cevallos

Felipe René Guevara Vizcaíno

GUAYAQUIL – ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mis padres, a mis
Hermanos, toda mi familia por
todo ese apoyo y confianza
brindada para hoy poder ser un
profesional.

Jhonatan O. Román Cárdenas

AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Franklin Santana y Narcisa Cevallos, a mis primos: Jorge Moran y Carolina Egeuz, mis hermanos: Karen Santana y Javier Santana y familia en general, por sus aportes esenciales en la realización de mis estudios

Kevin Frank Santana Cevallos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mis padres Mario Bolívar Guevara Alarcón (+) y Delia María Vizcaíno Mogrobejo, a mis hermanos Mario Alejandro Guevara Vizcaíno, Alexandra Carolina Guevara Vizcaíno, y a todas las personas que contribuyeron para la culminación del presente proyecto.

Felipe René Guevara Vizcaíno

AGRADECIMIENTO GENERAL

Queremos agradecer de manera conjunta al Apoyo brindado por nuestro Director de Tesina Ingeniero Eduardo Santos Baquerizo por su entrega desmedida a lo largo de toda nuestra formación profesional, y a todos los catedráticos quienes nos brindaron sus conocimientos íntegro y desinteresado. Al Centro Técnico del Hormigón de Holcim, por la ayuda brindada para la realización de esta Tesina.

Jhonatan, Kevin, Felipe

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios por permitirme hoy triunfar, seguidamente a mis Padres Juan Román y Gloria Cárdenas por el apoyo incondicional de toda la vida que me han brindado, a mis hermanos Bethy, Darwin, Nixon, Wilmer quienes siempre han estado ahí ayudándome.

Jhonatan O. Román Cárdenas

DEDICATORIA

A mi madre y a dios, fuentes de apoyo y motivación para llegar donde estoy y hacia dónde voy. A mi familia por ser pilares fundamentales en mi vida personal y profesional.

Kevin Frank Santana Cevallos

DEDICATORIA

A Dios por las bendiciones recibidas cada día de mi vida, a mis Padres por su apoyo incondicional y sus valiosos consejos impartidos durante mi etapa estudiantil, a mis hermanos por la confianza depositada en mí.

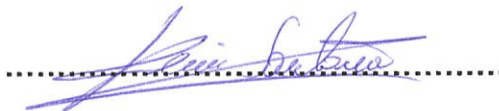
Felipe René Guevara Vizcaíno

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Grado,
nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio
intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica
del Litoral”



Jhonatan Orlando Román Cárdenas



Kevin Frank Santana Cevallos

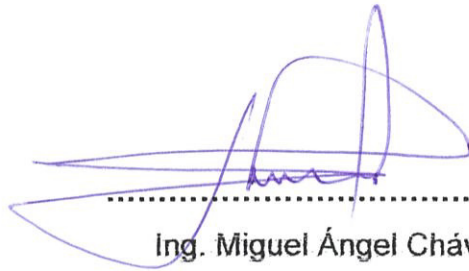


Felipe René Guevara Vizcaino

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Eduardo Santos B:
DIRECTOR DE TESINA



Ing. Miguel Ángel Chávez
DELEGADO DEL DECANO

RESUMEN

El mantenimiento vial se lo define como el conjunto de actividades técnicas que se realizan en diferentes periodos de tiempo en los diferentes elementos de una vía, con el propósito de conservarlo en buen estado, de este modo prestan el servicio para el cual fueron diseñados de una manera eficiente. Toda tipo de carretera requiere de un mantenimiento periódico y efectivo en sus diferentes elementos tales como drenajes, taludes, cunetas, etc., para poder mantener la estructura principal del pavimento en buenas condiciones.

La acción constante de los elementos como el agua, viento, sol y la carga del tránsito que actúan sobre una carretera la desgastan, provocando daños que deben ser tratados de acuerdo a su grado de severidad. Recordemos que el principal elemento que afecta a una carretera es el agua, lo que significa que se deben mantener en buenas condiciones el sellado de las juntas y las obras auxiliares. Para lograr que un mantenimiento sea efectivo se deben emplear materiales que cumplan con los requisitos o especificaciones de las normas, los cuales se determinan a través de ensayos de laboratorio.

En la presente tesina se ha elaborado una recopilación de métodos, especificaciones y procedimientos necesarios para un adecuado mantenimiento a la estructura de un pavimento rígido, tomando en consideración:

- Tipos de fallas en un pavimento rígido.
- Especificaciones de los materiales a utilizar.

Tipo de tratamiento o solución acorde al tipo de falla y al grado de severidad que se presenta en la capa de rodadura.

Además se realizó una evaluación de la calle Teodoro Maldonado C. con el manual "Pavement Surface Evaluation and Rating CONCRETE PASER MANUAL" para determinar su estado y nivel de Severidad y de esta manera establecer sus posibles soluciones antes los daños que presente.

INDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|-------------|
| CAPITULO 1 | |
| 1. INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. OBJETIVOS..... | 3 |
| 1.1.1. OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 3 |
| CAPITULO 2 | |
| 2. GENERALIDADES | |
| 2.1. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO VIAL..... | 5 |
| 2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTOS..... | 6 |
| 2.2.1. Mantenimiento Según la Frecuencia..... | 7 |
| 2.2.1.1. Mantenimiento Rutinario..... | 7 |
| 2.2.1.2. Mantenimiento Periódico..... | 8 |
| 2.2.1.3. Mantenimiento Preventivo..... | 8 |
| 2.2.1.4. Mantenimiento de Emergencia..... | 9 |
| 2.2.2. Mantenimiento según la Estructura del Pavimento..... | 9 |
| 2.2.2.1. Mantenimiento Superficial..... | 9 |
| 2.2.2.2. Mantenimiento Profundo..... | 10 |

| | Pág. |
|--|-------------|
| 2.3. DEFINICION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO..... | 10 |
| 2.3.1. Definición de Pavimento Rígido | 11 |
| 2.3.2. Losa de Hormigón Hidráulico | 12 |
| 2.3.2.1. Hormigón Hidráulico | 12 |
| 2.3.2.2. Juntas | 13 |
| 2.3.2.3. Junta de Contracción | 13 |
| 2.3.2.4. Junta de Expansión | 16 |
| 2.3.2.5. Junta de Construcción | 18 |
| 2.3.2.6. Acero de refuerzo | 20 |
| 2.3.3. Base | 23 |
| 2.3.4. Sub-Base | 24 |
| 2.3.5. Material de Mejoramiento..... | 25 |

CAPÍTULO 3

3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

| | |
|---|----|
| 3.1. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES | 27 |
| 3.1.1. Hormigón Hidráulico..... | 28 |
| 3.1.1.1. Consistencia del Hormigón | 28 |
| 3.1.1.2. Temperatura del Hormigón. | 28 |

| | Pág. |
|--|-------------|
| 3.1.1.3. Resistencia a la Compresión..... | 29 |
| 3.1.1.4. Resistencia a la Flexión..... | 30 |
| 3.1.2. Base granular..... | 32 |
| 3.1.2.1. Parámetros de Resistencia..... | 32 |
| 3.1.2.2. Índice plástico-Índice Líquido..... | 33 |
| 3.1.2.3. Abrasión..... | 33 |
| 3.1.2.4. Impurezas..... | 33 |
| 3.1.2.5. Granulometría..... | 34 |
| 3.1.2.5.1. Base Granular Clase 1..... | 34 |
| 3.1.2.5.2. Base Granular Clase 2..... | 35 |
| 3.1.2.5.3. Base Granular Clase 3..... | 36 |
| 3.1.2.5.4. Base Granular Clase 4..... | 37 |
| 3.1.3. Sub-Base Granular..... | 38 |
| 3.1.3.1. Parámetro de Resistencia..... | 39 |
| 3.1.3.2. Índice Plástico - Índice Líquido..... | 39 |
| 3.1.3.3. Abrasión..... | 40 |
| 3.1.3.4. Impurezas..... | 40 |
| 3.1.3.5. Granulometría..... | 40 |
| 3.1.3.5.1. Sub-Base Granular clase I..... | 41 |

Pág.

| | |
|--|----|
| 3.1.3.5.2. Sub-Base Granular Clase II | 42 |
| 3.1.3.5.3. Sub-Base Granular clase III | 43 |
| 3.1.4. Mejoramiento de la Sub-Rasante | 44 |
| 3.1.4.1. Parámetro de Resistencia | 44 |
| 3.1.4.2. Índice Plástico-Índice Líquido | 45 |
| 3.1.4.3. Abrasión | 45 |
| 3.1.4.4. Impurezas | 45 |
| 3.1.4.5. Granulometría | 46 |
| 3.2. ENSAYOS PARA AGREGADOS | 46 |
| 3.2.1. Abrasión | 46 |
| 3.2.2. Resistencia a los sulfatos | 48 |
| 3.2.3. Granulometría | 49 |
| 3.2.4. Peso unitario del agregado grueso | 51 |
| 3.2.5. Humedad | 52 |
| 3.2.6. Límites de Atterberg | 54 |
| 3.2.7. Ensayo Proctor | 55 |
| 3.2.8. CBR | 57 |

CAPÍTULO 4

4. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RIGIDOS

| | |
|--|----|
| 4.1. FALLAS EN JUNTAS | 59 |
| 4.1.1. Grietas por Mal Funcionamiento de Juntas..... | 59 |
| 4.1.1.1. Descripción | 59 |
| 4.1.1.2. Posibles Causas | 60 |
| 4.1.1.3. Niveles de Severidad | 60 |
| 4.1.1.4. Medición | 62 |
| 4.1.2. Despostillamiento de Losa | 63 |
| 4.1.2.1. Descripción | 63 |
| 4.1.2.2. Posibles Causas | 64 |
| 4.1.2.3. Niveles de Severidad | 64 |
| 4.1.2.4. Medición | 66 |
| 4.1.3. Mantenimiento Ineficiente de Juntas..... | 67 |
| 4.1.3.1. Descripción | 67 |
| 4.1.3.2. Posibles Causas | 68 |
| 4.1.3.3. Niveles de Severidad | 68 |
| 4.1.3.4. Medición | 69 |

| | Pág. |
|--------------------------------------|-------------|
| 4.2. GRIETAS..... | 70 |
| 4.2.1. Grietas Transversales | 70 |
| 4.2.1.1. Descripción | 70 |
| 4.2.1.2. Posibles Causas | 71 |
| 4.2.1.3. Niveles de Severidad | 72 |
| 4.2.1.4. Medición | 74 |
| 4.2.2. Grietas Longitudinales | 76 |
| 4.2.2.1. Descripción | 76 |
| 4.2.2.2. Posibles Causas | 76 |
| 4.2.2.3. Niveles de Severidad | 77 |
| 4.2.2.4. Medición | 79 |
| 4.2.3. Grietas en las Esquinas | 80 |
| 4.2.3.1. Descripción | 80 |
| 4.2.3.2. Posibles Causas | 81 |
| 4.2.3.3. Niveles de Severidad | 81 |
| 4.2.3.4. Medición | 82 |
| 4.2.4. Grietas en Bloque | 84 |
| 4.2.4.1. Descripción | 84 |
| 4.2.4.2. Posibles Causas | 84 |

| | Pág. |
|---|-------------|
| 4.2.4.3. Niveles de Severidad | 85 |
| 4.2.4.4. Medición | 85 |
| 4.3. FALLAS SUPERFICIALES | 87 |
| 4.3.1. Fisuración por Retracción Plástica | 87 |
| 4.3.1.1. Descripción | 87 |
| 4.3.1.2. Posibles Causas | 87 |
| 4.3.1.3. Niveles de Severidad | 88 |
| 4.3.1.4. Medición | 89 |
| 4.3.2. Pulimiento de Losa | 90 |
| 4.3.2.1. Descripción | 90 |
| 4.3.2.2. Posibles Causas | 91 |
| 4.3.2.3. Niveles de Severidad | 91 |
| 4.3.2.4. Medición | 92 |
| 4.3.3. Parches Deteriorado | 92 |
| 4.3.3.1. Descripción | 92 |
| 4.3.3.2. Posibles causas | 93 |
| 4.3.3.3. Niveles de Severidad | 94 |
| 4.3.3.4. Medición | 94 |
| 4.3.4. Baches | 97 |

| | Pág. |
|---------------------------------------|-------------|
| 4.3.4.1. Descripción | 97 |
| 4.3.4.2. Posibles Causas | 97 |
| 4.3.4.3. Niveles de Severidad | 98 |
| 4.3.4.4. Medición | 99 |
| 4.3.5. Descascaramiento | 100 |
| 4.3.5.1. Descripción | 100 |
| 4.3.5.2. Posibles Causas | 101 |
| 4.3.5.3. Niveles de Severidad | 101 |
| 4.3.5.4. Medición | 102 |
| 4.4. FALLAS ESTRUCTURALES..... | 103 |
| 4.4.1. Levantamiento de la Losa | 103 |
| 4.4.1.1. Descripción | 103 |
| 4.4.1.2. Posibles Causas | 103 |
| 4.4.1.3. Niveles de Severidad | 104 |
| 4.4.1.4. Medición | 105 |
| 4.4.2. Hundimiento | 106 |
| 4.4.2.1. Descripción | 106 |
| 4.4.2.2. Posibles Causas | 107 |
| 4.4.2.3. Niveles de Severidad | 107 |

| | Pág. |
|---------------------------------------|-------------|
| 4.4.2.4. Medición | 108 |
| 4.4.3. Dislocamiento de la Losa | 110 |
| 4.4.3.1. Descripción | 110 |
| 4.4.3.2. Posibles Causas | 110 |
| 4.4.3.3. Niveles de Severidad | 111 |
| 4.4.3.4. Medición | 111 |
| 4.4.4. Fatiga a la Flexión..... | 113 |
| 4.4.4.1. Descripción | 113 |
| 4.4.4.2. Posibles Causas | 113 |
| 4.4.4.3. Niveles de Severidad | 114 |
| 4.4.4.4. Medición | 114 |

CAPÍTULO 5

5. MANTENIMIENTO DE LA LOSA DE HORMIGON HIDRAULICO.

| | |
|--|-----|
| 5.1. MANTENIMIENTOS SUPERFICIALES..... | 118 |
| 5.1.1. Resello de Juntas..... | 119 |
| 5.1.1.1. Descripción | 119 |
| 5.1.1.2. Propósito..... | 119 |
| 5.1.1.3. Procedimiento | 120 |

| | Pág. |
|---|-------------|
| 5.1.2. Cepillado de la Superficie de la Losa | 123 |
| 5.1.2.1. Descripción | 123 |
| 5.1.2.2. Propósito..... | 123 |
| 5.1.2.3. Procedimiento | 124 |
| 5.1.3. Subsellado | 125 |
| 5.1.3.1. Descripción | 126 |
| 5.1.3.2. Propósito..... | 126 |
| 5.1.3.3. Procedimiento | 126 |
| 5.1.4. Revestimientos..... | 128 |
| 5.1.4.1. Descripción | 128 |
| 5.1.4.2. Propósito..... | 128 |
| 5.1.4.3. Procedimiento | 129 |
| 5.2. MANTENIMIENTOS PROFUNDOS | 131 |
| 5.2.1. Demolición Total de una o varias Losas | 132 |
| 5.2.1.1. Descripción | 132 |
| 5.2.1.2. Propósito..... | 132 |
| 5.2.1.3. Procedimiento | 133 |
| 5.2.2. Demolición Parcial de una Losa..... | 135 |
| 5.2.2.1. Descripción | 135 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 5.2.2.2. Propósito..... | 136 |
| 5.2.2.3. Procedimiento..... | 137 |

CAPITULO 6

6. FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES A LOS DETERIOROS EN LA CALLE TEODORO MALDONADO C. (DESDE CALLE 12AVA ESTE HASTA JUAN M. CARBO NOBOA)

| | |
|---|-----|
| 6.1. UBICACIÓN..... | 139 |
| 6.2. ESTUDIO DE LA ZONA Y RECOPIACIÓN DE DATOS | 142 |
| 6.3. FALLAS PRESENTES EN LA AVENIDA TEODORO MALDONADO | 144 |
| 6.3.1. Pulimiento | 144 |
| 6.3.1.1. Descripción de la zona..... | 144 |
| 6.3.1.2. Posible solución..... | 145 |
| 6.3.2. Despostillamiento..... | 146 |
| 6.3.2.1. Descripción de la zona..... | 146 |
| 6.3.2.2. Posible solución..... | 148 |
| 6.3.3. Fisuras en Esquinas..... | 149 |
| 6.3.3.1. Descripción de la zona..... | 149 |
| 6.3.3.2. Posible solución..... | 151 |

| | Pág. |
|--|-------------|
| 6.3.4. Grietas longitudinales..... | 152 |
| 6.3.4.1. Descripción de la zona..... | 152 |
| 6.3.4.2. Posible solución..... | 154 |
| 6.3.5. Grietas transversales | 156 |
| 6.3.5.1. Descripción de la zona..... | 156 |
| 6.3.5.2. Posible solución..... | 158 |
| 6.3.6. Grietas en Bloques..... | 159 |
| 6.3.6.1. Descripción de la zona..... | 159 |
| 6.3.6.2. Posible solución..... | 161 |
| 6.3.7. Baches..... | 161 |
| 6.3.7.1. Descripción de la zona..... | 161 |
| 6.3.7.2. Posible solución..... | 163 |
| 6.3.8. Parches Deteriorados | 164 |
| 6.3.8.1. Descripción de la zona..... | 164 |
| 6.3.8.2. Posible Solución | 166 |
| 6.4. ANÁLISIS DE LA ZONA | 167 |
| 6.4.1. Localización y Clasificación de Problemas en la Zona..... | 167 |
| 6.4.2. Evaluación de la calle Teodoro Maldonado | 174 |

CAPITULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES..... 180

7.2. RECOMENDACIONES 185

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| FIGURA 1: JUNTAS DE CONTRACCIÓN..... | 15 |
| FIGURA 2: DISTANCIA ESPACIAMIENTO ENTRE JUNTAS DE CONTRACCIÓN..... | 15 |
| FIGURA 3: JUNTA DE AISLAMIENTO | 17 |
| FIGURA 4: JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN | 18 |
| FIGURA 5: DETALLE DE TIPOS DE JUNTAS..... | 20 |
| FOTOGRAFÍA 6: BARRAS DE AMARRE Y PASAJUNTAS..... | 23 |
| FOTOGRAFÍA 7: MATERIAL PÉTREO: BASE GRANULAR | 24 |
| FOTOGRAFÍA 8: MATERIAL PÉTREO: SUB-BASE GRANULAR | 25 |
| FOTOGRAFÍA 9: MATERIAL PÉTREO: MEJORAMIENTO GRANULAR | 26 |
| FOTOGRAFÍA 10: ESPÉCIMEN SOMETIDO ENSAYO A COMPRESIÓN | 30 |
| FIGURA 11: VIGA SOMETIDA A ENSAYO A FLEXIÓN..... | 31 |
| FIGURA 12: MÁQUINA DE ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES..... | 47 |
| FOTOGRAFÍA 13: ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS SULFATOS | 49 |
| FOTOGRAFÍA 14: TAMICES ESTANDARIZADOS..... | 50 |
| FOTOGRAFÍA 15: AGREGADO GRUESO | 51 |
| FOTOGRAFÍA 16: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD | 53 |
| FOTOGRAFÍA 17: OBTENCIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO | 54 |
| FOTOGRAFÍA 18: OBTENCIÓN DE LÍMITE PLÁSTICO..... | 55 |

| | Pág. |
|--|-------------|
| FOTOGRAFÍA 19: ENSAYO PROCTOR..... | 57 |
| FOTOGRAFÍA 20: ENSAYO DE CBR | 58 |
| FIGURA 21: GRIETAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS..... | 63 |
| FIGURA 22: DESPOSTILLAMIENTO DE LA LOSA..... | 67 |
| FIGURA 23: FALTA DE SELLADO EN JUNTAS..... | 70 |
| FIGURA 24: GRIETA TRANSVERSAL EN LA CALLE TEODORO MALDONADO..... | 75 |
| FIGURA 25: GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL..... | 80 |
| FIGURA 26: GRIETA EN LAS ESQUINAS..... | 83 |
| FIGURA 27: GRIETAS EN BLOQUE..... | 86 |
| FIGURA 28: FISURACIÓN POR RETRACCIÓN PLÁSTICA | 89 |
| FIGURA 29: LA PROTECCIÓN EVITA LA FISURACIÓN | 90 |
| FIGURA 30: PULIMIENTO DE LOSA DE CONCRETO..... | 92 |
| FIGURA 31: PARCHE DE HORMIGÓN HIDRÁULICO | 96 |
| FIGURA 32: PARCHE DE CONCRETO ASFÁLTICO..... | 96 |
| FIGURA 33: BACHES | 100 |
| FIGURA 34: DESCASCARAMIENTO | 102 |
| FIGURA 35: LEVANTAMIENTO DE LOSA..... | 106 |
| FIGURA 36: HUNDIMIENTO DE LOSA..... | 109 |
| FIGURA 37: DISLOCAMIENTO DE LOSA | 112 |

| | Pág. |
|---|-------------|
| FIGURA 38: ANÁLISIS DE FATIGA..... | 115 |
| FIGURA 39: DETERIORO DEL PAVIMENTO CON EL TIEMPO | 118 |
| FIGURA 40: CEPILLADO EN LA SUPERFICIE DE LA LOSA..... | 125 |
| FIGURA 41: SUBSELLADO..... | 128 |
| FIGURA 42: REVESTIMIENTO | 131 |
| FIGURA 43: ÁREA A REMOVER EN UNA DEMOLICIÓN TOTAL DE LOSA | 134 |
| FIGURA 44: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE PARA COLOCACIÓN DE LOSA | 135 |
| FIGURA 45: UBICACIÓN DE LA CALLE TEODORO MALDONADOAL..... | 141 |
| FOTOGRAFÍA 46: DESPOSTILLAMIENTO EN LA CALLE TEODORO MALDONADO..... | 149 |
| FOTOGRAFÍA 47: GRIETAS DE ESQUINA EN LA CALLE TEODORO MALDONADO | 152 |
| FOTOGRAFÍA 48: GRIETA LONGITUDINAL EN LA CALLE TEODORO MALDONADO | 155 |
| FIGURA 49: GRIETA TRANSVERSAL EN LA CALLE TEODORO MALDONADO..... | 158 |
| FIGURA 50: PARCHE DE CONCRETO ASFÁLTICO EN LA CALLE TEODORO MALDONADO | 166 |
| FIGURA 51: PARCHE DE CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CALLE TEODORO MALDONADO | 167 |
| FIGURA 52: GRÁFICA DE PORCENTAJE DE INCIDENCIA EN EL PRIMER TRAMO..... | 177 |
| FIGURA 53: GRÁFICA DE PORCENTAJE DE INCIDENCIA EN EL SEGUNDO TRAMO | 179 |

INDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| TABLA I : GRANULOMETRÍA DE UNA BASE GRANULAR CLASE 1..... | 35 |
| TABLA II: GRANULOMETRÍA DE UNA BASE GRANULAR CLASE 2 | 36 |
| TABLA III: GRANULOMETRÍA DE UNA BASE GRANULAR CLASE 3 | 37 |
| TABLA IV: GRANULOMETRÍA DE UNA BASE GRANULAR CLASE 4 | 38 |
| TABLA V: GRANULOMETRÍA DE UNA SUB-BASE GRANULAR CLASE 1..... | 41 |
| TABLA VI: GRANULOMETRÍA DE UNA SUB-BASE GRANULAR CLASE 2..... | 42 |
| TABLA VII: GRANULOMETRÍA DE UNA SUB-BASE GRANULAR CLASE 3..... | 43 |
| TABLA VIII: ÍNDICE DE CBR..... | 58 |
| TABLA IX: NIVEL DE SEVERIDAD DE BACHES | 99 |
| TABLA X: SEVERIDAD Y PRESENCIA DE PULIMIENTO | 145 |
| TABLA XI: SEVERIDAD Y PRESENCIA DE DESPOSTILLAMIENTO | 148 |
| TABLA XII: SEVERIDAD Y PRESENCIA DE FISURAS EN LAS ESQUINAS | 151 |
| TABLA XIII: SEVERIDAD Y PRESENCIA DE GRIETAS LONGITUDINALES | 154 |
| TABLA XIV: SEVERIDAD Y PRESENCIA DE GRIETAS TRANSVERSALES..... | 157 |
| TABLA XV: SEVERIDAD Y PRESENCIA DE GRIETAS EN BLOQUE..... | 160 |
| TABLA XVI: SEVERIDAD Y PRESENCIA DE BACHES | 163 |
| TABLA XVII: SEVERIDAD Y PRESENCIA DE PARCHES DETERIORADOS | 165 |

| | |
|---|-----|
| TABLA XVIII: LOCALIZACIÓN DE LOS PROBLEMAS EN LA CALLE TEODORO MALDONADO | 168 |
| TABLA XIX: RESUMEN DE LA RECOPIACIÓN DE DATOS TRAMO 1 | 176 |
| TABLA XX: RESUMEN DE LA RECOPIACIÓN DE DATOS TRAMO 2..... | 178 |

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I: UBICACIÓN DE DAÑOS Y NIVELES DE SEVERIDAD EN LA CALLE TEODORO

MALDONADO

ANEXO II: ESCLEROMETRÍA

ANEXO III: RATING DE LOS PAVIMENTOS

ANEXO IV: TABLA DE RATING DE LOS PAVIMENTOS

ANEXO V: TABLA PARA LEVANTAMIENTO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO

ANEXO VI: SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

ANEXO VII: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LA SOLUCIÓN.

ANEXO VIII: PRESUPUESTO DE LA SOLUCIÓN

GLOSARIO

| | |
|---------------------------------|---|
| Cribado: | Separación de los agregados de acuerdo a su tamaño de partícula. |
| Material pétreo: | Material proveniente de la roca utilizado en la construcción |
| Retracción del hormigón: | Consiste en la reducción del volumen del hormigón durante el proceso de fraguado debido a la pérdida de agua. |
| Tamiz: | Elemento utilizado para separar partículas finas de partículas gruesas. |
| Agregado Grueso: | Elemento formado de roca triturada, se caracteriza por ser duro, resistente y libre de residuos. |

| | |
|------------------------------|--|
| Agregado Fino: | Son arenas naturales que se forman mediante la desintegración de las rocas. |
| Compactación: | Aumento de la densidad mediante medios mecánicos en una determinada capa de suelo. |
| Contenido de Humedad: | Peso del agua en una muestra de suelo expresada en porcentaje. |
| Grietas: | Aberturas formadas debido a la separación de dos materiales. |
| Fatiga: | Alteración mecánica de los materiales debido a la acción de cargas repetidas. |
| Asentamiento: | Descenso que experimenta una estructura a medida se consolida el suelo que se encuentra bajo el mismo. |

| | |
|-----------------------------|--|
| Consolidación: | Es un proceso de duración variable que sigue un determinado suelo de acuerdo a sus características debido a las cargas que actúan sobre el mismo, hasta alcanzar un volumen estable. |
| Material Sellante: | Es un material viscoso que cambia a estado sólido y cuya función es evitar la penetración de agentes externos. |
| Material Epoxico: | Es un material que reacciona al mezclarse con materiales endurecedores. |
| Sellante Bituminoso: | Son materiales que tienen en su composición elementos asfálticos. |
| Emulsión asfáltica: | Dispersión de asfalto en agua. |
| Cemento Portland: | Es un producto constituido esencialmente por silicatos de calcio hidratado que mediante la |

adición de agua que presenta reacciones químicas.

Densidad Seca Máxima: Aquella densidad con la que se obtiene el valor de Humedad Optima para una determinada energía de compactación.

Humedad Optima: Es la cantidad de agua que nos permite obtener el grado más alto de compactación de un suelo.

Densidad de campo: Es la densidad seca obtenidas en obras de construcción.

Subrasante: Es la superficie que será preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones.

Concreto Asfáltico: Mezcla realizada en planta de cemento asfáltico con agregados minerales.

ABREVIATURAS

| | |
|----------------------|--|
| AASHTO: | Asociación Americana de Autoridades de Vialidad y Transporte de los Estados. (American Association of State Highway and Transportation Officials). |
| AASHTO T-119: | Norma para medir la consistencia del hormigón. |
| AASHTO T-121: | Método Estándar de Prueba para la densidad (peso unitario), Rendimiento y Contenido de Aire (gravimétrico) del hormigón. |
| AASHTO T-22: | Método Estándar de Prueba para la Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto. |
| AASHTO T-23: | Método Estándar de Prueba para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en el Campo. |
| AASHTO T-97: | Método Estándar de Prueba para Resistencia a la flexión del concreto (utilizando un haz simple con tercer punto de carga). |
| AASHTO T-126: | Método Estándar de Prueba para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en el Laboratorio. |

| | |
|---------------------------|--|
| AASHTO T-152: | Método Estándar de Prueba de Contenido de Aire de Concreto Recién Mezclado por el Método de Presión. |
| AASHTO T-191: | Método estándar de prueba para determinar la densidad del suelo in situ mediante el método de Cono de arena. |
| AASHTO T-11 Y T27: | Método Estándar de Prueba de Análisis de tamiz de agregados finos y gruesos. |
| ASTM C 136: | Análisis Granulométrico de agregados Finos y Gruesos. |
| ACI: | Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute). |
| ASTM: | Sociedad Americana para Ensayo de Materiales (American Society for Testing and Materials). |
| CBR: | Índice de California, Capacidad portante de California (California Bearing Ratio). |
| INEN: | Instituto Ecuatoriano de Normalización. |

INEN 696:

Norma para Análisis Granulométrico de agregados Finos y Gruesos.

MOP-001-F-2000:

Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, Edición 2000.

SIMBOLOGÍA

| | |
|------------|------------------------------------|
| WL | Límite Líquido |
| IP | Índice de Plasticidad |
| MR | Modulo de Rotura |
| f'c | Resistencia a la compresión simple |
| °C | Grados centígrados |
| MPa | Mega Pascal |

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación se han convertido en un medio principal para el desarrollo económico de un país. La progresiva construcción de carreteras en el territorio del país ha colaborado inmensamente para el movimiento mercantil debido a la facilidad que brinda en el intercambio de producto y moneda.

Los pavimentos de las carreteras son construidos con una vida útil para brindar serviciabilidad, pero el sucesivo tráfico además de factores como el clima y temperatura producen un desgaste y deterioro, lo cual es recurrente tomar medidas y brindar un mantenimiento adecuado para evitar el daño parcial o total del pavimento.

La capa superficial de rodadura del pavimento es la más susceptible debido a que se encuentra sometida a la acción directa y abrasiva provocada por el tráfico lo que provoca el deterioro principal de esta capa, presentándose fisuras, grietas y en peores casos la destrucción de la losa.

La finalidad de esta tesina, es analizar las fallas comunes que se dan en la losa del pavimento rígido, así como proponer los diferentes tipos de mantenimientos para prevenir, conservar, reparar o reponer los daños presentes en la losa de hormigón rígido.

El presente estudio se trata en una visita a la calle Teodoro Maldonado, la cual que presenta una gran variedad de fallas, analizarla, clasificarla y proponer una solución factible que permita a todo circulante recorrer esta vía sin problemas y a una mejora en el convivir diaria de los moradores del sector.

1.1.OBJETIVOS.

1.1.1. Objetivo General

- Elaborar un documento en el que se contemplen los tipos de daños, causas y formas de solución para los deterioros que se producen en una losa de concreto hidráulicos de un pavimento rígido.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar los tipos de daños que se presentan en la superficie de un pavimento rígido, determinando sus causas y nivel de severidad respectivo.
- Realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los daños producidos en cada tramo de la calle en estudio

- Plantear soluciones que permitan realizar una reparación y mantenimiento de la losa de concreto hidráulico de un pavimento rígido.
- Recomendar el proceso de reparación más adecuado para la vía en estudio.

CAPITULO 2

2. GENERALIDADES

2.1. Definición de Mantenimiento Vial

Son las diferentes actividades que se realizan en una vía, con la finalidad que la obra se encuentre en óptimas condiciones su superficie, estructura, funcionalidad y seguridad, para una mejor serviciabilidad al usuario.

La finalidad del mantenimiento vial, es de prevenir cuantiosos gastos económicos que puede implicar la reconstrucción ya sea parcial o total del pavimento; además de evitar molestias a toda persona que circule por la carretera.

La importancia del mantenimiento del pavimento de una carretera consiste en la serviciabilidad que esta obra brinda a la comunidad, debido a que es un factor relevante al movimiento económico, y dada esta situación compete que las vías se encuentren siempre en la mejor condición.

2.2. Tipos de Mantenimientos

Según la frecuencia del mantenimiento, podemos establecer diferentes tipos de mantenimientos viales tales como:

- Mantenimiento Rutinario,
- Mantenimiento Periódico,
- Mantenimiento Preventivo, y
- Mantenimiento de Emergencia.

Tomando en cuenta el daño en la estructura del pavimento, el mantenimiento también puede ser:

- Mantenimiento Superficial, y

- Mantenimiento Profundo.

2.2.1. Mantenimiento Según la Frecuencia

2.2.1.1. Mantenimiento Rutinario

Son las diversas actividades que se realizan permanentemente en una vía en lapsos cortos de tiempo, con la finalidad de preservar las buenas condiciones del pavimento, y tener la menor cantidad de daños y problemas.

La finalidad del mantenimiento rutinario es reducir costos que nos puede causar los distintos problemas al irse incrementando su daño en la vía.

Dentro del mantenimiento rutinario se encuentran actividades como limpieza de obras de drenaje, limpieza de la vegetación, entre otras.

2.2.1.2. Mantenimiento Periódico

Son las diversas actividades que se realizan cada cierto tiempo, por lo general comprendidos en periodos semestrales a periodos anuales, con la intención de que los daños existentes no se agraven a daños mayores, ya sean problemas presentes en la superficie como en la estructura del pavimento.

Dentro del mantenimiento Periódico se encuentran actividades como la reconfiguración de la capa existente del pavimento y las reparaciones de los diferentes elementos físicos de la carretera como bordillos y cunetas.

2.2.1.3. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se enfoca en las acciones que tienen como finalidad prevenir todos los problemas que se presentan en el pavimento antes que se produzcan, colaborando de esta manera a evitar que las fallas se llegasen a presentar, se agraven y dañen la estructura del

pavimento implicándonos un costo elevado repararlo y listo para brindar el servicio.

2.2.1.4. Mantenimiento de Emergencia

Son las diversas actividades que se realizan de carácter urgente debido a la acción de fuerzas mayores que ha causado grandes daños a la vía; como por ejemplo daños por catástrofes naturales, que merecen la gran atención para la habilitación de la carretera debido al gran afecto económico que puede significar que se encuentre dañada. Por ejemplo, las actividades de habilitar el tránsito en una vía donde se ha producido un derrumbe, etc.

2.2.2. Mantenimiento según la Estructura del Pavimento

2.2.2.1. Mantenimiento Superficial

Son aquellas reparaciones que se realizan en el pavimento pero que no requieren romper la losa en todo su espesor para darle solución al problema en la vía.

2.2.2.2. Mantenimiento Profundo

Se realiza este tipo de mantenimiento en el pavimento, cuando los daños causados por las diferentes fallas requieren de una reparación en todo el espesor de la losa.

2.3. DEFINICION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO

Pavimento es una estructura conformada por un conjunto de capas de material pétreo sujetos a normas mejorando su calidad de abajo hacia arriba, puestas una sobre otra en disposición significativamente horizontal. El pavimento se construye sobre la sub-rasante de una carretera, está estructurado para resistir los esfuerzos producidos por la carga que produce el tránsito vehicular en la vía durante su vida útil.

Existen un sinnúmero de tipos de pavimentos que dependen de las distintas combinaciones de capas y materiales usados en su capa de rodadura, entre ellos tenemos:

- Pavimento Rígido
- Pavimento Semi-rígido
- Pavimento Flexible
- Pavimento Articulado.

Una carretera permite la comunicación entre dos lugares distintos, lo que establece un avance comercial ayudando a la economía del lugar y del País, puntualizando aquí la importancia del mantenimiento de vías y que se encuentren en perfecto estado.

2.3.1. Definición de Pavimento Rígido

Un pavimento Rígido está constituido por una capa exterior denominada Losa de Hormigón Hidráulico y otra capa de material pétreo sujeto a normas, denominado Base o Sub-Base sobrepuesta a la sub-rasante del terreno.

Los pavimentos rígidos poseen una gran capacidad de resistencia a los esfuerzos producidos por el tráfico vehicular.

2.3.2. Losa de Hormigón Hidráulico

La losa Hormigón Hidráulico, es una estructura que conforma la capa exterior de un pavimento, la cual está sujeta a cargas verticales uniformemente distribuidas en toda su área. Está elaborada con hormigón Hidráulico, acero en forma de dovelas, mallas electro-soldadas, y juntas.

La losa de Hormigón Hidráulico posee una alta rigidez, un elevado coeficiente de elasticidad, y tiene la capacidad de absorber gran parte de los esfuerzos producto del tráfico vehicular, por lo cual también puede ser ubicada sobre la sub-rasante del terreno y su capacidad estructural depende de la resistencia de la losa.

2.3.2.1. Hormigón Hidráulico

Es el compuesto resultante de la mezcla de áridos, cemento y agua, el mismo que posee una resistencia a la compresión determinada y adopta una forma determinada de acuerdo al molde donde sea ubicado.

2.3.2.2. Juntas

Las juntas son aberturas lineales longitudinales o transversales que sirven de ayuda para evitar fisuras y grietas que deterioren el pavimento rígido y garantizar la buena funcionalidad del mismo.

La losa de hormigón al estar expuesta a los diferentes cambios de temperatura entre el día y la noche, a los cambios climáticos de estación de verano e invierno y además de la retracción del hormigón pueden provocar que se produzcan Fisuras y Grietas en la superficie del pavimento; por tal motivo es necesario la ejecución de juntas en la losa del pavimento para poder contrarrestar de alguna manera la aparición de grietas que dañen la losa y posteriormente el pavimento.

2.3.2.3. Junta de Contracción

Son las juntas que limitan las dimensiones de la losa, con la finalidad de disminuir las tensiones en la losa producto de la

retracción del hormigón y del gradiente de temperatura, además de permitir el movimiento en el plano de la losa e inducir un agrietamiento controlado.

Estas juntas también se las conocen como juntas de control y se las construye para facilitar la transferencia de las cargas perpendiculares al plano de la losa.

Las juntas de contracción deben extenderse hasta una profundidad de un cuarto de su espesor de losa o un mínimo de 25mm y se recomienda no extender hasta un máximo de un tercio del espesor de losa.

La distancia entre estas juntas depende del espesor de la losa, del potencial de contracción, de la fricción con la subrasante, medio ambiente y ausencia o presencia de acero de refuerzo.

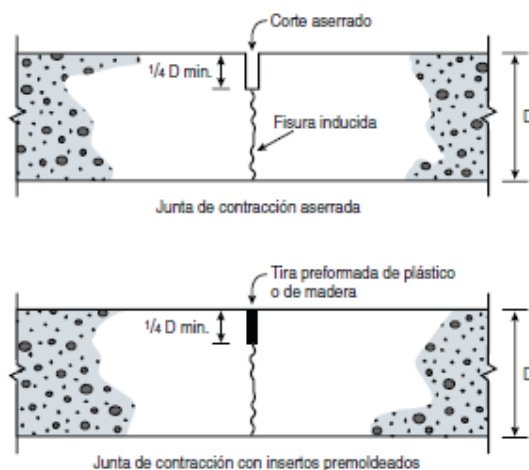


Figura 1: Juntas de Contracción¹

Se recomienda no debe exceder de 20 a 25 veces el espesor de la losa o tomar en cuenta la siguiente tabla.

| Espesor de la losa, mm | Tamaño máximo del agregado menor que 19 mm | Tamaño máximo del agregado de 19 mm o mayor |
|------------------------|--|---|
| 100 | 2.4 | 3.0 |
| 125 | 3.0 | 3.75 |
| 150 | 3.75 | 4.5 |
| 175 | 4.25 | 5.25** |
| 200 | 5.0** | 6.0** |
| 225 | 5.5** | 6.75** |
| 250 | 6.0** | 7.5** |

Figura 2: Distancia espaciamiento entre juntas de contracción²

¹ Imagen obtenida de PCA Diseño y Mezclas de Concreto

² Imagen obtenida de PCA Diseño y Mezclas de Concreto

Existen 2 tipos de juntas de contracción:

- a) Las juntas transversales de contracción evitan que se produzcan grietas producto la contracción del concreto durante los periodos de temperatura baja o por secado del hormigón.

- b) Las juntas longitudinales de contracción dividen los carriles de tránsito y controlan el agrietamiento en la franja donde asaran dos carriles o más.

2.3.2.4. Junta de Expansión

Son las juntas cuya finalidad es absorber las expansiones debido a los aumentos de temperatura, además separar el pavimento de alguna estructura fija y permitir movimientos diferenciales horizontales o verticales del pavimento sin dañar la estructura adyacente o al pavimento mismo.

También son conocidas como juntas de Aislamiento, estas juntas pueden ser tan finas como 6mm, aunque generalmente se utilizan juntas de 13mm. Se debe tomar en

cuenta que los bordes en toda la profundidad de la losa se aíslen de las estructuras adyacentes para evitar que se produzcan agrietamientos.

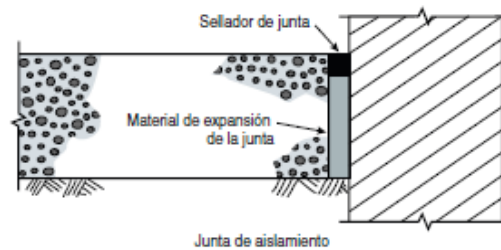


Figura 3: Junta de aislamiento³

En los casos donde es necesaria la ubicación de juntas de dilatación son las siguientes:

- En carreteras, al inicio y al final de una curva cuyo radio de curva sea menor a 200m.
- Cuando en el pavimento se encuentre alguna estructura o elemento rígido como sumidero, bordillos, pilares, etc.

³ Imagen obtenida de PCA Diseño y Mezclas de Concreto

2.3.2.5. Junta de Construcción

Las juntas de construcción son las juntas que se forman entre las formaletas de hormigonado entre losas continuas, en lugares de interrupción de la puesta de hormigón o al final de la jornada de trabajo.

En las juntas de construcción se debe cuidar que exista la correcta unión entre el concreto existente y el concreto nuevo sin permitir movimiento. En las losas se utilizan comúnmente barras de anclajes las cuales cumplen la función de restringir el movimiento.

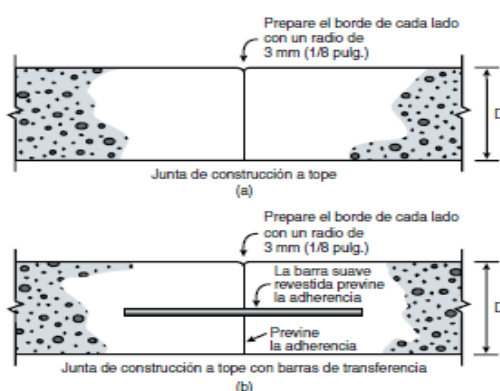


Figura 4: Juntas de construcción⁴

⁴ Imagen obtenida de PCA Diseño y Mezclas de Concreto

Existen 2 tipos de juntas de construcción:

- 1) Juntas Longitudinal de Construcción: son las que unen losas adyacentes cuando van a ser pavimentados en tiempos diferentes.

- 2) Juntas Transversales de Construcción: son las juntas colocadas al final de un día de pavimentación ó por cualquier otra interrupción a los trabajo.

Las juntas de construcción, se las diseña y construye para que trabajen como juntas de contracción o aislamiento, debido que estas juntas necesitan un cuidado especial.

En la siguiente figura se muestra una imagen que muestra todos los tipos de Juntas presentes en un Pavimento:

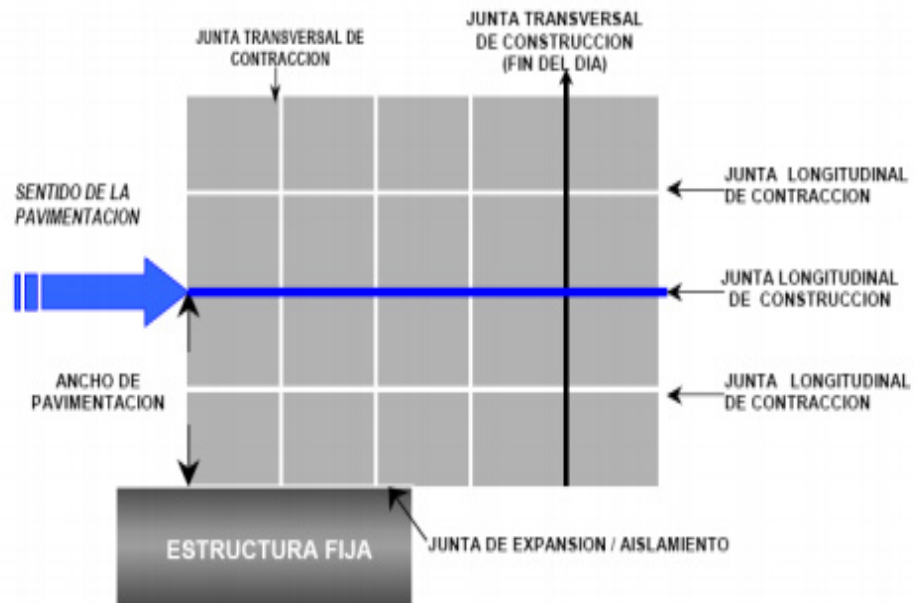


Figura 5: Detalle de Tipos de Juntas⁵

2.3.2.6. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo principal para la construcción de un pavimento rígido se encuentra ubicado en las juntas, ya sea estos pasadores de cortante, pasajuntas o barras de amarre para mantener unido los paños del pavimento

⁵ Imagen Obtenida <http://www.elconstructorcivil.com/2011/04/tipos-de-juntas-en-pavimentos-de.html>

- a) **Barras de Amarre.-** Evitan el desplazamiento de las losas en el sentido perpendicular a la circulación vehicular. Las barras de amarre son varillas corrugadas de acero estructural, con límite de fluencia ($f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$), debiendo quedar sumergida en las losas, con las dimensiones y en la posición indicada en el proyecto. Estas barras siempre deberán estar colocadas a la mitad del espesor del pavimento.
- b) **Barras Pasajuntas.-** Ubicadas en las juntas transversales de contracción, en las juntas de construcción y en los sitios necesarios, las barras pasajuntas trabajan como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes.

Las barras son de acero redondo liso y deberán quedar sumergidas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto. Estas barras deben estar perfectamente alineadas con el

sentido longitudinal del pavimento y con su plano horizontal, colocándose a la mitad del espesor de la losa.

- c) **Dovelas.-** Se denomina así al elemento conformado por barras pasajuntas y una canastilla metálica de sujeción, sirviendo como soporte para las barras pasajuntas y a la vez para asegurarlas en la posición correcta como se indica en el proyecto durante el colado y acabado del concreto. Las dovelas evitan roturas en los bordes de las juntas de los pavimentos rígidos ocasionadas por el flujo de cargas y también transfiere las cargas entre losas adyacentes producida por la carga de tránsito.

- d) **Mallas.-** Son los elementos industrializados de la armadura, que se presentan en forma de paneles rectangulares constituidos por alambres o barras soldadas a máquina. Se encuentra ubicada en el eje

neutro de la losa para evitar de este modo deformaciones por cambios de temperatura y fraguado.



Fotografía 6: Barras de amarre y pasajuntas⁶

2.3.3. Base

Es la capa formada por la combinación de materiales pétreos en su estado natural, clasificados para constituir una base integrante de un pavimento. La base es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento, en nuestro caso sería una losa de hormigón hidráulico.

⁶ Fuente: Los autores K.Santana, J. Román, F. Guevara

Las especificaciones de los materiales para la elaboración de una capa de base se suelen encontrar requisitos más estrictos en comparación con los de una capa de sub-base, por ejemplo: su plasticidad, granulometría y resistencia.



Fotografía 7: Material Pétreo: Base granular⁷

2.3.4. Sub-Base

La sub-base es una capa formada por la combinación de materiales pétreos en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una sub-Base integrante de un pavimento con requisitos menos estrictos en comparación con la capa de base. Soporta, transmite y distribuye con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento, por lo

⁷ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

tanto ésta capa controla los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Además trabaja como capa de drenaje y controla la ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento.



Fotografía 8: Material Pétreo: Sub-Base Granular⁸

2.3.5. Material de Mejoramiento

Es la capa de terreno que sirve como cimiento para la estructura del pavimento y que se prolonga hasta una profundidad de forma que pueda soportar la carga de tránsito a la cual va a estar sujeto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes

⁸ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

especificadas en el diseño final. De la calidad del material de mejoramiento dependerá el espesor de la estructura del pavimento, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos establecidos como: resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad.



Fotografía 9: Material Pétreo: Mejoramiento Granular⁹

⁹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

CAPÍTULO 3

3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

3.1. Especificaciones de materiales

En este capítulo se va a definir las normas y exigencias a ser empleadas y aplicadas a los materiales que se utilizan para la construcción de una vía. Estas especificaciones técnicas forman parte integral del proyecto y complementan lo establecido en los planos del diseño de la vía, y en el contrato. Por medio de las especificaciones técnicas se puede definir la calidad de los trabajos realizados y de los acabados en particular.

En la realización de un mantenimiento vial se utilizan diversos materiales, entre estos materiales tenemos: Hormigón Hidráulico (capa de rodadura), emulsiones asfálticas, material para base granular,

material para sub-base granular y material para mejoramiento. Cada uno de estos materiales deberá cumplir las especificaciones que se encuentran en las normas.

3.1.1. Hormigón Hidráulico

El Hormigón Hidráulico es una mezcla de cemento hidráulico, piedra, arena, agua y aditivos que tiene la capacidad de endurecerse y tomar forma del molde donde fue colocado.

3.1.1.1. Consistencia del Hormigón

Para el ensayo de consistencia del hormigón, se empleará el método AASHTO T-119 “Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento hidráulico”

3.1.1.2. Temperatura del Hormigón.

Para la Temperatura del hormigón, se empleará el método AASHTO T-309 “Temperatura del hormigón de cemento Portland fresco”.

El ACI 306 establece que la máxima temperatura del hormigón en estado fresco debe ser 35°C y la mínima temperatura debe ser 10°C además que el hormigón no debe colocarse cuando la temperatura ambiente este por los 5° C y se encuentre bajando.

3.1.1.3. Resistencia a la Compresión.

Para los ensayos de resistencia a la compresión de los cilindros de hormigón se prepararán, curarán y ensayarán conforme a los métodos AASHTO T-22 “Resistencia a la Compresión de Especímenes de cilindros de Concreto”, AASHTO T-23 “Elaboración y curado de Especímenes para ensayos a Compresión y Flexión en Campo”, AASHTO T-97 y AASHTO T-126 “Elaboración y curado de Especímenes para ensayos a Compresión y Flexión en Laboratorio”,

Resistencia especificada a la compresión en cilindros de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura: f'_c no menor de 28 MPa.



Fotografía 10: Espécimen sometido Ensayo a Compresión¹⁰

3.1.1.4. Resistencia a la Flexión

Para los ensayos de resistencia a la compresión de los cilindros de hormigón se prepararán, curarán y ensayarán conforme a los métodos AASHTO T-97 “Método Estándar de Ensayo de Resistencia a la Flexión del Concreto (Usando Viga Simplemente Apoyada con Tres puntos de Carga”, AASHTO T-23 “Elaboración y curado de Especímenes para

¹⁰ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

ensayos a Compresión y Flexión en Campo”, y AASHTO T-126 “Elaboración y curado de Especímenes para ensayos a Compresión y Flexión en Laboratorio”.

La resistencia del hormigón para el pavimento deberá estar conforme a los requerimientos del diseño, constantes en las cláusulas del contrato; con las siguientes limitaciones según el caso: Resistencia especificada a la flexión en el ensayo de carga sobre tres puntos en una viga de 15 x 15 x 50 cm.: M.R. no menor a 4 MPa.



Figura 11: Viga sometida a Ensayo a Flexión¹¹

¹¹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

3.1.2. Base granular

Una base granular está conformada por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración.

3.1.2.1. Parámetros de Resistencia

Se deben realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, utilizando el densímetro nuclear debidamente calibrado, la densidad mínima de la base no debe ser menor que el 100% de la densidad máxima, este parámetro se comprueba mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima real.

El valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

3.1.2.2. Índice plástico-Índice líquido

El material pasante del Tamiz N° 40 debe cumplir con los siguientes parámetros.

WL < 25 % (Límite Líquido)

IP < 6 % (Índice Plástico)

3.1.2.3. Abrasión

Luego de realizar el Ensayo de Abrasión de los Ángeles, el material de base debe tener un porcentaje de desgaste menor al 40 %.

3.1.2.4. Impurezas

Un material a ser utilizado como base debe estar libre de materia orgánica y no tener capa o residuo vegetal.

3.1.2.5. Granulometría

La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 “Análisis Granulométrico para Agregados Finos y Gruesos” y AASHTO T 27 “Análisis Granulométrico para Agregados Finos y Gruesos”

3.1.2.5.1. Base Granular Clase 1

Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% y con gradación uniforme dentro de los límites granulométricos para los Tipos A y B que se muestran a continuación en la siguiente Tabla. I

En el caso de que el material de relleno no sea suficiente para cumplir las exigencias de graduación podrá completarse con material procedente de una

trituration adicional, o con arena fina, que serán mezclados preferentemente en planta

Tabla I : Granulometría de una base granular clase 1¹²

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada | |
|-------------------|---|--------|
| | TIPO A | TIPO B |
| 2" (50.8 mm) | 100 | |
| 1 1/2 " (38.1 mm) | 70-100 | 100 |
| 1" (25.4 mm) | 55-85 | 70-100 |
| 3/4" (19 mm) | 50-80 | 60-90 |
| 3/8" (9.5 mm) | 35-60 | 45-75 |
| N° 4 (4.76 mm) | 25-50 | 30-60 |
| N° 10 (2 mm) | 20-40 | 20-50 |
| N° 40 (0.425 mm) | 10-25 | 10-25 |

3.1.2.5.2. Base Granular Clase 2

Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, estas bases

¹² Tabla 404-1.1 Pag IV-49 MOP - 001-F 2002 Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes

deben cumplir con la granulometría que se muestra en la Tabla 2.2 que se muestra a continuación.

Tabla II: Granulometría de una base granular clase 2¹³

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
|--------------------------|--|
| 1" (25.4 mm) | 100 |
| 3/4 " (19 mm) | 70-100 |
| 3/8" (9.5 mm) | 50-80 |
| N° 4 (4.76 mm) | 35-65 |
| N° 10 (2 mm) | 25-50 |
| N° 40 (0.425 mm) | 15-30 |
| N° 200 (0.075 mm) | 3-15 |

3.1.2.5.3. Base Granular Clase 3

Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, el agregado grueso será triturado un 25% en peso, para cumplir con las exigencias de gradación, se puede utilizar agregado fino procedente de la trituración.

¹³ Tabla 404-1.2 Pag IV-50 MOP - 001-F 2002 Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla que se muestra a continuación.

Tabla III: Granulometría de una base granular clase 3¹⁴

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
|--------------------------|--|
| 3/4 " (19 mm) | 100 |
| N° 4 (4.76 mm) | 45-80 |
| N° 10 (2 mm) | 30-60 |
| N° 40 (0.425 mm) | 20-35 |
| N° 200 (0.075 mm) | 3-15 |

3.1.2.5.4. Base Granular Clase 4

Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o separación de rocas fragmentadas naturalmente o de gravas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso.

¹⁴ Tabla 404-1.3 Pag IV-50 MOP - 001-F 2002 Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla siguiente.

Tabla IV: Granulometría de una base granular clase 4¹⁵

| TAMIZ | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
|--------------------------|--|
| 2" (50.8 mm) | 100 |
| 1" (25.4 mm) | 60-90 |
| N° 4 (4.76 mm) | 20-50 |
| N° 200 (0.075 mm) | 0-15 |

3.1.3. Sub-Base Granular

Una sub-base granular está conformada por agregados triturados total o parcialmente o cribados. El material de sub-base debe cumplir con las siguientes características.

¹⁵ Tabla 404-1.4 Pag IV-50 MOP - 001-F 2002 Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes

3.1.3.1. Parámetro de Resistencia

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, utilizando el densímetro nuclear debidamente calibrado, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos de Humedad Óptima y Densidad Máxima.

La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

3.1.3.2. Índice Plástico - Índice líquido

Para un material de sub- base la porción de material que pasa el tamiz N° 40 debe cumplir con los siguientes parámetros.

WL≤25 (Límite Líquido)

IP \leq 6 (Índice Plástico)

3.1.3.3. Abrasión

Este parámetro se determinara mediante el Ensayo de Abrasión de los Ángeles el cual permitirá obtener el porcentaje de desgaste del material, para un material de sub base se debe cumplir con un % de desgaste \leq 50 %.

3.1.3.4. Impurezas

El material a ser utilizado como sub base no debe tener capa o residuo vegetal ni contener materia orgánica.

3.1.3.5. Granulometría

La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos de laboratorio los mismos que se

llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía.

3.1.3.5.1. Sub-Base Granular clase I

Son obtenidas por trituración de roca o gravas, por lo menos el 30 % del agregado deberá obtenerse por proceso de trituración, la granulometría correspondiente cumple con la granulometría de la siguiente tabla.

Tabla V: Granulometría de una Sub-base granular clase 1¹⁶

| TAMIZ | % en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |
|-------------------|--|
| 3" (76.2 mm) | ---- |
| 2" (50.4 mm) | --- |
| 1 1/2 (38.1 mm) | 100 |
| Nº 4 (4.75 mm) | 30-70 |
| Nº 40 (0.425 mm) | 10-35 |
| Nº 200 (0.075 mm) | 0-15 |
| | |

¹⁶ Tabla 403-1.1 Pag IV-39 MOP - 001-F 2002 Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes

3.1.3.5.2. Sub-Base Granular Clase II

Este tipo de sub-base se la construye con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, por lo menos el 30 % del agregado debe someterse a un proceso de trituración, este tipo de Sub-Base cumple con la siguiente granulometría.

Tabla VI: Granulometría de una Sub-base granular clase 2¹⁷

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

¹⁷ Tabla 403-1.1 Pag IV-39 MOP - 001-F 2002 Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes

3.1.3.5.3. Sub-Base Granular clase III

Este tipo de sub-base se construye con agregados naturales y procesados, este tipo de sub-base cumple con la siguiente granulometría.

Tabla VII: Granulometría de una Sub-Base Granular Clase 3¹⁸

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

¹⁸ Tabla 403-1.1 Pag IV-39 MOP - 001-F 2002 Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes

3.1.4. Mejoramiento de la Sub-Rasante

El material de mejoramiento a ser utilizado en rellenos deberá provenir de las zonas de préstamo señaladas en los planos o definidas por el fiscalizador, dicho material deberá cumplir con las normas establecidas en el MOP-001-2002.

3.1.4.1. Parámetro de Resistencia

La proceso de compactación del agregado utilizado como material de mejoramiento será realizado en base a los numerales 403-1.05.3 y 403-1.05.4 de las Especificaciones Generales. La densidad de la capa compactada deberá ser 95 % de la densidad máxima según la norma AASHTO-T-180 método D.

El valor correspondiente a la capacidad portante del suelo (CBR) debe ser mayor al 20 %.

3.1.4.2. Índice Plástico-Índice Líquido

La porción de material que pase por el tamiz N.40 debe cumplir con los siguientes parámetros.

Índice de Plasticidad $IP \leq 9$

Límite Líquido $WL \leq 35$

3.1.4.3. Abrasión

Para el material de mejoramiento de la subrasante no se requiere hacer el ensayo de Abrasión de los ángeles para desgaste del material debido al porcentaje de finos que posee.

3.1.4.4. Impurezas

El material utilizado para mejoramiento de la subrasante deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones

de ambos, este agregado no debe contener material orgánico y escombros.

3.1.4.5. Granulometría

Todas las partículas del agregado deben pasar el tamiz de 4 pulgadas y el porcentaje que pasa el tamiz N 200 debe ser menor al 20 %.

3.2. Ensayos para agregados

3.2.1. Abrasión

El objetivo de este ensayo es analizar el desgaste del agregado grueso menor a 1 ½ pulg (38 mm) y mayor a 3/4 " (19 mm).

El ensayo permite analizar el desgaste de los agregados al ser sometidos a procedimientos mecánicos como son: abrasión, impacto y fricción de las esferas dentro de la máquina de Los

Ángeles, el número de esferas varía según la gradación del material a ser ensayado.

La Máquina de abrasión de Los Ángeles consiste en un tambor cilíndrico hueco de acero cerrado en sus extremos, la carga abrasiva la constituyen las esferas de acero, cuyo peso es entre 390 gramos y 445 gramos y se utilizan de acuerdo a la granulometría del material a ensayar.



Figura 12: Máquina de Abrasión de los Ángeles¹⁹

¹⁹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

3.2.2. Resistencia a los sulfatos

Los sulfatos reaccionan con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento formando sulfatos de calcio (yeso) y el sulfato de calcio reacciona con el aluminato de calcio hidratado formando sulfo-aluminato de calcio, estas reacciones producen expansión lo cual origina la descomposición del concreto.

Los sulfatos están presentes en agua subterránea, efluentes, desechos industriales, agregados, terreno natural, embalses.

Este ensayo permite conocer la resistencia a la desintegración por saturación de los agregados en soluciones de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, Este ensayo se realiza en árido fino y árido grueso.



Fotografía 13: Ensayo de resistencia a los sulfatos²⁰

3.2.3. Granulometría

Es la distribución que tienen las partículas de un árido de acuerdo a su tamaño, para conocer los tamaños de las partículas que componen una muestra de suelo se separan mediante tamices con tamaños normalizados de acuerdo a la norma (ASTM C 136).

Para el agregado fino las aberturas de los tamices varían desde la malla No. 100 (150 micras) hasta 9.52 mm.

²⁰ Fotografía tomada de : <http://www.slideshare.net/UCGcertificacionvial/resistencia-a-los-sulfatos>

La granulometría y el tamaño máximo de agregado inciden en las proporciones de los agregados, relación de agua y cemento a/c, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

Este ensayo permite además determinar criterios de aceptación para materiales que serán utilizados en la estructura del pavimento como capas de base, subbase, material de mejoramiento durante el proceso de construcción de carreteras.



Fotografía 14: Tamices estandarizados²¹

²¹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

3.2.4. Peso unitario del agregado grueso

Es el peso del agregado por unidad de volumen, en la práctica se utiliza el peso unitario compactado (PUC) debido que las partículas han sido sometidas a compactación y se ha incrementado el grado de acomodamiento de las partículas del agregado lo cual produce un aumento en el valor del peso unitario.

Este valor es utilizado como parámetro para determinar porcentaje de vacíos, volumen absoluto de materiales sujetos a asentamientos.



Fotografía 15: Agregado Grueso²²

²² Fotografía tomada de <http://www.ingenieriacivil21.com/2011/02/estudio-tecnologico-de-los-agregados.html>

3.2.5. Humedad

Este ensayo permite determinar la cantidad de agua existente en una muestra de agregado en términos del peso seco, las partículas de un agregado se presentan en 4 estados.

- a) **Totalmente seco:** Se logra mediante un secado al horno a 110°C hasta que los agregados tengan un peso constante. (Aproximadamente 24 horas).
- b) **Parcialmente seco:** Se logra mediante exposición al aire libre.
- c) **Saturado y Superficialmente seco (SSS)** los agregados tiene todos sus poros llenos de agua pero superficialmente se encuentran secos.
- d) **Totalmente Húmedo:** Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde,

P: Contenido de humedad en porcentaje (%)

W: Masa inicial de la muestra (g)

D: Masa de la muestra seca [g]



Fotografía 16: Ensayo de contenido de humedad²³

²³ Tomada de <http://www.slideshare.net/UCGcertificacionvial/contenido-de-humedad>

3.2.6. Límites de Atterberg

Límite Líquido: Es el contenido de humedad expresado en % con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia de estado líquido al plástico.

Para calcular el Límite Plástico se usa el resto de la masa usada para calcular el Límite Líquido y con esa se hacen fideos de barro amasados sobre un cristal esmerilado hasta que se agrieten. Luego se colocan en 3 cápsulas para determinar su humedad a través de la media aritmética de las muestras, o sea el Límite de Plasticidad.



Fotografía 17: Obtención de Límite Líquido²⁴

²⁴Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

El Índice de Plasticidad se obtiene haciendo la resta del Límite Líquido y del Límite Plástico. Con los parámetros de Índice de Plasticidad y Límite Líquido a través de una tabla se realizaron las clasificaciones de los suelos por el Sistema Unificado de Casagrande el cual es empleado en informes geotécnicos.



Fotografía 18: Obtención de Límite Plástico²⁵

3.2.7. Ensayo Proctor

Es un ensayo para obtener la Humedad Óptima de compactación de un suelo a partir de una energía de compactación.

²⁵ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

La Humedad Óptima de compactación corresponde al porcentaje de agua para la cual la Densidad del Suelo es Máxima, es decir qué cantidad de agua que se debe agregar a un suelo para lograr la compactación máxima para de esta manera mejorar características como uniformidad, peso específico y resistencia al corte.

Se utilizan dos tipos de ensayo Proctor que son:

- Proctor Estándar
- Proctor Modificado

La diferencia entre el ensayo Proctor Normal y el Modificado radica en la energía de compactación utilizada, se utilizará mayor cantidad de energía para en Ensayo del Proctor Modificado



Fotografía 19: Ensayo Proctor²⁶

3.2.8. CBR

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) permite determinar la capacidad de soporte de los agregados así como también la resistencia al esfuerzo cortante bajo condiciones de densidad y humedad controladas obteniéndose el índice de CBR que sirve como parámetro para establecer condiciones de calidad de los suelos.

²⁶ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J Román

Tabla VIII: Índice de CBR²⁷

| CBR. | Clasificación cualitativa del suelo | Uso |
|---------------|--|-------------|
| 2-5 | Muy mala | Sub-rasante |
| 5-8 | Mala | Sub-rasante |
| 8-20 | Regular-Buena | Sub-rasante |
| 20-30 | Excelente | Sub-rasante |
| 30-60 | Buena | Sub-base |
| 60-80 | Buena | Base |
| 80-100 | Excelente | Base |

**Fotografía 20: Ensayo de CBR²⁸**

²⁷ Fernandez Luis Martin. (Curso 2006-2007). "Compactación de suelo, Ensayos de Penetración, Ensayos de desgaste Pág. 9

²⁸ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román

CAPÍTULO 4

4. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RIGIDOS

4.1. Fallas en Juntas

4.1.1. Grietas por Mal Funcionamiento de Juntas

4.1.1.1. Descripción

Son grietas ondulantes aproximadamente paralelas a la junta, en ciertos casos se presentan transversalmente y en otros casos en forma de líneas sinuosos, localizadas cerca a las juntas.

4.1.1.2. Posibles Causas

Se pueden presentar por las siguientes causas:

- Mal empleo del equipo utilizado para el corte de juntas, con cortes pocos profundos y movimientos bruscos en ejecución de las juntas.
- Mal alineamiento de las barras pasajuntas con el eje de la vía.
- Barras de diámetro y/o longitud insuficiente, o con presencia de corrosión.

4.1.1.3. Niveles de Severidad

Sea definido tres niveles de severidad de acuerdo a las características de las grietas:

Bajo.- Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Grietas finas de ancho menor de 3 mm.
- Grietas de ancho variado, con sello en condición satisfactoria.

Mediano.- Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Grietas de ancho promedio de 3 a 10 mm.
- Grietas con despostillamiento y/o dislocamiento hasta 10 mm.
- Grietas de cualquier ancho, con sello en condición insatisfactoria.

El área entre la grieta y la junta ha comenzado a fracturarse y se nota pequeños trozos debido al despostillamiento.

Alto.- Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Grietas de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Grietas con y sin sellante, y con presencia de despostillamiento y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

El área entre las grietas y la junta se ha fracturado en trozos pequeños debido al tránsito vehicular.

4.1.1.4. Medición

Una vez cuantificado y clasificado la severidad de los daños, estas se miden:

- Número de grietas existentes en una sección de la vía en términos de juntas afectadas.
- Número total de juntas que presentan este daño para cada nivel de severidad establecido.



Figura 21: Grietas por mal funcionamiento de juntas²⁹

4.1.2. Despostillamiento de Losa

4.1.2.1. Descripción

Es la Desintegración de los bordes de las losas sin extenderse de los 0.60 metros de una junta o una esquina. Además no se extiende verticalmente a través de la losa sino que interceptan la junta formando un ángulo.

²⁹ Fuente: Tesis “Análisis de los Factores que producen el deterioro en los Pavimentos Rígidos” César Alejandro Ruiz Brito

4.1.2.2. Posibles Causas

Se producen como consecuencia de diversos factores que pueden actuar de forma aislada o combinadamente:

- Excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles.
- Debilidad del concreto en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta.
- Deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta.
- Acumulación de agua en las juntas.

4.1.2.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de las grietas:

Bajo.- Pequeños fracturamientos que no se extienden más de 8 cm a cada lado de la junta, dan lugar a pequeñas piezas que se mantienen bien firmes, con ausencia de piezas también.

Mediano.- Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de la misma, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden ser removidos; algunos o todos los trozos pueden faltar, pero su profundidad es menor de 25 mm.

Alto.- Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de la misma, las piezas o trozos han sido removidos por el tránsito y tienen una profundidad mayor de 25 mm.

4.1.2.4. Medición

Se miden contando y registrando el número de juntas afectadas con cada nivel de severidad, expresándolos en términos de números de losas afectadas, de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Si el despostillamiento afecta un solo borde de la losa se controla como una losa con despostillamiento.
- Si el despostillamiento ocurre a cada lado de la junta, afectando dos losas adyacentes, se registra como 2 losas.
- Si el despostillamiento se observa en más de un borde de la misma losa se registra como una losa indicando el nivel de severidad correspondiente al borde más dañado.



Figura 22: Despostillamiento de la losa³⁰

4.1.3. Mantenimiento Ineficiente de Juntas

4.1.3.1. Descripción

La capacidad estructural del pavimento se ve afectada debido a la inadecuada transferencia de carga en la losa.

Otro factor a considerar es el sellado que requiere una junta, un sellado deficiente en las juntas produce la infiltración de agua, lo cual afecta a las capas que conforman la estructura

³⁰ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

pavimento los daños producidos se ven reflejados en la superficie de rodadura.

4.1.3.2. Posibles Causas

- Mala calidad del material sellante utilizado en las juntas.
- Procesos erróneos de colocación del material sellante en las juntas.
- Cantidades no adecuadas del material sellante.

4.1.3.3. Niveles de Severidad

Baja: Longitud con deficiencias de sellado $< 5\%$ de la longitud de la junta

Media: $5\% \leq$ longitud con deficiencias de sellado $\leq 25\%$ de la longitud de la junta.

Alta: Longitud con deficiencias de sellado > 25 % de la longitud de la junta.

4.1.3.4. Medición

En el caso de juntas transversales se contabiliza el número de juntas deterioradas con su respectivo nivel de severidad. En juntas longitudinales se contabiliza el número de tramos con la longitud total (m) y longitud deteriorada (m) indicando el deterioro en cada una de ellas, los tramos a considerar en juntas longitudinales deben tener mínimo 1 m de longitud.



Figura 23: Falta de sellado en juntas³¹

4.2. Grietas

4.2.1. Grietas Transversales

4.2.1.1. Descripción

Son fracturas o grietas en la losa que ocurre normalmente perpendicular al eje de la vía o en forma oblicua a esta, creando una división de la misma en dos planos.

³¹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

Existen 2 tipos de grietas transversales:

Las grietas transversales muy espaciadas.- Se producen por un diseño de las distancias entre juntas muy excesivas.

Las grietas transversales por anclaje.- Son producidas por las obras de drenaje como son los pozos de visita y las alcantarillas. Estas crean un anclaje diferente a la losa del pavimento, por lo cual se debe de aislar con juntas transversales, longitudinales y perimetrales.

4.2.1.2. Posibles Causas

La principal causa para el agrietamiento de la losa es debido a la contracción natural del concreto, existiendo también de acoplamiento entre la losa y el apoyo.

Las grietas transversales muy espaciadas son producidas por curados deficientes, desacoplamiento de la losa con el

apoyo, apoyo elástico y cargas pesadas, por acompañamiento con una junta mal construida y por juntas aserradas.

Las grietas transversales por anclaje son producidas por ausencias de juntas de refuerzos, ya sean ésta juntas transversales, longitudinales y perimetrales, generando grietas por acompañamiento en las losas adyacentes.

4.2.1.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de las grietas:

Bajo.- Se las denominan así si cumplen las siguientes condiciones:

- Grietas finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm., sin saltaduras y escalonamientos imperceptibles.

- Grietas selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

Mediano.- Se las denominan así si cumplen las siguientes condiciones:

- Grietas activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm., con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm. y saltaduras de ancho menores a 50 mm.
- Grietas selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

Alto.- Se las denominan así si cumplen las siguientes condiciones:

- Grietas activas de ancho promedio mayor de 10 mm. y grietas selladas, con despostillamiento severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.; y saltaduras de ancho mayor a 50 mm o escalonamiento mayor a 6mm.

4.2.1.4. Medición

Una vez identificada la severidad de la grieta, esta puede medirse:

- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por grietas transversales y/o longitudinales.
- Determinar en número y la longitud de grietas para cada nivel de severidad.
- Si existen dos grietas en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la grieta predominante.

- Determinar la longitud total de grietas agrupadas por nivel de severidad, que tengan el sello en buenas condiciones.



Figura 24: Grieta transversal en la calle Teodoro Maldonado³²

³² Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

4.2.2. Grietas Longitudinales

4.2.2.1. Descripción

Son grietas en la losa que ocurre predominantemente paralelo al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, dividiendo la misma en dos planos.

4.2.2.2. Posibles Causas

Una posible causa puede ser la presencia de arcillas expansivas y deficiencias en el drenaje lateral, creando así un desacople en los apoyo de la losa con el paso de vehículos pesados. Otra causa posible causa es un pandeo excesivo de la losa o un apoyo elástico. A continuación tenemos otras posibles causas:

- Asentamiento de la base o de la subrasante
- Losa de ancho excesivo

- Carencia de una junta longitudinal
- Mal ubicación de las barras de transferencia de cargas
- Aserrío tardío de la junta

4.2.2.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de las grietas:

Bajo.- Se las denominan así si cumplen las siguientes condiciones:

- Grietas finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm., sin saltaduras y escalonamiento imperceptible.
- Grietas selladas de cualquier ancho, con el material de sello en condición satisfactoria- no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento.

Mediano.- Se las denominan así si cumplen las siguientes condiciones:

- Grietas activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm. con saltadura de ancho menor a 50 mm. o escalonamiento menor a 15 mm.
- Grietas de hasta 10 mm. de ancho acompañadas de despostillamiento y dislocamiento de hasta 10 mm.
- Grietas selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

Alto.- Se las denominan así si cumplen las siguientes condiciones:

- Grietas de ancho mayor de 10 mm., soldaduras de ancho mayor a 50 mm. o escalonamiento mayor a 15mm.
- Grietas selladas o no, de cualquier ancho, con despostillamiento severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

4.2.2.4. Medición

Una vez identificada la severidad de la grieta, esta puede medirse:

- Totalizando metros lineales en la sección o muestra en metros lineales.
- En términos de número de losas afectadas, totalizando el número de estas que evidencien grietas longitudinales.

- Si existen dos grietas en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la grieta predominante.



Figura 25: Grieta Longitudinal y transversal³³

4.2.3. Grietas en las Esquinas

4.2.3.1. Descripción

Son grietas o grietas diagonales que unen una junta transversal con una junta longitudinal, es decir son grietas

³³ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

en los bordes que delimitan la losa a una distancia menor de 1.30m a cada lado medida desde la esquina. Produce un trozo de losa de forma triangular al interceptar dichas juntas. Estas grietas de esquina se prolongan verticalmente a través de todo el espesor de la losa.

4.2.3.2. Posibles Causas

Son producidas por la continua acción de cargas pesadas causando fatiga en el concreto, las cuales combinadas con la acción drenante produce debilidad y erosión en el apoyo de la losa. También una deficiente transferencia de cargas a través de la junta, ocasiona que se produzcan altas deflexiones en las esquinas.

4.2.3.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de las grietas:

Bajo.- Grietas selladas o con abertura menor a 3 mm, presentando un escalonamiento imperceptible y el bloque de la esquina esta completo.

Mediano.- Abertura de la grieta entre 3 mm a 10mm.

Alto.- Abertura de la grieta mayor a 10 mm con presencia de escalonamiento y con subdivisiones en el bloque de la esquina.

4.2.3.4. Medición

Las grietas de esquina se miden contando el número total de grietas existentes en una sección o muestra, generalmente en término de número de losas afectadas por una o más grietas de esquina. Se contabiliza como una losa cuando ésta:

- Contiene una única grieta de esquina;

- Contiene más de una grieta del mismo nivel de severidad.
- Contiene dos o más grietas de diferentes niveles de severidad; En este caso se registra el nivel de severidad correspondiente a la más desfavorable.

También puede medirse en metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra evaluada.

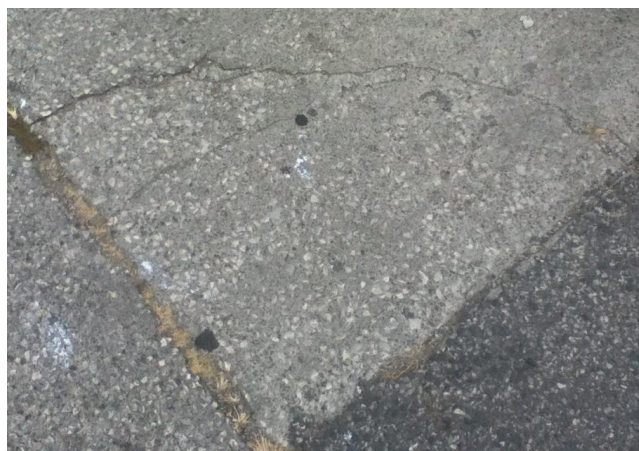


Figura 26: Grieta en las esquinas³⁴

³⁴Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

4.2.4. Grietas en Bloque

4.2.4.1. Descripción

Son fracturas o grietas que subdividen una porción de la losa en planos o bloques pequeños de área inferior a 1 metro cuadrado.

4.2.4.2. Posibles Causas

Son producidas por la continua acción de cargas pesadas causando fatiga en el concreto, el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente. Es la evolución final del proceso de generación de grietas, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y la continua deflexión de los planos aceleran la subdivisión en bloques más pequeños, lo cual favorece el despostillamiento de sus bordes.

Posteriormente a este caso, si no es tratado a tiempo, se produce a corto plazo la formación de un bache.

4.2.4.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de las grietas:

Bajo.- Bloques definidos por grietas de severidad baja; los planos relativamente amplios y se mantienen ligados.

Mediano.- Bloques definidos por grietas de severidad moderada; los planos son más pequeños evidenciándose un moderado despostillamiento de los bordes de las grietas.

Alto.- Bloques definidos por grietas de severidad alta; evidenciándose un severo despostillamiento de los bordes de las grietas, con tendencia a formar bache.

4.2.4.4. Medición

Una vez identificada la severidad de la falla, ésta puede ser medida:

- En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra.
- En términos de cantidad de losas afectadas, totalizando el número en la sección o muestra; de existir en una misma losa dos manifestaciones se adopta el nivel de severidad de la grieta predominante.

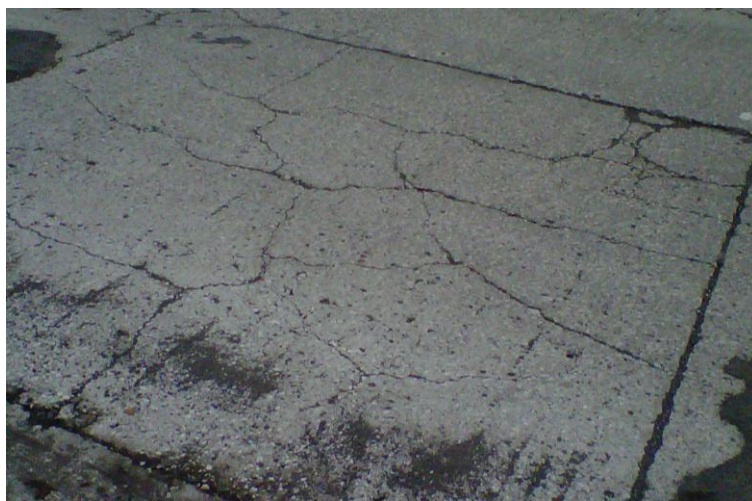


Figura 27: Grietas en bloque³⁵

³⁵ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

4.3. Fallas Superficiales

4.3.1. Fisuración por Retracción Plástica

4.3.1.1. Descripción

Consiste en la aparición de fisuras en la superficie expuesta de la losa del pavimento, su presencia se genera cuando el hormigón se encuentra en estado plástico y se pueden presentar desde la colocación del hormigón hasta que esta alcanza el fraguado final causado principalmente por el desecamiento del hormigón.

4.3.1.2. Posibles Causas

Se pueden presentar por las siguientes causas:

- Curado del Hormigón Inapropiado.

- Alta velocidad y baja Humedad del viento y la ausencia de protección al pavimento de este.
- Alta temperatura del Hormigón.
- Baja Humedad relativa del Ambiente

4.3.1.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a la presencia de fisura.

Bajo.- Se presentan pequeñas fisuras de manera aislada y en forma de mallas sin presentar Descascaramiento.

Media.- Se presentan fisuraciones con descascaramiento en una zona menor al 10% superficie de la losa

Alto.- Se presentan fisuraciones con descascaramiento en una zona mayor al 10% superficie de la losa.

4.3.1.4. Medición

La medición se la realizará determinando la superficie (m²) deteriorada de acuerdo al nivel de severidad.



Figura 28: Fisuración por retracción plástica³⁶

La protección contra el viento y pérdida de humedad, ayuda a reducir estas fisuras.

³⁶ Fuente: Tesis “Análisis de los Factores que producen el deterioro en los Pavimentos Rígidos” César Alejandro Ruiz Brito



Figura 29: La protección evita la fisuración³⁷

4.3.2. Pulimiento de Losa

4.3.2.1. Descripción

La capa de rodadura se presenta de una manera lisa debido a la pérdida de la textura superficial, lo cual origina la pérdida de fricción necesaria entre la superficie del pavimento y las llantas de los vehículos.

³⁷ Fuente: Tesis “Análisis de los Factores que producen el deterioro en los Pavimentos Rígidos” César Alejandro Ruiz Brito

4.3.2.2. Posibles Causas

Se produce cuando no se realiza de manera adecuada la mezcla de concreto y agregados, esta deficiencia produce que las cargas que soporta la superficie del pavimento originen el desgaste superficial de los agregados quedando los mismos visibles sobre la superficie de rodadura.

4.3.2.3. Niveles de Severidad

Los niveles de severidad se definen mediante una inspección visual de la losa de concreto que consiste en determinar la rugosidad, si este parámetro es bajo y además la losa de concreto es suave al tacto se debe proporcionar el tratamiento adecuado al área afectada de la losa de concreto

4.3.2.4. Medición

Se miden las dimensiones correspondientes al área de la superficie afectada en m².



Figura 30: Pulimiento de losa de concreto³⁸

4.3.3. Parches Deteriorado

4.3.3.1. Descripción

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material similar o diferente al mismo, para reparar el pavimento existente. También un parcheo es empleado por reparaciones de servicios

³⁸ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

públicos, por ejemplo la instalación o mantenimiento de algún tipo de obra subterránea sobre la vía.

4.3.3.2. Posibles causas

Algunas de las posibles causas de los daños que se producen en los parches son:

- En parches asfálticos, su capacidad estructural es insuficiente por una deficiencia en su proceso constructivo.
- En parches de concreto, la falta de utilización de un epóxico como material adhesivo puede crear la separación de este con el antiguo concreto.
- En parches de concreto, en el caso de existir un reemplazo de por lo menos la mitad de un paño de losa de concreto, el traspaso de carga entre el parche y la losa es insuficiente por falta de dovelas o barras de amarre y/o por defectos en el proceso constructivo.

4.3.3.3. Niveles de Severidad

Tomaran en cuenta el estado de deterioro y el asentamiento de la capa del parche, se definen los siguientes niveles de severidad:

Bajo.- El parche está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.

Medio.- El parche presenta daños de severidad baja o media y deficiencias en los bordes.

Alto.- El parche está gravemente deteriorado, y requiere ser reparado pronto.

4.3.3.4. Medición

Para su medición se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- El número de parches y la superficie en metros cuadrados del área del parche para cada nivel de severidad y por paño de losa.
- Indicar por separado los parches de asfalto y/o concreto.
- Se debe de reportar como observaciones los daños presentes dentro en el parche. .



Figura 31: Parche de Hormigón Hidráulico³⁹



Figura 32: Parche de concreto asfáltico⁴⁰

³⁹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

⁴⁰ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

4.3.4. Baches

4.3.4.1. Descripción

Los baches son producidos por la descomposición o desintegración de la losa y su remoción en una cierta área, formando una cavidad o hueco de bordes irregulares. Su diámetro puede variar entre unos 25mm. y 100mm. y la profundidad puede superar los 15mm.

4.3.4.2. Posibles Causas

Los baches se producen por conjunción de varias causas, de las cuales tenemos:

- Fundaciones y capas inferiores inestables.
- Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes.
- Defectos constructivos.

- Retención de agua en zonas hundidas y/o grietadas.

Estas causas más la acción del tránsito sobre zonas localizadas de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado grietas en bloque originan el bache, debido a que el pavimento ha alcanzado un alto nivel de severidad, provocando así la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento.

4.3.4.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de la falla, las cuales se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla IX: Nivel de Severidad de baches⁴¹

| PROFUNDIDAD MAXIMA (cm) | Diámetro Promedio del Bache (cm) | | |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|-------------|
| | Menor a 70 | Entre 70-100 | Mayor a 100 |
| Menor a 2.5 | Baja | Baja | Media |
| Entre 2.5-5.0 | Baja | Media | Alta |
| Mayor a 5.0 | Media | Media | Alta |

4.3.4.4. Medición

Los baches descubiertos pueden medirse alternativamente:

- Contando el número de baches por cada nivel de severidad y registrando estos separadamente.
- Evaluar éstos en metros cuadrados de superficie afectada, registrando separadamente las áreas, según su nivel de severidad.

⁴¹ Tabla Obtenida del Catalogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e IberoAmerica



Figura 33: Baches⁴²

4.3.5. Descascaramiento

4.3.5.1. Descripción

Es la rotura que se forma en la superficie de la losa debido a la separación del concreto, se da hasta profundidades entre 5 a 15 mm. Se presenta descascaramiento en una losa cuando la armadura es colocada cerca a la superficie de rodadura.

⁴² Fuente: Tesis "Análisis de los Factores que producen el deterioro en los Pavimentos Rígidos" César Alejandro Ruiz Brito

4.3.5.2. Posibles Causas

Se produce debido a la exudación, es decir cuando existe una cantidad excesiva de agua en el acabado del concreto fresco, al darse este fenómeno la superficie del concreto presenta sensibilidad ante el fenómeno de retracción.

4.3.5.3. Niveles de Severidad

Existen tres niveles de severidad de acuerdo al tipo de daño y área que presenta la losa afectada, los cuales son:

Bajo: Las fisuras capilares se extienden sobre toda la losa, la superficie se encuentra en buenas condiciones, no se produce descascaramiento.

Mediano: La losa presenta Descascaramiento en un área reducida, lo cual afecta al menos al 10% de la losa.

Alto: La losa presenta Descascaramiento en áreas de gran magnitud por lo cual se ve afectada en más del 10 %.

4.3.5.4. Medición

Se mide de acuerdo al número de losas afectadas con la respectiva identificación de los niveles de severidad respectivos para cada falla. Finalmente se obtiene el total de losas afectadas con su respectivo nivel de severidad.



Figura 34: Descascaramiento⁴³

⁴³Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

4.4. Fallas Estructurales

4.4.1. Levantamiento de la Losa

4.4.1.1. Descripción

Es el levantamiento o sobre-elevación que se produce en una parte del pavimento, esta falla se origina generalmente en zonas contiguas a una junta o a una grieta transversal.

4.4.1.2. Posibles Causas

Son causadas por la restricción a la expansión de las losas, es decir por falta de libertad de expansión de los paños de concreto, causando así fuerzas de compresión en los planos de las juntas. Estas fuerzas producen el levantamiento de las losas contiguas a las juntas cuando estas conllevan una excentricidad con el plano o falta de perpendicularidad en la misma, ocasionando generalmente la rotura de la losa.

4.4.1.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de la falla:

Bajo.- Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio.

Mediano.- Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación.

Alto.- El levantamiento causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y/o riesgo para la seguridad y/o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad.

4.4.1.4. Medición

Los levantamientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, en general en términos de la cantidad existente de losas afectadas en una sección o muestra, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- Determinar el número de levantamientos de losas, la longitud y altura de cada uno.
- Levantamiento en grieta cuenta como una losa afectada.
- Levantamiento en juntas se cuenta como dos losas afectadas.



Figura 35: Levantamiento de losa⁴⁴

4.4.2. Hundimiento

4.4.2.1. Descripción

Es la depresión que sufre la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; se puede producir un agrietamiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.

⁴⁴ Fuente: Tesis “Análisis de los Factores que producen el deterioro en los Pavimentos Rígidos” César Alejandro Ruiz Brito

4.4.2.2. Posibles Causas

Este tipo de falla en el pavimento, con o sin agrietamiento puede ser producido por asentamientos o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en terraplenes con condiciones muy desfavorables para la fundación, zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por:

- Deficiencia en la compactación inicial.
- Por movimiento de la propia estructura.
- Deficiencias durante el proceso de construcción de las losas.

4.4.2.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de la falla:

Bajo.- El hundimiento causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.

Mediano.- El hundimiento causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.

Alto.- El hundimiento causa un excesivo salto que provoca una pérdida de control de los vehículos, siendo necesario recurrir a una reducción de velocidad.

4.4.2.4. Medición

Los hundimientos se miden contando y registrando separadamente según su nivel de severidad, la cantidad existente en una sección o muestra. Los resultados se pueden interpretar dependiendo de:

- Los metros cuadrados afectados.

- El número de losas afectadas.
- Simplemente el número de daños observados.

Debido que es una falla de tipo puntual, originada en causas localizadas, ésta se suele excluir de los procedimientos para inventarios de condición de la vía, solo se limita a informar su existencia.



Figura 36: Hundimiento de losa⁴⁵

⁴⁵ Imagen tomada de M5.2 Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e IberoAmerica

4.4.3. Dislocamiento de la Losa

4.4.3.1. Descripción

Es una falla debida a la carga del tránsito, en la cual una losa del pavimento presenta un desnivel con respecto a una losa vecina en la junta que los separa; también puede manifestarse con grietas.

4.4.3.2. Posibles Causas

Es causado por el ascenso de material suelto proveniente de la capa inferior de la losa a través de la junta o grieta en el sentido de la circulación del tránsito. También puede ser causada por la depresión del extremo posterior de la losa, al disminuir el soporte de la losa; como también puede ser causado por variaciones volumétricas que sufren las capas que soportan la losa de concreto y por una deficiencia en la transferencia de carga entre juntas.

4.4.3.3. Niveles de Severidad

Para este caso se definen tres niveles de severidad de acuerdo a las características de la falla:

Bajo.- Diferencia de nivel de 3 a 10 mm.

Mediano.- Diferencia de nivel de 10 a 20 mm.

Alto.- Diferencia de nivel mayor de 20 mm.

4.4.3.4. Medición

Los dislocamientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, la cantidad existente en una sección o muestra, generalmente en términos de número de losas afectadas, de acuerdo a las siguientes premisas:

- El desplazamiento a través de una junta, se cuenta como una losa.
- El desplazamiento a través de una grieta es una falla combinada; no se define como desplazamiento pero se considera al definir la severidad de la grieta

La medición se efectúa a una distancia de 0.30 a 0.50 metros del borde externo de las losas. No se efectúa la medición en juntas afectadas por parchados temporales.



Figura 37: Dislocamiento de losa⁴⁶

⁴⁶ Imagen tomada de M5.2 Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e IberoAmerica

4.4.4. Fatiga a la Flexión.

4.4.4.1. Descripción

Es el proceso de cambio estructural interno progresivo permanente en un material sujeto a esfuerzos repetitivos. Estos cambios pueden ser perjudiciales y ocasionar el crecimiento progresivo de grietas debido a la aplicación de cargas por tráfico, los daños por fatiga progresiva se llevan en las losas de concreto y se desarrollan en forma gradual de micro-fisuras a fracturas completas si la repetición de esfuerzos es suficientemente larga.

4.4.4.2. Posibles Causas

Se establecen las siguientes causas como las que más afectan:

- Características de los Agregados y cementos

- Magnitud y orientación de la Aplicación de los esfuerzos y Proceso Constructivo

4.4.4.3. Niveles de Severidad

Medio.- Se puede presentar un Agrietamiento por fatiga que puede iniciar ya sea desde la superficie de la losa o desde el fondo de la Losa y propagarse progresivamente.

Alto.- Estado más pésimo de la vía. La vida útil del pavimento se agotó

4.4.4.4. Medición

Las fallas por fatiga se las miden por paños afectados.



Figura 38: Análisis de Fatiga⁴⁷

⁴⁷ Imagen tomada de M5.2 Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e IberoAmerica

CAPÍTULO 5

5. MANTENIMIENTO DE LA LOSA DE HORMIGON HIDRAULICO.

Los Pavimentos están diseñados para trabajar de manera optima durante un cierto periodo de tiempo conocido como “Vida Útil”, pero este pavimento y principalmente la Losa, están expuestas a la intemperie y a cargas periódicas debido al tráfico vehicular, lo que ocasiona un deterioro en las vías, perjudicando la serviciabilidad para la cual fueron diseñadas y posteriormente construidas. Motivo por el cual el mantenimiento se plantea como la solución más viable dentro de la parte económica y tiempo para brindar serviciabilidad.

Entre ellas destacamos las siguientes tipos de Estrategias de Mantenimiento:

Estrategia de Conservación: Consiste en la realización de trabajos con la finalidad de aumentar la capacidad de servicio sin modificar lo existente, estos trabajos se dan mientras el pavimento se encuentra en buen estado con la finalidad de mantener las buenas condiciones funcionales y estructurales con las que fueron diseñadas el pavimento durante los primeros años de servicio.

Estrategia de Reparación: en esta estrategia se planea recuperar cualquier deterioro que haya sufrido el pavimento, estos trabajos se dan cuando en el pavimento empiezan a presentarse defectos específicos debido al deterioro que ha sufrido el pavimento, con la finalidad de mantener las propiedades funcionales y estructurales dentro de rangos aceptables.

Estrategia de Reposición: Este modelo tiene como objeto reparar los elementos para volverlos al estado original.

En el grafico, se observa una curva del deterioro de un pavimento, en donde se puede apreciar que el 40% del deterioro ocurre al 75 % de la vida útil de un pavimento, además que el costo del mantenimiento aumenta significativamente desde una etapa de reparación de un pavimento en

estado bueno hasta una etapa de restauración de un pavimento que ya se encuentra deteriorado.

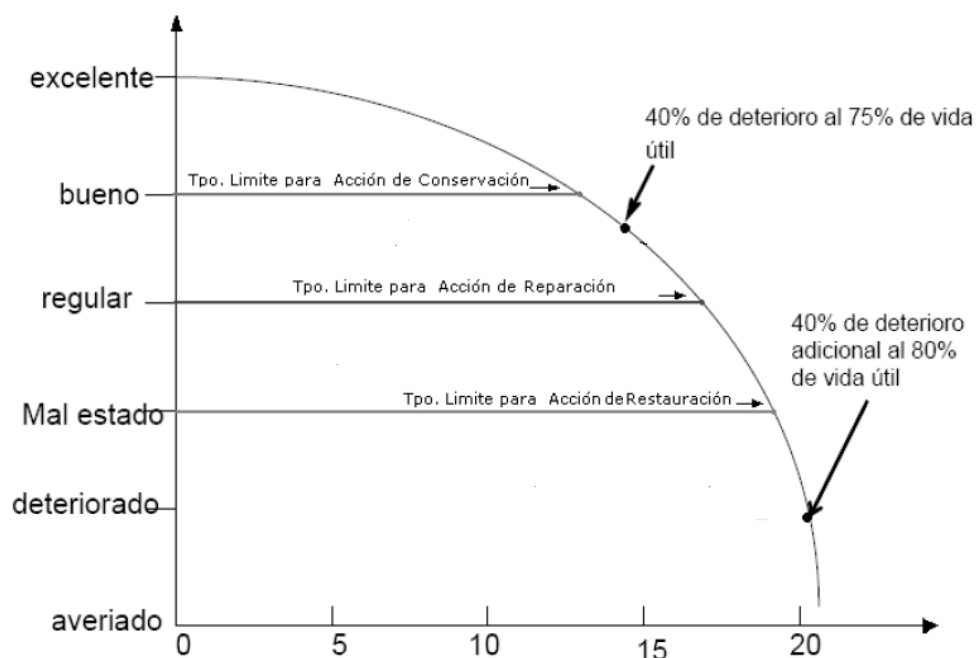


Figura 39: Deterioro del pavimento con el tiempo⁴⁸

5.1. Mantenimientos Superficiales

⁴⁸ Imagen tomada de M5.2 Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e IberoAmerica

Se conoce como mantenimiento Superficial, a todo mantenimiento que no requiere romper la losa en todo su espesor.

Los mantenimientos superficiales se consideran de gran importancia debido a que el control al momento adecuado reduce de manera importante el costo para su tratamiento.

5.1.1. Resello de Juntas

5.1.1.1. Descripción

Consiste en extraer el material de sellado y reponer por un nuevo material, al observarse algún agrietamiento o daño en la superficie.

5.1.1.2. Propósito

El estado de las juntas es lo primero que se debe tomar en cuenta al momento de un análisis visual, debido a que por este medio puede ingresar agua.

El propósito de resellar las juntas es impedir el ingreso del agua al pavimento, el cual es el agente más dañino para el pavimento, pudiendo socavar las capas inferiores del pavimento.

5.1.1.3. Procedimiento

Se llevará a cabo una limpieza de las juntas, eliminando todo material de restos de sellos antiguos y de materia extraña, utilizando sierras y equipo adecuado para remover el sello antiguo sin afectar al hormigón. No es recomendable el uso de barretas, equipos neumáticos de percusión o cualquier otra herramienta que pueda provocar un desprendimiento de hormigón cerca de la junta, debido a que esto colabora a reducir la resistencia del hormigón.

Una vez removido el material de sellado antiguo, con una escobilla de acero se barre cuidadosamente eliminando cualquier material extraño para posterior terminar con un

soplado de aire comprimido con una presión mínima de 120 psi para eliminar todo material suelto que haya quedado.

Es importante adicionar una imprimación para colaborar en la adherencia entre el sellante y las paredes de las juntas, aunque esto quedará a recomendación del fabricante del sellador.

a) Sellado de Juntas hasta 12mm de Ancho.

Se deberá limpiar como se señaló anteriormente. Se procederá a aserrar para establecer un ancho de máximo 8 a 12mm y 22 a 35mm de profundidad, según el tipo de sellante. El material que se utilizará como sellante, deberá ser ligeramente más ancho que la junta con la finalidad que se ajuste bien, quedando totalmente alineado, a una profundidad constante y sin pliegues.

b) Sellado de Juntas de Ancho entre 12mm y 20mm

Se realizará de la misma manera que el sellado para juntas menores de 12mm, con la diferencia que para la acción de sellado se utilizarán productos termoplásticos.

c) Sellado de Juntas de Ancho entre 20mm y 30mm.

Se realizará de manera similar a los sellados anteriores, con la diferencia que se tendrá como mínimo 15 mm de profundidad y se encontrará de 4 a 5 mm debajo de la superficie del pavimento, para este tipo de problema se utilizará sellantes del tipo Mástic-Asfáltico

d) Sellado de Juntas de Ancho superior 30mm.

Se limpiarán de manera similar a los anteriores tipos de sellado, sin embargo se utilizará una mezcla de Arena - Emulsión Asfáltica siempre y cuando el ancho promedio no exceda los 100mm en cuyo caso se realizará con una mezcla caliente. El sellante deberá tener un

espesor mínimo de 20mm y se encontrará de 4 a 5mm por debajo de la superficie del pavimento.

5.1.2. Cepillado de la Superficie de la Losa

5.1.2.1. Descripción

El cepillado de la superficie de la losa del pavimento consiste en reducir las irregularidades debido a las deformaciones producidas por los gradientes térmicos y por el proceso constructivo, además de las irregularidades producidas por el escalonamiento de juntas, dándole a la losa de pavimento una textura adecuada.

5.1.2.2. Propósito

La finalidad del cepillado, es reducir las irregularidades en la superficie con lo cual se minimizará los efectos dinámicos de las cargas, permitiendo que el pavimento mejore las serviciabilidad y prolongar la vida útil del mismo.

Al llevarse a cabo la reparación de la losa mediante el cepillado, esto no afecta al tránsito vehicular lo cual permite llevar a cabo el mantenimiento y que se dé la circulación de vehículos por el otro carril que no está siendo tratado.

5.1.2.3. Procedimiento

El cepillado de la losa, se llevará a cabo, una vez finalizado todos los trabajos de reparación para luego proceder al resellado de juntas y grietas.

El cepillado se realizará en sentido contrario al tránsito vehicular y con pendiente transversal hacia el exterior de la losa que se está tratando además de llevarse en toda la longitud necesaria para asegurar el drenaje.

Posteriormente se procede a la limpieza de los residuos que se produjeron por la acción del cepillado para evitar que

estos sean transportados por el tránsito o la acción del viento hacia lugares de drenaje en el camino.

El cepillado se realizará en la mayor parte de la superficie de la losa, sin ser menor al 95%. El MTOP establece que las cimas de las corrugaciones estarán entre 0,8mm a 2,4mm mas altos que los valles, además que deberán realizarse entre 175 y 188 ranuras por cada metro dependiendo de las características de agregado de los hormigones.



Figura 40: Cepillado en la superficie de la losa⁴⁹

5.1.3. Subsellado

⁴⁹ Imagen tomada de M5.2 Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica

5.1.3.1. Descripción

El subsellado consiste en rellenar los vacíos de la losa mediante la adición de una lechada a través de hoyos perforados o por vacíos encontrados debajo de la losa, esta lechada deberá tener propiedades de formar una masa insoluble que rellenará los vacíos que se encuentren debajo del pavimento

5.1.3.2. Propósito

Se llevará a cabo el subsellado en el pavimento con la finalidad de reducir la presencia de vacíos para limitar las deflexiones las cuales provocarían que la losa colapse por estar sometida flexión y reducir el escalonamiento.

5.1.3.3. Procedimiento

El subsellado se llevara a cabo solo en las esquinas de las losas con vacíos o se puede realizar perforaciones de hoyos según indiquen los planos, permitiéndose llegar hasta una

profundidad aproximada de 8cms debajo de la profundidad del hormigón o según lo estipulado por el ingeniero.

Una vez realizado los hoyos, se insertará un tubo con suficiente presión de aire con la finalidad de limpiar cualquier desecho que impida el paso de la lechada por medio de los hoyos.

Luego la limpieza se procede al bombeo de la lechada a través de los hoyos hasta que la lechada fluya por otros hoyos, por las juntas o grietas o hasta que la losa empiece a levantarse. Se deberá tomar en cuenta que la presión de bombeo de la lechada no sobrepase una presión de 0,7 MPa y no se debe permitir tapar los hoyos inmediatamente luego de la inyección de la lechada.

Posterior de la inyección se retirará la lechada de los hoyos y se reemplazará por una mezcla de hormigón o por algún material de bacheo de fraguado rápido.



Figura 41: Subsellado⁵⁰

5.1.4. Revestimientos

5.1.4.1. Descripción

El revestimiento de una losa consiste en recubrir con un concreto de similares características que las del pavimento del proyecto inicial.

5.1.4.2. Propósito

⁵⁰ Imagen tomada de M5.2 Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica

La finalidad de los revestimientos de concreto es solucionar los problemas de desgaste o desprendimientos superficiales que se dan en la losa de concreto, para mejorar las condiciones de funcionamiento.

5.1.4.3. Procedimiento

En caso que sea necesario se realiza una escarificación superficial para eliminar todo material de concreto que presente desgaste, sino es suficiente con una lavado de la superficie de la losa con detergentes y cepillos de fibras para eliminar cualquier agente como polvo, grasa, aceite, u otros que pueda evitar la adherencia de la nueva capa de concreto; puede darse el caso en que se necesite utilizar ácido muriático para remover la película intemperizada, para luego lavar a presión con la finalidad de remover los residuos del ácido.

Para la restauración de la superficie es necesario un revestimiento de un espesor de mínimo 1cm, lo cual nos ayudará a darle al pavimento una geometría superficial

adecuada. Se utilizará cimbra de la misma geometría que las del pavimento original para controlar la geometría del revestimiento.

Antes de la colocación del hormigón se echa una lechada de mortero con un espesor de $1/16$ a $1/8$ de pulgada en la superficie anteriormente limpia y húmeda, para conseguir una buena adherencia entre la losa antigua y el concreto nuevo

La colocación del concreto hasta su curado se da de manera similar al proceso utilizado en la construcción de la losa, teniendo cuidado en la acción de vibrado y curado.

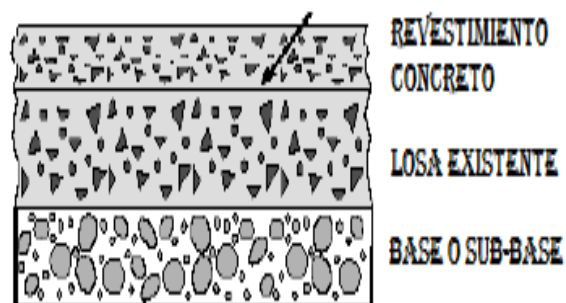


Figura 42: Revestimiento⁵¹

5.2. Mantenimientos Profundos

En este tipo de mantenimiento la falla producida en la losa de hormigón hidráulico provocará que se requiera una reparación en todo el espesor de la losa y en algunos casos también en los apoyos.

En este tipo de mantenimientos se realizan las siguientes actividades de acuerdo al tipo de falla presentada en la superficie de rodadura, los procedimientos a seguir son los siguientes.

⁵¹ Imagen obtenida del PCA.

5.2.1. Demolición Total de una o varias Losas

5.2.1.1. Descripción

Las fallas estructurales en una losa se presentan debido a la mala calidad de los agregados utilizados en las capas que conforman la estructura del pavimento y a la deficiente calidad del concreto utilizado en la fase inicial de construcción de la losa.

5.2.1.2. Propósito

El propósito de este tipo de tratamiento es realizar una reparación en el apoyo utilizando las mismas técnicas con las que fueron construidos, es decir colocando el agregado que cumple con los parámetros establecidos para cada una de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento, y luego de ello realizar el procedimiento de restitución de la losa de concreto.

5.2.1.3. Procedimiento

Se marca el área a ser removida con las respectivas dimensiones. Los primeros cortes deben ser realizados en el sentido transversal hasta una profundidad equivalente a $1/4$ del espesor de la losa y a unos 150 mm fuera de del área delimitada, el espesor de la losa será cortado en su totalidad por las juntas longitudinales y las bermas, levantando en su totalidad el área a reemplazar evitando daños en las capas del pavimento y losas adyacentes, se debe verificar cotas de diseño

Colocar un hormigón que cumpla con los mismos parámetros de resistencia con el que fue diseñado. Este procedimiento será realizado en base a las caras de las losas que no fueron removidas por ello deben estar libres de impurezas, deben verificarse la nivelación, curado y sellado de juntas

Se repara la zona de moldaje de la berma rellenando con un material adecuado, este procedimiento debe ser realizado antes de reanudar el tránsito por la vía.

Los procedimientos a realizar para cumplir con los trabajos mencionados anteriormente no deben afectar la estructura del pavimento, y en caso de ocasionar daños estos deben ser reparados inmediatamente.

Los materiales sobrantes deben ser trasladados a lugares autorizados que cumplan con las Especificaciones Ambientales Generales.

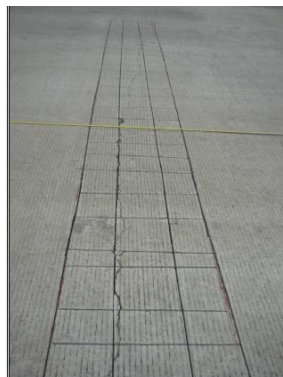


Figura 43: Área a remover en una demolición total de losa⁵²

⁵² Foto tomada de: Tesis “Análisis de los factores que producen deterioro en pavimento rígido” César Alejandro Ruiz Brito ESPE Sangolquí 2011



Figura 44: Preparación de la superficie para colocación de losa⁵³

5.2.2. Demolición Parcial de una Losa

5.2.2.1. Descripción

Este tipo de tratamiento se realiza cuando la falla estructural se presenta en una sección determinada de la losa, esta reparación se la realiza en el tercio superior de la losa cuando se presentan los siguientes casos:

- Cuando la losa presenta fisuras fuera de la junta.

⁵³ Imagen tomada de M5.2 Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e IberoAmerica

- En los casos en que se realizan reparaciones de alcantarillado u otros servicios municipales
- El tipo de reparación que se utiliza puede ser forma de parche o una geometría definida.

5.2.2.2. Propósito

- Reparar el apoyo en una determinada sección de la losa colocando el agregado adecuado para cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento
- Utilizar un concreto de mejor calidad manteniendo los parámetros con los que se realizó el diseño de la losa de concreto.

5.2.2.3. Procedimiento

Se remueve el área deteriorada marcándola en una forma de cuadrado o rectángulo a una profundidad entre 25 a 100 mm, la misma que debe ser verificada con la extracción de un testigo del hormigón para garantizar la calidad del hormigón a ser removido.

Para el proceso de hormigonado se prepara el área de contacto para asegurar la unión entre los hormigones y evitar la infiltración de agua en la nueva estructura a colocar, se debe utilizar una lechada que tenga una relación 1:1 (agua y cemento), se debe realizar el proceso de vibrado en el hormigón con el fin de garantizar los niveles del pavimento.

Se procede a realizar un curado adecuado en el hormigón con la finalidad de obtener la resistencia con la que fue diseñado, una vez verificado este parámetro, se debe realizar el proceso de sellado de las juntas que han sido reparadas.

Los procedimientos a realizar para cumplir con las actividades mencionadas anteriormente no deben afectar la estructura del pavimento, y en caso de ocasionar daños se deben reparar inmediatamente.

Los materiales sobrantes deben ser trasladados a lugares autorizados que cumplan con las Especificaciones Ambientales Generales.

CAPITULO 6

6. FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES A LOS DETERIOROS EN LA CALLE TEODORO MALDONADO C. (DESDE CALLE 12AVA ESTE HASTA JUAN M. CARBO NOBOA)

6.1. UBICACIÓN

La ciudadela Kennedy se encuentra ubicada en la parroquia Tarqui, al Noroeste de la ciudad de Guayaquil, es una zona de mucha actividad comercial por lo que se encuentra cerca de centros comerciales como el San Marino y Policentro además de la Clínica Kennedy por lo cual sus calles aledañas son muy transitadas por vehículos entre ella la avenida del Periodista.

La Calle Teodoro Maldonado se encuentra paralela a la Avenida del Periodista, en sentido Centro Sur hacia el Centro Norte, cumpliendo la función de liberar parte del tráfico hacia otros sectores de la urbe. Por tal razón, que esta vía se encuentre en excelente estado es de primordial importancia.



Figura 45: Ubicación de la calle Teodoro Maldonado⁵⁴

⁵⁴ Fotografía tomada de Google Earth

6.2. Estudio de la Zona y Recopilación de Datos

Para la realización del estudio, se procedió a la visita a la ciudadela Kennedy y posterior el análisis y medición de las fallas presentes en la losa del pavimento.

Abcizamos la calle Teodoro Maldonado, ubicando la Abscisa 0+000 en la intersección con la calle 12 este hasta la Abscisa 0+571 en la intersección con la calle Juan M. Carbo Noboa.

Para el análisis cualitativo nos referenciamos con el documento “Pavement Surface Evaluation and Rating - Concrete PASER Manual”, el cual clasifica a los pavimentos de acuerdo a un análisis visual del estado en que se encuentra la superficie de rodadura y los daños existentes con sus respectivos niveles de severidad.

Para el análisis cuantitativo se dividió los paños de losa en 2 sentidos A y B para mayor facilidad al momento de clasificar las fallas existentes de acuerdo a los niveles de severidad: bajo, medio, alto, para posteriormente obtener porcentajes de incidencia que permitan determinar el estado en que se encuentra la superficie de rodadura,

adicionalmente se realizo el ensayo de Esclerometría para determinar la resistencia de la losa.

La ayuda de los moradores del sector fue primordial, quienes nos pudieron brindar información sobre el tiempo en el cual la avenida fue construida y nos dieron fe que no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento desde su construcción hasta la actualidad.

La zona muestra mayores deterioros desde las calle 12va Este (0+000) hasta la abscisa (0+300), a continuación existe una sobrecarpeta de asfalto en la intersección con la Avenida Federico Gonzales Suarez (0+0320) y desde esta parte hasta la abscisa 0+571 las condiciones de la losa son mejores, sin embargo existen tramos que requieren un tratamiento inmediato.

6.3. Fallas Presentes en la Avenida Teodoro Maldonado

6.3.1. Pulimiento

6.3.1.1. Descripción de la zona

El Pulimiento es el caso de mayor presencia en la avenida Teodoro Maldonado debido al tiempo de vida que tiene el pavimento y al incremento del tráfico lo cual ha generado un desgaste en la superficie de rodadura produciéndose fricción entre el neumático del vehículo y la losa.

Entre las abscisas 0+000 a 0+300, se pudo determinar 81 losas con un nivel de severidad Medio.

En el siguiente tramo, entre las abscisas 0+300 a 0+571, el nivel de daño era Bajo presentándose este problema en 44 losas a lo largo de todo este tramo.

La tabla muestra el nivel de severidad y el porcentaje de presencia en los dos tramos de la vía.

Tabla X: Severidad y Presencia de Pulimiento⁵⁵

| Abscisa | Nivel de Severidad | Porcentaje (%) de Presencia |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0+000 - 0+300 | Medio | 65.32 |
| 0+320 – 0+571 | Bajo | 40.74 |

6.3.1.2. Posible solución

Para este tipo de problema, se planteó 2 soluciones las cuales pueden ser:

a) Sobrecapa de Hormigón Asfáltico.

La Sobrecapa de asfalto nos permitirá brindar una mejor adherencia entre losa y neumático, además de la gran importancia de incrementar la capacidad estructural del pavimento, tomando en cuenta que resultaría una solución económicamente viable.

⁵⁵ Fuente: Los autores K. Santana, F. Guevara, J. Román

b) Reparación Total de la Losa

La reparación total de la losa se plantea como la mejor solución debido a que tendrá una alta capacidad estructural debida que se está reemplazando por una capa de hormigón, sin embargo dentro de la parte económica es una solución más costosa.

6.3.2. Despostillamiento

6.3.2.1. Descripción de la zona

El Despostillamiento se caracteriza por la presencia de pedazos que han sido removidos debido a las cargas de tráfico que soporta la superficie de concreto, este problema puede provocar la infiltración de agua en las capas que conforman el pavimento lo cual provoca daños mayores en la losa de concreto hidráulico.

En la calle Teodoro Maldonado la presencia de este tipo de deterioro es alta, se presenta en todas las juntas del pavimento, con diferente severidad sobresaliendo el nivel Medio.

Entre las abscisas 0+000 a 0+300, se contabilizaron 28 losas con nivel bajo, 60 losas con nivel de severidad media, y 36 losas con nivel de severidad alto.

En el otro tramo, entre las abscisas 0+300 hasta 0+571, se contabilizó 4 losas con nivel de severidad baja, 1 losa con severidad media, y losa con severidad alta

La tabla XI muestra el nivel de severidad y el porcentaje de presencia en los dos tramos de la vía.

Tabla XI: Severidad y Presencia de Despostillamiento⁵⁶

| Abscisa | Nivel de Severidad | Porcentaje (%) de Presencia |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0+000 - 0+300 | Bajo | 22.58 |
| | Medio | 48.39 |
| | Alto | 29.03 |
| 0+300 – 0+571 | Bajo | 3.70 |
| | Medio | 0.93 |
| | Alto | 0.93 |

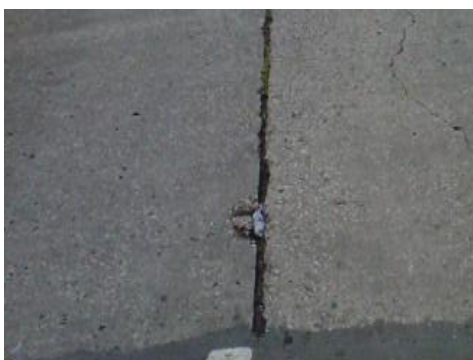
6.3.2.2. Posible solución

Se debe realizar una limpieza en las juntas para posteriormente colocar un sellador epóxico autonivelante, el mismo que ayudará en la protección de los bordes de la losa y evitará la infiltración de agua y otros elementos que causan deterioros en la losa de concreto.

Se debe dar una continua protección a los bordes de la juntas verificando que las juntas posean material sellante en buen estado, ya que las cargas repetitivas que producen

⁵⁶ Fuente: Los Autores K. Santana, F.Guevara, J. Román

las ruedas de los vehículos produce daños en la losa de concreto cuando existe un sellado deficiente



Fotografía 46: Despostillamiento en la calle Teodoro Maldonado⁵⁷

6.3.3. Fisuras en Esquinas

6.3.3.1. Descripción de la zona

Las grietas de esquinas se caracterizan por la formación de un trozo de losa de forma triangular al interceptar las juntas. En la calle Teodoro Maldonado son muy pocos los tramos que presentan este deterioro en la losa de concreto, debe

⁵⁷ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

aplicarse el tratamiento adecuado para evitar que estas grietas se prolonguen verticalmente en el espesor de la losa ya que se presenta niveles de severidad medio y en ciertos tramos también se presenta un alto nivel de severidad.

Entre las abscisas 0+000 a 0+300, se contabilizaron 1 losas que presentaban grietas en las esquinas con dimensión promedio 3m x 5m lo cual se determina como nivel bajo, 3 losas con un daño en 3m x 5m con nivel de severidad media, y 1 losa que presentaba un total agravio en 3m x 5m con nivel de severidad alto.

En el otro tramo, entre las abscisas 0+300 hasta 0+571, se contabilizó n losas con nivel de severidad baja con dimensiones de daños en sus esquinas de 3m x 5m también 2 losas con severidad Baja con dimensiones de 3m x 5m, y 1 losa con severidad Alta.

La tabla muestra el nivel de severidad y el porcentaje de presencia en los dos tramos de la vía.

Tabla XII: Severidad y Presencia de Fisuras en las Esquinas⁵⁸

| Abscisa | Nivel de Severidad | Porcentaje (%) de Presencia |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0+000 – 0+300 | Bajo | 0.80 |
| | Medio | 2.42 |
| | Alto | 0.80 |
| 0+320 – 0+571 | Bajo | 1.85 |
| | Alto | 0.93 |

6.3.3.2. Posible solución

En el caso de presentar un nivel de severidad medio, se debe realizar una limpieza y sellamiento en la fisura para evitar infiltración de agua y mezcla con otros materiales que puedan dañar la losa de concreto.

En los casos que se presenta un nivel de severidad alto se debe realizar una rehabilitación total del tramo afectado que consiste en la reposición de las losas que presentan este daño.

⁵⁸ Fuente: Los autores K. Santana, F. Guevara, J. Román



Fotografía 47: Grietas de esquina en la calle Teodoro Maldonado⁵⁹

6.3.4. Grietas longitudinales

6.3.4.1. Descripción de la zona

Las grietas longitudinales se caracterizan por ser una falla lineal que se extiende a lo largo del paño de la losa paralelo al eje de la vía, con un espesor que va de los 3mm hasta mayor a los 10mm, esto ayuda a determinar su nivel de severidad de la grieta.

⁵⁹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

En la calle Teodoro Maldonado encontramos que el primer tramo de aproximadamente de 300 metros se presenta esta falla en la losa de concreto con mayor eventualidad, el cual se debe de aplicar el tratamiento adecuado para evitar que estas grietas se prolonguen verticalmente y aumenten su espesor ya que en su mayoría de estas fallas poseen un nivel de severidad medio.

Entre las abscisas 0+000 a 0+300, se contabilizaron en 7 losas, 20 metros lineales que presentaban grietas longitudinales con espesores entre 5 mm lo cual se determina como nivel bajo, en 15 losas, 50.9 metros lineales de grietas longitudinales con espesores de 10 mm lo que establece un nivel de severidad media.

En el otro tramo, entre las abscisas 0+300 hasta 0+571, se contabilizó 3 losas con 9.9 metros lineales de grietas longitudinales de dimensiones 5 mm con nivel de severidad baja y 2 losas con 10 metros lineales de grietas

longitudinales de severidad alta que promediaban unos espesores de 10 mm.

La tabla muestra el nivel de severidad y el porcentaje de presencia en los dos tramos de la vía.

Tabla XIII: Severidad y Presencia de Grietas Longitudinales⁶⁰

| Abscisa | Nivel de Severidad | Porcentaje (%) de Presencia |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0+000 - 0+300 | Bajo | 5.65 |
| | Media | 12.10 |
| 0+300 – 0+571 | Bajo | 2.78 |
| | Alto | 1.85 |

6.3.4.2. Posible solución

A continuación se detalla una posible solución de acuerdo a su nivel de severidad:

⁶⁰ Fuente: Los autores K. Santana, J. Román, F. Guevara

- Para el caso de nivel de severidad baja y media se debe realizar una limpieza y sellamiento en la grieta para evitar infiltraciones de agua.
- Para el caso de nivel de severidad alto se debe realizar una rehabilitación total del tramo afectado que consiste en la reparación del espesor total de la losa o hasta la reposición de la losa



Fotografía 48: Grieta Longitudinal en la calle Teodoro Maldonado⁶¹

⁶¹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

6.3.5. Grietas transversales

6.3.5.1. Descripción de la zona

Las grietas transversales se caracterizan por ser una falla lineal que se extiende a lo ancho del paño de la losa perpendicular al eje de la vía, con un espesor que va de los 3mm hasta mayor a los 10mm, esto ayuda a determinar su nivel de severidad de la grieta.

En la calle Teodoro Maldonado encontramos que el primer tramo de aproximadamente de 300 metros se presenta esta falla en la losa de concreto con mayor eventualidad, el cual se debe de aplicar el tratamiento adecuado para evitar que estas grietas se prolonguen verticalmente y aumenten su espesor ya que en su mayoría de estas fallas poseen un nivel de severidad medio.

Entre las abscisas 0+000 a 0+300, se contabilizaron en 5 losas con 12.2 metros lineales que presentaban grietas transversales con espesores entre 5 mm lo cual se

determina como nivel Bajo y 8 losas con 16.3 metros lineales que presentaban grietas con espesores de 10 mm dándonos un nivel de severidad Medio.

En el otro tramo, entre las abscisas 0+300 hasta 0+571, se contabilizó 6 losas con 6.7 metros lineales de grietas transversales de dimensiones 10 mm con nivel de severidad Medio.

La tabla XIV muestra el nivel de severidad y el porcentaje de presencia en los dos tramos de la vía.

Tabla XIV: Severidad y Presencia de Grietas Transversales⁶²

| Abscisa | Nivel de Severidad | Porcentaje (%) de Presencia |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0+000 - 0+300 | Bajo | 4.03 |
| | Media | 6.45 |
| 0+300 – 0+571 | Media | 5.56 |

⁶² Fuente: Los autores K. Santana, F. Guevara, J. Román

6.3.5.2. Posible solución

A continuación se detallada una posible solución de acuerdo a su nivel de severidad:

- Para el caso de nivel de severidad baja y media se debe realizar una limpieza y sellamiento en la grieta para evitar infiltraciones de agua.
- Para el caso de nivel de severidad alto se debe realizar una rehabilitación total del tramo afectado que consiste en la reparación del espesor total de la losa o hasta la reposición de la losa.



Figura 49: Grieta transversal en la calle Teodoro Maldonado⁶³

⁶³ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

6.3.6. Grietas en Bloques

6.3.6.1. Descripción de la zona

Se presenta una baja reiteración de Grietas en Bloques a lo largo de la Avenida Teodoro Maldonado, el nivel de daño de estos problemas en las zonas donde se encuentra presente son de Nivel Bajo- Medio-Alto. Las fisuras que delimitan gran parte de los bloques en los paños de losa, tienen un espesor menor a 3mm, lo cual causa que se pueda observar los bloques; mas sin embargo el daño no es tan grave en la mayoría de los paños en toda la calle, aunque en algunos paños de losa se puede observar bloques más definidos.

La avenida Teodoro se encuentra como una vía que permite aliviar el tráfico de la avenida del periodista, por tal motivo y adicionándole el tiempo de vida de uso y la falta de tratamiento de las grietas han provocado que se generen estas fisuras en bloque.

Entre las abscisas 0+000 a 0+300, se contabilizaron en 1 losa que presentaba fisuras en bloque con área entre 5 m² con nivel bajo de severidad, en 4 losas se presentan bloques de fisuras con dimensiones cercanas de 33 m² con un nivel de severidad media, y 2 losas que presentaban grietas en bloques con áreas de 15 m² dándonos un nivel de severidad alto,

En el otro tramo, entre las abscisas 0+300 hasta 0+571, no se presentaron grietas en bloques.

La tabla XV muestra el nivel de severidad y el porcentaje de presencia en los dos tramos de la vía.

Tabla XV: Severidad y Presencia de Grietas en Bloque⁶⁴

| Abscisa | Nivel de Severidad | Porcentaje (%) de Presencia |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0+000 - 0+300 | Bajo | 0.80 |
| | Medio | 3.23 |
| | Alto | 1.61 |

⁶⁴ Fuente: Los autores F. Guevara, K. Santana, J. Román

6.3.6.2. Posible solución

- Se planteó como solución, el reemplazo total de Losa, consistiendo en determinar la losa o el grupo de losas que se encuentra con el problema de grietas en un nivel de severidad alta, tomando en cuenta el uso de varillas de transferencia de cargas en las juntas de contracción con la finalidad que las losas trabajen en conjunto.
- En cambio, para losas con este tipo de grietas, pero en un nivel de severidad bajo el uso de material sellante ayudaría a controlar la infiltración de agua hacia las capas inferiores del pavimento.

6.3.7. Baches

6.3.7.1. Descripción de la zona

Los Baches constituyen un gran problema para el confort del chofer al momento de transitar por una vía, además de

poder ocasionar daños en las llantas de los vehículos, lo cual incurriría a un gasto económico del transeúnte.

La avenida Teodoro Maldonado no presenta una gran cantidad de baches, la presencia de estos problemas en el pavimento es demasiado bajo, mas sin embargo, las pocas losas que presentan baches están en un nivel medio de daño, por lo que necesitan tomar medidas para brindar soluciones y así evitar que se propague el daño y aumente su nivel de severidad.

Entre las abscisas 0+000 a 0+300, se contabilizaron en 2 losas que presentaban baches con áreas entre 1.6 m² con nivel Medio de severidad y 1 losa que presentaban baches con áreas de 2.43 m² en un nivel de severidad alto.

En el otro tramo, entre las abscisas 0+300 hasta 0+571, no se presentaron baches.

La tabla XVI muestra el nivel de severidad y el porcentaje de presencia en los dos tramos de la vía.

Tabla XVI: Severidad y Presencia de Baches⁶⁵

| Abscisa | Nivel de Severidad | Porcentaje (%) de Presencia |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0+000 - 0+300 | Bajo | 1.61 |
| | Alto | 0.80 |

6.3.7.2. Posible solución

La solución estimada consiste en un corte mayor al área del bache en la losa y reemplazar por un nuevo hormigón, con lo cual podemos realizar unas reparaciones parciales dentro de las escasas losas que se encuentra dañadas, con la finalidad de que se pueda dar la solución más efectiva al menor costo posible. Este procedimiento nos ayudaría a reemplazar el área de hormigón que se encuentra dañado por uno mejor, sin afectar el área dentro de la losa que se encuentra en unas mejores condiciones.

⁶⁵ Fuente: Los autores F. Guevara, K. Santana, J. Román

6.3.8. Parches Deteriorados

6.3.8.1. Descripción de la zona

La presencia de parches en la capa de rodadura de un pavimento es común con el transcurso de la vida útil del pavimento debido a factores como: reparaciones que se realizan por instalación y mantenimiento de servicios públicos y deterioros que se producen en la superficie de rodadura, por estos motivos una de las principales características de la calle Teodoro Maldonado es la presencia de parches tanto de concreto hidráulico como de concreto asfáltico en un tramo considerable de la misma, predominando la cantidad de parches de concreto asfáltico.

Entre las abscisas 0+000 a 0+300, se contabilizaron en 11 losas que presentaban parches en un nivel de severidad Bajo con área 119 m², en 48 losas se presentan parches en mal estado con dimensiones cercanas de 428.6 m² con un nivel de severidad Medio, y en 3 losas se presentan parches

en mal estado con dimensiones de 18 m² con un nivel de severidad Alto.

En el otro tramo, entre las abscisas 0+300 hasta 0+571, se contabilizó 4 losas con parches en mal estado con 39 m² de nivel de severidad Bajo, también se contabilizó 52 losas con parches en mal estado de severidad altas con áreas de 723 m² y se contabilizó 3 losas con parches en mal estado con 12.5 m² de nivel de severidad Alto.

La tabla XVII muestra el nivel de severidad y el porcentaje de presencia en los dos tramos de la vía.

Tabla XVII: Severidad y Presencia de Parches Deteriorados⁶⁶

| Abscisa | Nivel de Severidad | Porcentaje (%) de Presencia |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|
| 0+000 - 0+300 | Bajo | 2.42 |
| | Medio | 38.71 |
| | Alto | 2.42 |
| 0+300 – 0+571 | Bajo | 2.78 |
| | Media | 48.15 |
| | Alto | 2.78 |

⁶⁶ Fuente: Los autores F. Guevara, J. Román, K. Santana

6.3.8.2. Posible Solución

El tratamiento a realizar consiste en cubrir el área con sellante bituminoso, el mismo que debe cumplir con los requerimientos establecidos en la sección 812-2 del MOP-001F-2002.

Se realiza este tratamiento con el fin de evitar la formación de baches debido a las cargas que transiten por la calle en mención.



Figura 50: Parche de concreto asfáltico en la calle Teodoro Maldonado⁶⁷

⁶⁷ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

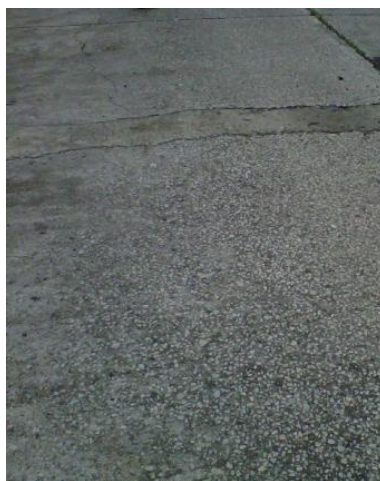


Figura 51: Parche de concreto hidráulico en la calle Teodoro Maldonado⁶⁸

6.4. Análisis de la Zona

6.4.1. Localización y Clasificación de Problemas en la Zona

Después de haber realizado el abscisado de la vía, se procedió a reconocer las distintas fallas que se encontraron y se pudo determinar los distintos problemas en los tramos de la siguiente manera como se detalla en la tabla a continuación:

⁶⁸ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

Tabla XVIII: Localización de los problemas en la calle Teodoro Maldonado ⁶⁹

| ABSCISAS | DAÑOS ENCONTRADOS |
|------------------------------|---|
| 0+000 | Falta de sellado en juntas Pulimiento |
| 0+020 | Falta de sellado en juntas Baches Pulimiento Grietas Longitudinales |
| 0+040 0+040 | Grietas Transversales Falta de sellado en juntas Grietas en las esquinas Grietas Longitudinales Pulimiento |
| 0+060 | Grietas Longitudinales Grietas Transversales Pulimiento Falta de sellado en juntas Grietas en bloque Grietas en las esquinas |
| | Alcantarilla en mal estado |

⁶⁹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román

| ABSCISAS | DAÑOS ENCONTRADOS |
|----------------|--|
| 0+080 | Capa de asfalto en 1 tramo de la vía. Grietas en las esquinas. Falta de sellado en las juntas. Grietas longitudinales Pulimiento |
| 0 + 100 | Grietas transversales. Falta de sellado en las juntas Pulimiento Grietas Longitudinales |
| 0 + 120 | Grietas Longitudinales. Pulimiento Falta de sellado en juntas Baches |
| 0 + 140 | Alcantarilla en mal estado. Capa de asfalto en mal estado Baches Falta de sellado Pulimiento |
| | Pulimiento |

| ABSCISAS | DAÑOS ENCONTRADOS |
|----------------|--|
| 0 + 160 | Capa de asfalto presenta baches Falta de sellado en las juntas. Grietas en bloque Grietas Longitudinales Grietas Transversales |
| 0 + 180 | Baches Grietas Longitudinales Falta de sellado en las juntas Pulimiento Capa de asfalto presenta fisuras Grietas Transversales Grietas en las esquinas |
| 0 + 220 | Falta de sellado en juntas Alcantarilla sin juntas Grieta Transversal Pulimiento |
| 0 + 240 | Falta de sellado en juntas Grietas Longitudinales Baches |

| ABSCISAS | DAÑOS ENCONTRADOS |
|----------------|--|
| | Pulimiento Grietas Transversales Grieta en bloque en todo 1 paño |
| 0 + 260 | Baches Falta de sellado en juntas Leves Grietas Transversales Grietas en Bloque en las esquinas Pulimiento Sobreelevación de alcantarilla |
| 0 + 280 | Baches Pulimiento Grietas Transversales Falta de sellado en juntas |
| 0 +300 | Capa de asfalto sobre Losa de hormigón Grietas transversales Pulimiento |
| 0 + 320 | No hay fallas debido a la intersección con la Av. Federico Gonzales Suárez |
| 0 + 340 | Baches Recubrimiento con asfalto de |

| ABSCISAS | DAÑOS ENCONTRADOS |
|----------------|--|
| | toda la superficie de hormigón |
| 0 + 360 | Baches Falta de sellado en juntas |
| 0 + 380 | Baches Falta de sellado Junta resanada Pulimiento |
| 0 + 400 | Falta de sellado en juntas Baches |
| 0 + 420 | Grietas Longitudinales Grietas Transversales Grietas en las Esquinas Baches en la capa de asfalto Despostillamiento |
| 0 + 440 | Grietas en las Esquinas debido a la presencia de alcantarilla. Falta de sellado en juntas Pulimiento Grietas en las Esquinas Grietas en Bloque en las esquinas |
| 0 + 460 | Falta de sellado en juntas |

| ABSCISAS | DAÑOS ENCONTRADOS |
|----------------|---|
| | Bacheo deficiente en un carril |
| 0 + 480 | Pulimiento Capa de asfalto Falta de sellado de juntas |
| 0 + 500 | Grietas Transversales Grietas Longitudinales Pulimiento Grietas en las esquinas Falta de sellado en juntas Falta de juntas en caja de registro provoca fisuras transversales |
| 0 + 520 | Grietas Longitudinales Falta de sellado en juntas Grietas en las esquinas Grietas Transversales Pulimiento |
| 0 + 540 | Grietas en Bloque Falta de sellado en juntas Pulimiento |
| | Grietas en Bloque |

| ABSCISAS | DAÑOS ENCONTRADOS |
|----------------|--|
| 0 + 560 | Falta de sellado en juntas Grietas Transversales Grietas en las Esquinas |
| 0+ 571 | |

6.4.2. Evaluación de la calle Teodoro Maldonado

Debido a la intersección que presenta la calle Teodoro Maldonado con la Avenida Federico Gonzales Suárez, se procedió a realizar el análisis en 2 tramos por separado. Cada tramo comprende:

- **Tramo 1:** Desde la abscisa 0+000 hasta 0+300
- **Tramo 2:** Desde la abscisa 0+320 hasta 0+571

El Tramo 1 se lo califico con una valoración de RATING 4 debido a la presencia de despostillamiento de juntas, pulimiento en la superficie de las losas y parches con nivel de severidad medio.

Por estos motivos se debe realizar un Mantenimiento Preventivo para este tramo de la vía, con la finalidad de evitar mayores daños en la estructura del pavimento.

El Tramo 2 se lo califico con una valoración de RATING 6 debido a la presencia de grietas de esquina, grietas longitudinales y grietas transversales, además de la presencia de parches con nivel de severidad medio. Por estos motivos se debe realizar un Mantenimiento Rutinario para este tramo de la vía, con la finalidad de conservar en buenas condiciones la estructura del pavimento.

Para el análisis cuantitativo nos basamos en la recopilación de datos explicada en el capítulo 5.2 de los cuales se han llegado a determinar los siguientes resultados:

TRAMO 1

Longitud: 300 m

No. Paños de Losa: 124

Área: 1860 m²

Tabla XIX: Resumen de la recopilación de datos tramo 1⁷⁰

| DAÑO | UNIDAD | SEVERIDAD | | | Total | Paños de losa afectados | Porcentaje (%) |
|---------------------|-----------------|-----------|--------|--------|-------|-------------------------|----------------|
| | | ALTA | MEDIA | BAJA | | | |
| Despostillamiento | No.paño de losa | 36 | 60 | 28 | 124 | 124 | 100,00 |
| Pulimiento | No.paño de losa | 0 | 81 | 0 | 81 | 81,00 | 65,32 |
| Grieta de esquina | No.paño de losa | 1 | 3 | 1 | 5 | 5,00 | 4,03 |
| Parche Asfáltico | m2 | 15,6 | 383,68 | 103,32 | 502,6 | 50 | 40,32 |
| Parche de Concreto | m2 | 2,5 | 44,94 | 15,6 | 63,04 | 12 | 9,68 |
| Baches | m2 | 2,43 | 1,6 | 0 | 4,03 | 3,00 | 2,42 |
| Grieta en Bloque | m2 | 15 | 33,02 | 5 | 53,02 | 7 | 5,65 |
| Grieta Longitudinal | MI | 0 | 50,9 | 20 | 70,9 | 22 | 17,74 |
| Grieta Transversal | MI | 0 | 16,3 | 12,2 | 28,5 | 13 | 10,48 |

Con los datos presentados en la Tabla XIX se logra determinar los daños predominantes que presenta la vía que son: despostillamiento, pulimiento, parche asfáltico en mal estado de los cuales se presenta su incidencia de manera descendente respectivamente.

A continuación se muestra un diagrama de barras que representa los daños existentes.

⁷⁰ Fuente: Los autores K. Santana, F. Guevara, J. Román

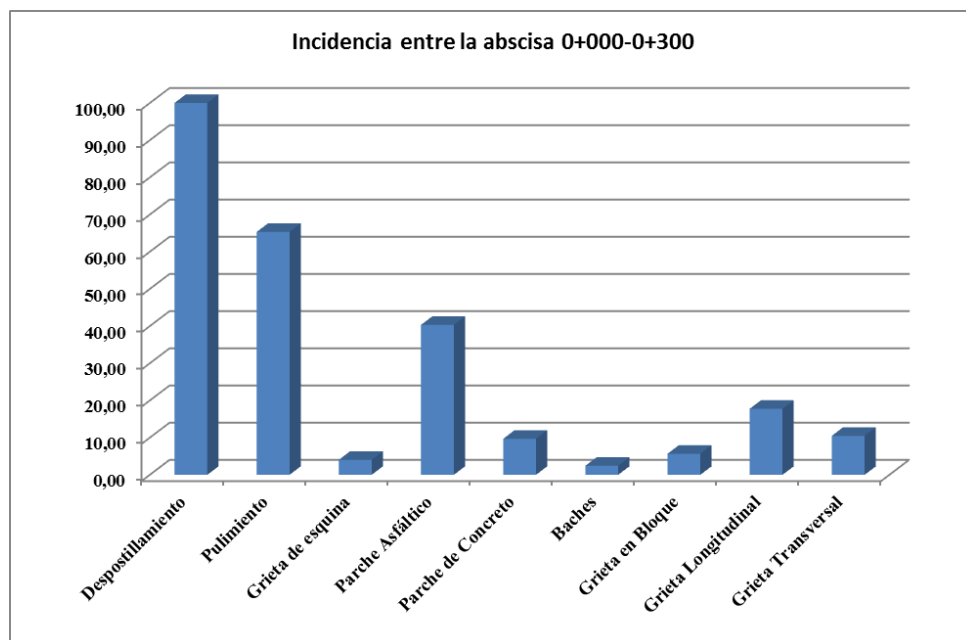


Figura 52: Gráfica de porcentaje de incidencia en el primer tramo⁷¹

TRAMO 2

Longitud: 251 m

No. Paños de Losa: 108

Área: 1620 m²

⁷¹ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román

Tabla XX: Resumen de la recopilación de datos Tramo 2⁷²

| DAÑO | UNIDAD | SEVERIDAD | | | TOTAL | Paños de Losa afectados | Porcentaje presentado (%) |
|---------------------|-----------------|-----------|--------|------|--------|-------------------------|---------------------------|
| | | ALTA | MEDIA | BAJA | | | |
| Despostillamiento | No.paño de losa | 1 | 1 | 4 | 6 | 6,00 | 5,56 |
| Pulimiento | No.paño de losa | 0 | 0 | 44 | 44 | 44,00 | 40,74 |
| Grieta de esquina | No.paño de losa | 1 | 0 | 2 | 3 | 3,00 | 2,78 |
| Parche Asfáltico | m ² | 8,3 | 713,49 | 31,5 | 753,29 | 53 | 49,07 |
| Parche de Concreto | m ² | 4,25 | 9,82 | 7,5 | 21,57 | 6 | 5,56 |
| Baches | m ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Grieta en Bloque | m ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Grieta Longitudinal | ml | 10 | 0 | 9,9 | 19,9 | 5 | 4,63 |
| Grieta Transversal | ml | 0 | 6,7 | 0 | 6,7 | 6,0 | 5,56 |

Con los datos presentados en la Tabla XX se logra determinar los daños predominantes que presenta la vía que son: parche asfáltico, pulimiento de los cuales se presenta su incidencia de manera descendente respectivamente.

A continuación se muestra un diagrama de barras que representa los daños existentes.

⁷² Fuente: Los autores K. Santana, F. Guevara, J. Román

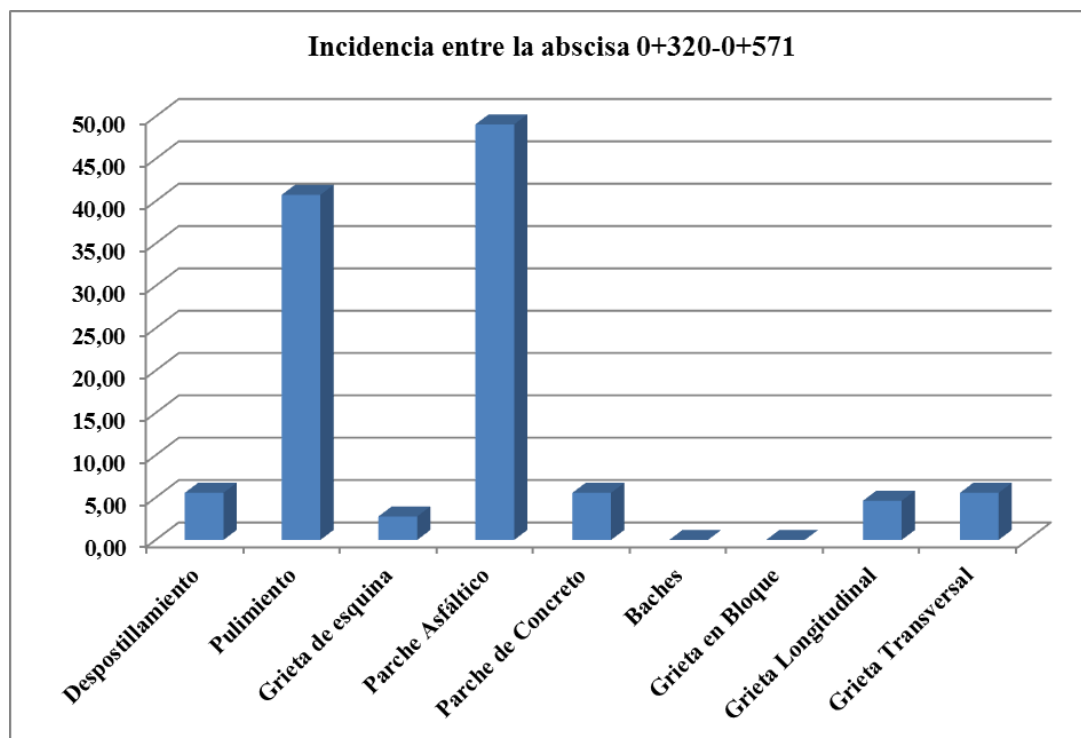


Figura 53: Gráfica de Porcentaje de incidencia en el segundo tramo⁷³

⁷³ Fuente: Los Autores K. Santana, F. Guevara, J. Román foto tomada el 9-03-2013

CAPITULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras haber elaborado un documento en el cual se describen los tipos de daños en una losa de concreto hidráulico, culminado el levantamiento de campo y el análisis de los diferentes deterioros encontrados en la estructura del pavimento rígido de la calle Teodoro Maldonado C. podemos concluir con lo siguiente:

7.1. CONCLUSIONES

- La mayoría de los deterioros encontrados en el tramo 1 de la vía corresponden a fallas superficiales como el despostillamiento producido por la falta de sellante en todas las juntas, donde este puede evolucionar de tal manera que produzca daños en la

estructura del pavimento permitiendo la infiltración de agua e ingreso de impurezas que pueden llegar a ocasionar cambios volumétricos y así producir asentamientos de las losas afectando directamente la circulación vehicular; pulimiento en la superficie de la losa de concreto debido a su tiempo de vida que oscila entre los 25 a 30 años con un porcentaje de incidencia del 65%, este daño puede producir el descascaramiento de la superficie de rodadura y llegar hasta la aparición baches si no se le da un mantenimiento adecuado; y parches asfáltico en mal estado debido a la mala calidad del concreto asfáltico empleado con un porcentaje de incidencia del 40% el cual puede llegar a provocar una incómoda circulación vehicular. Además tenemos la presencia de grietas longitudinales, grietas transversales, grietas en las esquinas y grietas en bloque en bajos porcentajes los cuales si no reciben un adecuado mantenimiento pueden llegar a producir daños en la estructura del pavimento en los que se hace necesario la remoción total o parcial de la losa.

- La mayoría de los deterioros encontrados en el tramo 2 de la vía corresponden a fallas superficiales como parches asfálticos en

mal estado debido a la mala calidad del concreto asfáltico empleado donde este tiene una incidencia de casi el 50% el cual puede llegar a provocar una incómoda circulación vehicular; pulimiento en la superficie de la losa de concreto debido a su tiempo de vida que oscila entre los 25 a 30 años con un porcentaje de incidencia del 41%, este daño puede producir el descascaramiento de la superficie de rodadura y llegar hasta la aparición baches si no se le da un mantenimiento adecuado.

Una vez realizado el análisis cualitativo basado en el “Pavement Surface Evaluation and Rating – Concrete PASER Manual” y el análisis cuantitativo basado en la toma de datos en campo de la calle Teodoro Maldonado C. procedemos a recomendar la solución más adecuada para cada tramo de la vía en estudio que se detalla a continuación:

- Para el caso del tramo 1 se obtuvo como resultado del análisis cuantitativo un porcentaje predominante que corresponden a fallas superficiales el cual nos permite determinar que se debe de realizar un mantenimiento PREVENTIVO debido a la ausencia de

material sellante en todas las juntas y un porcentaje considerable de grietas; mediante el análisis cualitativo se estableció una valoración de GRADO 4, el cual indica que se debe de realizar un mantenimiento PREVENTIVO y a su vez nos da como mejor solución para el tramo en mención la remoción de los parches de asfalto que se encuentran en mal estado y una aplicación de una sobrecarpeta asfáltica para corregir de manera general los daños encontrados en la superficie de rodadura, de esta manera mejorar la serviciabilidad y el tiempo de vida útil de la vía.

- Para el caso del tramo 2 se obtuvo como resultado del análisis cuantitativo un porcentaje predominante que corresponden a fallas superficiales el cual nos permite determinar que se debe de realizar un mantenimiento RUTINARIO debido al bajo porcentaje de grietas; mediante el análisis cualitativo se estableció una valoración de GRADO 6, el cual indica que se debe de realizar un mantenimiento RUTINARIO y a su vez nos da como mejor solución para el tramo en mención el sellado de las juntas que carecen de este y así mismo el sellado de las grietas existentes para corregir de manera general los daños encontrados en la

superficie de rodadura, además se tendría que remover los parches asfálticos predominantes en este tramo ubicados como sobrecarpeta asfáltica para lograr una mejora en la circulación vehicular, serviciabilidad y el tiempo de vida útil de la vía.

Después de haber planteado los procedimientos de reparación de la vía en estudio para cada tramo, a continuación se presenta sus presupuestos:

- Para el procedimiento de reparación del tramo 1, se elaboró los análisis de precios unitarios respectivos y el presupuesto de la reparación y se obtuvo como resultado un costo total de \$22.356,38. Esta cifra tiene un costo relativamente bajo con respecto a una reconstrucción parcial o total del tramo si a este no se le da un mantenimiento y a las condiciones desfavorables en que se encuentra dicho tramo.
- Para el procedimiento de reparación del tramo 2, se elaboró los análisis de precios unitarios respectivos y el presupuesto de la reparación y se obtuvo como resultado un costo total de

\$7.938,31. Esta cifra en comparación al tramo 1 tiene un costo relativamente menor, debido a que las condiciones no son tan desfavorables como el caso anterior y una sobrecarpeta en la mitad de la vía que ha protegido y prolongado la vida útil de este tramo.

7.2. RECOMENDACIONES

1. Para realizar actividades relacionadas con el mantenimiento vial se deben tomar en cuenta medidas de seguridad tanto como para las personas encargadas de cumplir dichas actividades como también como para los usuarios que utilicen la vía, ya que de esta manera se evitan accidentes que pongan en riesgo la integridad física de las personas.
2. En trabajos de control y mantenimiento de carreteras se debe verificar que los materiales ha utilizar cumplan con los parámetros de calidad establecidos por el MOP-001-F-2000, de esta manera se garantizará calidad y duración en los trabajos ejecutados.

3. En los tramos que presentan daños con niveles de severidad altos se debe aplicar inmediatamente el tratamiento respectivo, ya que este tipo de daños originan deterioros adicionales en la estructura del pavimento afectando de esta manera a los vehículos que circulan por la vía y produciendo incomodidad a los usuarios.
4. Previo a la fase constructiva del proyecto se debe realizar ensayos geotécnicos donde se analizara el tipo de suelo donde estará colocada la estructura del pavimento, de esta manera se podrá realizar un diseño adecuado de la estructura del pavimento que permita garantizar calidad y durabilidad.
5. Se debe realizar una evaluación y mantenimiento frecuente del estado de las vías, ya que de esta manera se podrán reparar los daños producidos en la misma aplicando el tratamiento respectivo para cada tipo de daño encontrado.
6. Antes de iniciar las reparaciones de una vía determinada, en un tiempo de antelación de 60 días se debe de realizar una

investigación en el campo, con el fin de definir los límites de las áreas a reparar y plasmar esa información en los planos de la vía.

7. Para asegurar un buen comportamiento de las reparaciones se debe tener en cuenta:

- ✓ Dimensiones de la reparación.
- ✓ Método de remoción (demolición o izado).
- ✓ Condiciones de drenaje.
- ✓ Diseño de la transferencia de carga (cantidad y tamaño de las dovelas).
- ✓ Materiales que están en la reparación (dovelas, mortero o epóxico, concreto, sellante).
- ✓ Tipo de Tráfico característico en la zona.
- ✓ Condiciones de construcción y control de calidad.

ANEXOS

ANEXO I:

Ubicación de daños y niveles de severidad
en la calle Teodoro Maldonado

Tabla 1

| Abscis | No. Paño | | Dimensiones de la losa | | Tipo de Falla | | | | | | Paviment | Aclaraciones |
|--------|----------|-------|------------------------|-------|----------------------|-----------|----------|-------|----------------|-------|----------|--------------|
| | | | | | Tipo | Severidad | Daño (m) | | Reparación (m) | | | |
| | N° | Letra | largo | Ancho | | | Largo | Ancho | Largo | Ancho | | |
| 0+000 | 1 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 1 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 2 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 2 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 3 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 3 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 4 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Bajo | 5.10 | 0.60 | 5.10 | 0.60 | 7 | |
| | 4 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Bajo | 5.10 | 0.60 | 5.10 | 0.60 | 7 | |
| 0+020 | 5 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | |
| | 5 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | |
| | 6 | A | 5 | 3 | Pulimiento | Bajo | | | | | 5 | |
| | 6 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Bajo | | | | | 5 | |
| | 7 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Bajo | 3.80 | | 3.80 | | 6 | |
| | 7 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Bajo | 0.50 | | 0.50 | | 6 | |
| | 8 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 6 | |
| 0+040 | 8 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 6 | |
| | 9 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | Alta | | | | | 5 | |
| | 9 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | Alta | | | | | 5 | |
| | 9 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 1.80 | 1.20 | 1.80 | 1.20 | 6 | |
| | 9 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 1.80 | 1.20 | 1.80 | 1.20 | 6 | |
| | 10 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 0.60 | 1.20 | 0.60 | 1.20 | 6 | Alcantarilla |
| | 10 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 0.60 | 1.20 | 0.60 | 1.20 | 6 | |
| | 11 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | |
| | 11 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | |
| | 12 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 3.60 | | 3.60 | | 5 | |
| | 12 | A | 5 | 3 | Grieta de bloque | Media | 0.40 | 5 | 0.40 | 5 | 5 | |
| | 12 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 2 | | 2 | | 5 | |
| | 13 | A | 5 | 3 | Grieta Transversal | Bajo | 3 | | 3 | | 6 | |
| | 13 | B | 5 | 3 | Grieta en la esquina | Bajo | | | | | 6 | |
| 0+060 | 14 | A | 5 | 3 | Grieta en la esquina | Media | 1.70 | 0.65 | 1.70 | 0.65 | 5 | |
| | 14 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 14 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 1.50 | | 1.50 | | 5 | |
| | 14 | B | 5 | 3 | Grieta Transversal | Media | 2 | | 2 | | 5 | |

Observaciones: No existe sellado de juntas en ningún tramo.

Tabla 2

| Abscis | No. Paño | | Dimesiones de la losa | | Tipo de Falla | | | | | | Paviment Rating | Aclaraciones |
|--------------|----------|-------|-----------------------|-------|-------------------------|-----------|----------|-------|----------------|-------|-----------------|--|
| | | | | | Tipo | Severidad | Daño (m) | | Reparación (m) | | | |
| | N° | Letra | largo | ancho | | | Largo | Ancho | Largo | Ancho | | |
| | 15 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | baja | 0.50 | 3 | 0.50 | 3 | 7 | |
| | 15 | A | 5 | 3 | Grieta en bloque | Baja | 5 | 1 | 5 | 1 | 4 | |
| | 15 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | baja | 5 | 3 | 5 | 3 | 7 | Parche en toda la losa |
| | 16 | A | 5 | 3 | Grieta transversal | media | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 16 | B | 5 | 3 | Grieta longitudinal | media | 4.40 | | 4.40 | | 5 | |
| | 17 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 3.20 | 6 | 3.20 | 6 | 5 | Parche en toda la losa |
| | 17 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | | | | | 5 | Parche en toda la losa |
| 0+080 | 18 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | media | 4.80 | 1.40 | 4.80 | 1.40 | 5 | |
| | 18 | B | 5 | 3 | Grieta longitudinal | media | 5 | | 5 | | 4 | Grieta en toda la losa |
| | 19 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | Parche en toda la losa |
| | 19 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | Parche en toda la losa |
| | 20 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | Parche en toda la losa |
| | 20 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | Parche en toda la losa |
| | 21 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | Parche en toda la losa |
| | 21 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | Parche en toda la losa Alcantarilla en mal estado |
| | 22 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | Parche en toda la losa |
| | 22 | B | 5 | 3 | Grietas en las esquinas | media | 0.70 | 0.50 | 0.70 | 0.50 | 5 | |
| 0+100 | 23 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | baja | 0.80 | 1.50 | 0.80 | 1.50 | 7 | |
| | 23 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | baja | 3 | | 3 | | 6 | |
| | 23 | A | 5 | 3 | Grieta transversal | baja | 1.40 | | 1.40 | | 6 | |
| | 23 | B | 5 | 3 | Grieta transversal | baja | 1.80 | | 1.80 | | 6 | |
| | 24 | A | 5 | 3 | Grieta longitudinal | media | 4 | | 4 | | 5 | |
| | 24 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 24 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 25 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | baja | 2.60 | 3 | 2.60 | 3 | 7 | |
| | 25 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | baja | 0.40 | 3 | 0.40 | 3 | 7 | |
| 0+120 | 26 | A | 5 | 3 | Pulimiento | media | | | | | 4 | |
| | 26 | B | 5 | 3 | Pulimiento | media | | | | | 4 | |
| | 27 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 2.80 | 6 | 2.80 | 6 | 5 | |
| | 27 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 28 | A | 5 | 3 | Pulimiento | media | | | | | 4 | |
| | 28 | A | 5 | 3 | Grieta longitudinal | media | 1.70 | | 1.70 | | 5 | |
| | 29 | A | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | | | 5 | 3 | | | | | | | | |

Observaciones: No existe sellado de juntas en ningún tramo, en todos los tramos existe despostillamiento alto.

Tabla 3

| Abscis | No. Paño | | Dimensiones de la losa | | Tipo de Falla | | | | | | Paviment Rating | Aclaraciones |
|--------------|----------|-------|------------------------|-------|---------------------|-----------|----------|-------|----------------|-------|-----------------|--------------------------------------|
| | | | | | Tipo | Severidad | Daño (m) | | Reparación (m) | | | |
| | N° | Letra | largo | ancho | | | Largo | Ancho | Largo | Ancho | | |
| | 29 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | baja | 2.40 | 6 | 2.40 | 6 | 7 | |
| | 29 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 29 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | baja | 1.70 | | 1.70 | | 7 | |
| | 30 | A | 5 | 3 | | | | | | | | |
| 0+140 | 31 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | alto | | | | | 5 | |
| | 31 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 2.60 | 3 | 2.60 | 3 | 5 | |
| | 32 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | bajo | | | | | 6 | |
| | 33 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | | | | | 5 | Parche en toda la losa, Alcantarilla |
| | 33 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | | | | | 5 | Parche en toda la losa |
| | 34 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | | | | | 5 | Parche en toda la losa |
| | 34 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | | | | | 5 | Parche en toda la losa |
| 0+160 | 35 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | | | | | 5 | Parche en toda la losa |
| | 35 | B | 5 | 3 | Bache | baja | 0.80 | 1 | 0.80 | 1 | 5 | |
| | 36 | A | 5 | 3 | Bache | baja | | | | | 5 | |
| | 36 | B | 5 | 3 | Grieta en bloque | media | 1.50 | 0.70 | 1.50 | 0.70 | 5 | |
| | 36 | B | 5 | 3 | Grieta longitudinal | baja | 4.50 | | 4.50 | | 6 | |
| | 37 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 38 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | media | 10 | 3 | 10 | 3 | 5 | |
| | 38 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| 0+180 | 39 | A | 5 | 3 | Grieta en bloque | media | 0.70 | 1.60 | 0.70 | 1.60 | 5 | |
| | 39 | A | 5 | 3 | Grieta Transversal | media | 2.30 | | 2.30 | | 5 | |
| | 40 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Baja | 10 | 3 | 10 | 3 | 7 | |
| | 40 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 41 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | baja | 3.80 | | 3.80 | | 6 | |
| | 41 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | media | 2.80 | | 2.80 | | 5 | |
| | 41 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | bajo | | | | | 6 | |
| | 42 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | bajo | 5 | 3 | 5 | 3 | 7 | Parche en toda la losa |
| | 42 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | medio | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | |
| 0+200 | 43 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | bajo | 5 | 3 | 5 | 3 | 7 | Parche en toda la losa |
| | 43 | B | 5 | 3 | Grieta Transversal | bajo | 3 | | 3 | | 6 | |
| | 44 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | bajo | 5 | 3 | 5 | 3 | 7 | Parche en toda la losa |
| | 44 | A | 5 | 3 | Bache | alto | 1.30 | 1.80 | 1.30 | 1.80 | 4 | |
| | 44 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | bajo | 3 | 2 | 3 | 2 | 7 | Alcantarilla en mal estado |
| | | | 5 | 3 | | | | | | | | |

Observaciones: No existe sellado de juntas en ningún tramo, en todos los tramos existe despostillamiento alto

Tabla 4

| Abscis | No. Paño | | Dimensiones de la losa | | Tipo de Falla | | | | | | Paviment Rating | Aclaraciones |
|--------|----------|-------|------------------------|-------|---------------------|-----------|----------|-------|----------------|-------|-----------------|---|
| | | | | | Tipo | Severidad | Daño (m) | | Reparación (m) | | | |
| | N° | Letra | largo | ancho | | | Largo | Ancho | Largo | Ancho | | |
| | 45 | A | 5 | 3 | Parche de asfalto | Baja | 1.90 | 3 | 1.90 | 3 | 7 | |
| | 45 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Baja | | | | | 5 | |
| | 46 | A | 5 | 3 | Pulimiento | Baja | | | | | 5 | |
| | 46 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 47 | A | 5 | 3 | Grieta en bloque | Medio | 1.70 | 0.60 | 1.70 | 0.60 | 5 | |
| | 47 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Medio | 0.45 | 3 | 0.45 | 3 | 4 | |
| | 48 | A | 5 | 3 | Grieta en esquina | Alta | 0.30 | 0.15 | 0.30 | 0.15 | 4 | |
| | 48 | B | 5 | 3 | Grieta transversal | Medio | 3 | | 3 | | 5 | |
| 0+240 | 49 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Medio | 2.50 | 1.20 | 2.50 | 1.20 | 5 | |
| | 49 | B | 5 | 3 | Grieta transversal | medio | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 50 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Alta | 0.50 | 5 | 0.50 | 5 | 4 | |
| | 50 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 50 | A | 5 | 3 | Grieta en bloque | Alta | | | | | 3 | Losa en pesimo estado |
| | 51 | A | 5 | 3 | Grieta en bloque | Medio | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | Falla en toda la losa |
| | 51 | B | 5 | 3 | Grieta en bloque | Medio | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | Falla en toda la losa |
| | 52 | A | 5 | 3 | Grieta en esquinas | Baja | | | | | 6 | |
| | 52 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Baja | 2.70 | | 2.70 | | 6 | |
| | 52 | A | 5 | 3 | Grieta transversal | Baja | 3 | | 3 | | 6 | |
| | 52 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 1.40 | | 1.40 | | 5 | |
| | 52 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 2 | | 2 | | 5 | |
| | 52 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 53 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 53 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 53 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 53 | B | 5 | 3 | Grieta transversal | Media | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 54 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | Parche en toda la losa |
| | 54 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | Parche en toda la losa |
| | 55 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 0.60 | 5.30 | 0.60 | 5.30 | 5 | |
| | 55 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| 0+260 | 56 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | Alcantarilla en mal estado |
| | 56 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | Parche en toda la losa Alcantarilla en mal estado |
| | 57 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Alta | 0,5 | 5 | 0,5 | 5 | 4 | |
| | 57 | B | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | | | 5 | 3 | | | | | | | | |

Observaciones: No hay sellado de juntas en ningún tramo, en todos los tramos existe despostillamiento alto.

Tabla 5

| Abscis | No. Paño | | Dimensiones de la losa | | Tipo de Falla | | | | | | Paviment Rating | Aclaraciones |
|--------------|----------|-------|------------------------|-------|-------------------------|-----------|---------|-------|----------------|-------|-----------------|----------------------|
| | | | | | Tipo | Severidad | Daño(m) | | Reparación (m) | | | |
| | N° | Letra | largo | ancho | | | Largo | Ancho | Largo | Ancho | | |
| | 58 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 2 | 1.50 | 2 | 1.50 | 5 | |
| | 58 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 2 | 0.80 | 2 | 0.80 | 5 | |
| | 58 | B | 5 | 3 | Grietas en las esquinas | Media | | | | | 5 | |
| | 59 | A | 5 | 3 | Grietas transversal | Media | 3 | | 3 | | 5 | |
| | 59 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Media | 3.50 | | 3.50 | | 5 | |
| | 59 | B | 5 | 3 | Grietas en las esquinas | Alta | | | | | 4 | |
| 0+280 | 60 | A | 5 | 3 | Pulimiento | Baja | | | | | 6 | |
| | 60 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Baja | | | | | 6 | |
| | 61 | A | 5 | 3 | Pulimiento | Baja | | | | | 6 | |
| | 61 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Baja | | | | | 6 | |
| | 62 | A | 5 | 3 | | | | | | | | |
| | 62 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Alta | 2.60 | 6 | 2.60 | 6 | 4 | Parche en mal estado |
| 0+300 | 63 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 63 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 64 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 64 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 65 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 65 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 66 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 66 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 67 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 67 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| 0+320 | 68 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 68 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 69 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 69 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 70 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 70 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 71 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 71 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| 0+340 | 72 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 72 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |

Observaciones: No existe sellado de juntas en ningún tramo, en todos los tramos existe despostillamiento alto, desde la abscisa 0 + 300 hasta la abscisa 0 + 500 existe un parche de asfalto en un sentido de la vía.

Tabla 6

| Abscisa | No. Paño | | Dimensiones de la losa | | Tipo de Falla | | | | | | Paviment Rating | Aclaracione |
|--------------|----------|-------|------------------------|-------|--------------------|-----------|----------|-------|----------------|-------|-----------------|-------------|
| | | | | | Tipo | Severidad | Daño (m) | | Reparación (m) | | | |
| | N° | Letra | largo | Ancho | | | Largo | Ancho | Largo | Ancho | | |
| | 73 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 73 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 74 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 74 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 75 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 75 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| 0+360 | 76 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 76 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 77 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 77 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 1.10 | 1.20 | 1.10 | 1.20 | 5 | |
| | 77 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 0.40 | 3 | 0.40 | 3 | 5 | |
| | 78 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 78 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| | 79 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 1.10 | 1.20 | 1.10 | 1.20 | 5 | |
| | 79 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| | 80 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 | |
| | 80 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| | 81 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 81 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| | 82 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 82 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | |
| | 83 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 83 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| 0+400 | 84 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 84 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 2,4 | 3 | 2,4 | 3 | 5 | |
| | 85 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 85 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| | 86 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 86 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| | 87 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 87 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 2.50 | 3 | 2.50 | 3 | 5 | |
| 0+420 | 88 | A | 5 | 3 | Parche asfaltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 88 | B | 5 | 3 | Parche asfaltico | Alta | 2.60 | 3 | 2.60 | 3 | 4 | |

Observaciones: No existe sellado de juntas en ningún tramo, en todos los tramos existe despostillamiento alto, desde la abscisa 0 + 300 hasta la abscisa 0 + 500 existe un parche de asfalto en un sentido de la vía.

Tabla 7

| Abscisa | No. Paño | | Dimensiones de la losa | | Tipo de Falla | | | | | | Paviment Rating | Aclaraciones |
|--------------|----------|-------|------------------------|-------|-------------------------|-----------|----------|-------|----------------|-------|-----------------|----------------------------|
| | | | | | Tipo | Severidad | Daño (m) | | Reparación (m) | | | |
| | N° | Letra | largo | ancho | | | Largo | Ancho | Largo | Ancho | | |
| | 89 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 89 | B | 5 | 3 | Grieta Transversal | Media | 1.10 | | 1.10 | | 5 | |
| | 89 | B | 5 | 3 | Grieta Transversal | Media | 1.30 | | 1.30 | | 5 | |
| | 90 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 90 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 0.50 | 3 | 0.50 | 3 | 5 | |
| | 91 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 91 | B | 5 | 3 | Grieta Transversal | Media | 2.40 | | 2.40 | | 5 | |
| | 91 | B | 5 | 3 | Grieta Transversal | Media | 1.90 | | 1.90 | | 5 | |
| 0+440 | 92 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 92 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 0.9 | 3 | 0.9 | 3 | 5 | |
| | 93 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 93 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | | |
| | 94 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 94 | B | 5 | 3 | Grietas en las esquinas | Alto | | | | | 4 | |
| | 94 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | Alto | | | | | 5 | |
| | 95 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 95 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 0.45 | 3 | 0.45 | 3 | 5 | Alcantarilla en mal estado |
| 0+460 | 96 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 96 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| | 96 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | Media | | | | | 5 | |
| | 97 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 97 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Baja | 0.50 | 3 | 0.50 | 3 | 7 | |
| | 98 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 98 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Media | | | | | 4 | |
| | 99 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 99 | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 0.50 | 3 | 0.50 | 3 | 5 | |
| 0+480 | 100 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 100 | B | 5 | 3 | Grieta en las esquinas | Bajo | | | | | 6 | |
| | 101 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 101 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 101 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 0.50 | 3 | 0.50 | 3 | 5 | |
| | 102 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 102 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 0.40 | 3 | 0.40 | 3 | 5 | |

Observaciones: No existe sellado de juntas en ningún tramo, en todos los tramos existe despostillamiento alto, desde la abscisa 0 + 300 hasta la abscisa 0 + 500 existe un parche de asfalto en un sentido de la vía.

Tabla 8

| Abscisa | No. Paño | | Dimensiones de la losa | | Tipo de Falla | | | | | | Paviment Rating | Aclaracion |
|--------------|--------------|-------|------------------------|-------|-------------------------|------------------|----------|-------|----------------|-------|-----------------|--------------|
| | | | | | Tipo | Severidad | Daño (m) | | Reparación (m) | | | |
| | N° | Letra | largo | Ancho | | | Largo | Ancho | Largo | Ancho | | |
| 0+500 | 103 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | |
| | 103 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Bajo | | | | | 5 | |
| | 104 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | |
| | 104 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Bajo | 3.20 | | 3.20 | | 6 | |
| | 105 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Media | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| | 105 | B | 5 | 3 | Fisuras en las esquinas | Bajo | | | | | 6 | |
| 0+520 | 106 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Media | 1,7 | 2,6 | 1,7 | 2,6 | 5 | |
| | 106 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Bajo | | | | | 6 | Alcantarilla |
| | 107 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Alta | 0.65 | 5 | 0.65 | 5 | 4 | |
| | 107 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Alta | 0.50 | 2 | 0.50 | 2 | 4 | |
| | 107 | A | 5 | 3 | Parche de asfalto | Alta | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 4 | |
| | 107 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Medio | | | | | 5 | |
| | 108 | A | 5 | 3 | Grieta transversal | Medio | 2.10 | | 2.10 | | 5 | |
| | 108 | A | 5 | 3 | Grieta transversal | Medio | 2 | | 2 | | 5 | |
| | 108 | B | 5 | 3 | Parche de asfalto | Medio | 0.60 | 6 | 0.60 | 6 | 5 | |
| | 109 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| 0+540 | 109 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Bajo | 1.70 | | 1.70 | | 6 | |
| | 110 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 110 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 110 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Bajo | 0.70 | 6 | 0.70 | 6 | 7 | |
| | 110 | B | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Alta | 10 | | 10 | | 4 | |
| | 111 | B | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 111 | A | 5 | 3 | Despostillamiento | Bajo | | | | | 6 | |
| | 111 | B | 5 | 3 | Parche de asfalto | Medio | 1 | 6 | 1 | 6 | 5 | |
| | 112 | B | 5 | 3 | Parche de asfalto | Medio | 1 | 6 | 1 | 6 | 5 | |
| | 113 | A | 5 | 3 | Parche de concreto | Bajo | 1.10 | 1.50 | 1.10 | 1.50 | 7 | |
| | 113 | B | 5 | 3 | Parche de concreto | Bajo | 1.10 | 1.50 | 1.10 | 1.50 | 7 | |
| | 0+560 | 114 | A | 5 | 3 | Parche asfáltico | Bajo | 5 | 3 | 5 | 3 | 7 |
| 114 | | B | 5 | 3 | Parche asfáltico | Bajo | 5 | 3 | 5 | 3 | 7 | |
| 115 | | A | 5 | 3 | Pulimiento | Medio | | | | | 5 | |
| 115 | | B | 5 | 3 | Pulimiento | Medio | | | | | 5 | |
| 0+571 | 116 | A | 5 | 3 | Grieta Longitudinal | Bajo | 5 | | 5 | | 6 | |
| | 116 | B | 5 | 3 | Pulimiento | Medio | | | | | 5 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

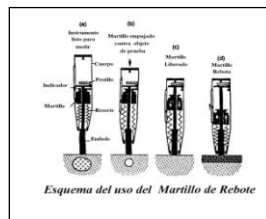
Observaciones: No existe sellado de juntas en ningún tramo, en todos los tramos existe despostillamiento alto, desde la abscisa 0 + 300 hasta la abscisa 0 + 500 existe un parche de asfalto en un sentido de la vía.

ANEXO II: Esclerometría

El ensayo de Esclerometría, es un ensayo no destructivo que nos permite determinar la Resistencia del hormigón mediante el número de Rebotes medido con un Martillo denominado Martillo Schmidt, Martillo Suizo o Esclerómetro.

Este ensayo está Estandarizado mediante la Norma ASTM C-805⁷⁴, y el cual establece que se necesita un mínimo de 10 pruebas de rebote para un espécimen. Si una lectura difiere en siete unidades de las otras lecturas será excluida, y si más de una lectura difiere en siete unidades de las demás todas serán descartadas. Se debe tomar en cuenta que el número de rebotes, se encuentra limitado por la sección que va a tratarse, es decir si el ensayo se lleva a cabo sobre un agregado duro, nos podría dar un alto número de rebote y de igual manera de caso contrario.

El modo de empleo del martillo se lo ilustra en la figura:



Esquema del uso del martillo⁷⁵

El método de Esclerometría, se basa en una relación entre carga de impacto y una onda propagada, en donde la distancia de rebote depende de la energía cinética

⁷⁴ Método de Prueba Estándar para el Numero de Rebote de un hormigón Endurecido ASTM C-805

⁷⁵ Imagen Obtenida de la Correlaciones entre ensayos destructivos y No Destructivos para Hormigones de alta Resistencia con Agregados Calcáreos

en el martillo luego que el hormigón es impactado con la barra y la energía que es absorbida en el golpe.

En este proceso, el mecanismo de fricción que trabaja en el martillo, absorbe energía así como también el proceso de desplazamiento de la barra al impactar con el concreto. Mediante este proceso se relaciona la resistencia y dureza del Hormigón en función de la energía absorbida. Por tal motivo, si tenemos un concreto con baja resistencia y dureza, este absorbe más energía que un concreto que tenga una alta resistencia y dureza, lo que ocasionaría que se presente un bajo número de rebotes.

Uso del Esclerómetro.

Para realizar las pruebas con el esclerómetro en el pavimento, es necesario eliminar cualquier carbonatación en la superficie producida por el ambiente así como también cualquier impureza, por tal motivo se debe limpiar con una piedra de pulir la superficie.



Pulimiento de la superficie

Luego de haber pulido se procede a echar agua sobre el área que se limpió para siguiente echar Fenolftaleína, este nos permitirá conocer si nos encontramos fuera de la capa de carbonatación al tornarse de un color rojizo, en caso de no presentar este color se procede a limpiar nuevamente.



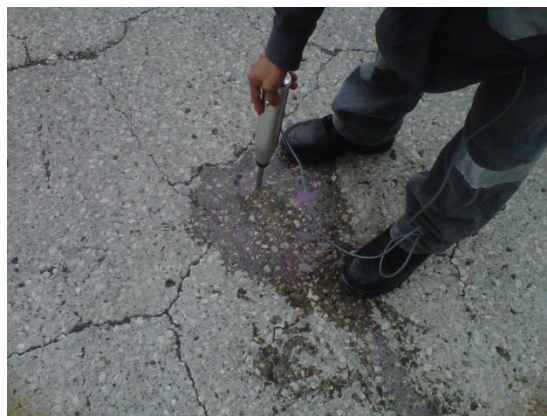
Colocación de Fenolftaleína en la superficie



Limpieza con Agua sobre la superficie

Luego de haber realizado el procedimiento, dentro del esclerómetro se establece la opción que el ensayo se realizará en forma vertical, seleccionando la opción 90° para luego poder realizar la prueba de Esclerometría, los valores se observaran en la pantalla digital que se conecta al esclerómetro

Se procederá a realizar 10 golpes con el martillo según lo establecido en la Norma ASTM C805, el valor que será tomado será el promedio registrado de los 10 golpes



Prueba de Esclerometría

Pruebas en Campo

La prueba de Esclerometría se realizó el martes 27 de marzo del 2013, desde las 13:30 pm hasta las 17:30 pm. Realizamos 5 pruebas en lugares aleatorios, los cuales mostraban características distintas, a continuación estas pruebas se dieron:

Prueba 1: 0+020 – 0+040

Prueba 2: 0+120 – 0+140

Prueba 3: 0+220 – 0+240

Prueba 4: 0+360 – 0+380

Prueba 5: 0+540 – 0+560

Los resultados de Número de Rebotes que nos dio el esclerómetro fueron los siguientes:

Prueba de Esclerometría. Valores tomados en campo

| Prueba | Rebotes | | | | | | | | | | X | S |
|---------------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----------|
| 1 | 37 | 41 | 37 | 39 | 40 | 39 | 40 | 37 | 36 | 38 | 38,4 | 1,6 |
| 2 | 37 | 30 | 41 | 31 | 35 | 37 | 34 | 35 | 27 | 42 | 36,5 | 5,9 |
| 3 | 36 | 32 | 41 | 41 | 35 | 32 | 36 | 39 | 33 | 29 | 34,9 | 4,7 |
| 4 | 47 | 47 | 30 | 39 | 42 | 21 | 33 | 49 | 41 | 41 | 44,7 | 3,5 |
| 5 | 45 | 45 | 44 | 39 | 47 | 46 | 42 | 52 | 42 | 45 | 41 | 6 |

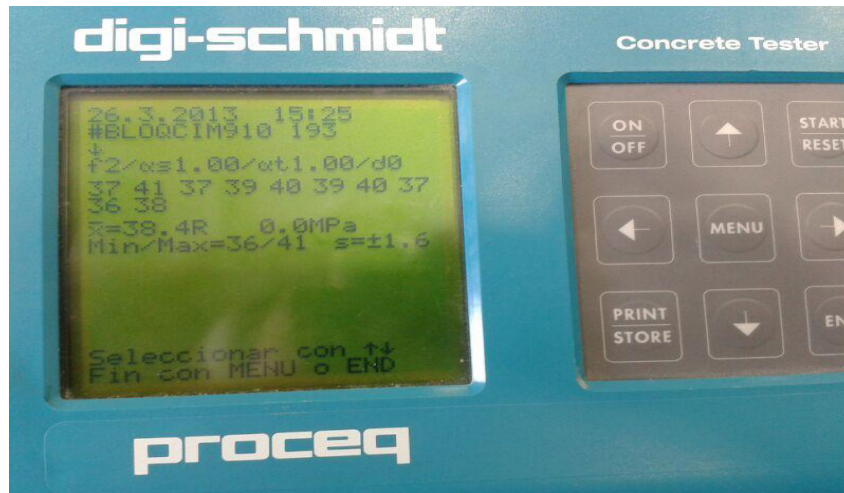
Prueba #: Numero de prueba correspondiente a cada Abcisa

Rebotes: Número de Rebotes

X: Media de Rebotes

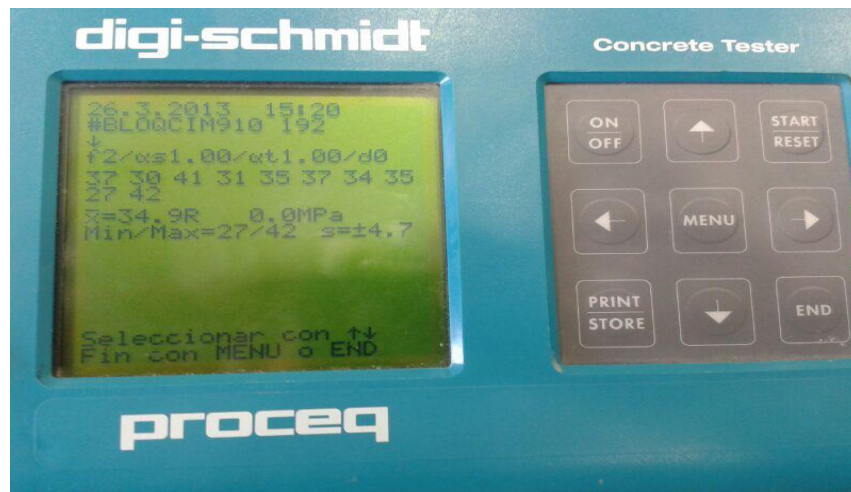
S: Desviación Standard de Rebotes

Prueba 1:



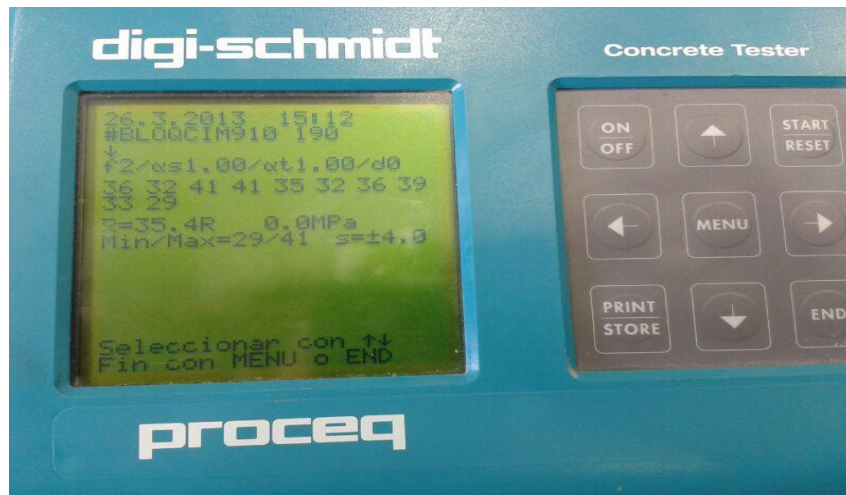
Datos de Esclerometría Absc (0+000 – 0+020)

Prueba 2:



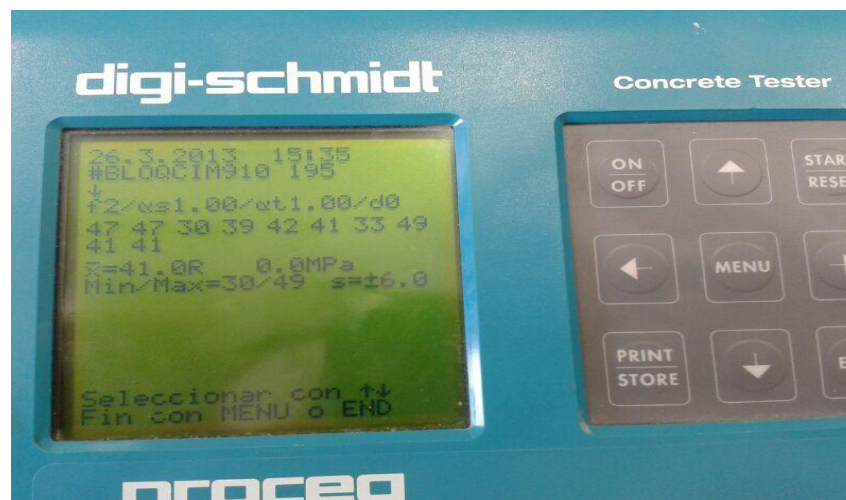
Datos de Esclerometría Abcisa (0+100 – 0+120)

Prueba 3



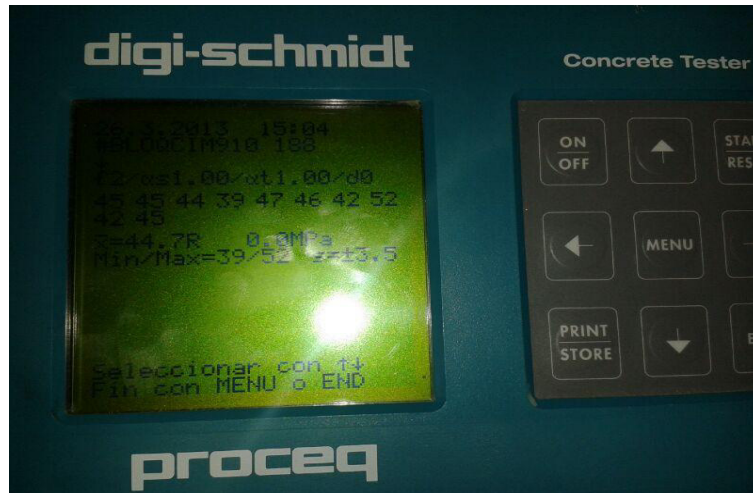
Datos de Esclerometría Abscisa (0+220-0+240)

Prueba 4



Datos de Esclerometría Abscisa (0+360-0+380)

Prueba 5



Datos de Esclerometría Abscisa (0+540-0+560)

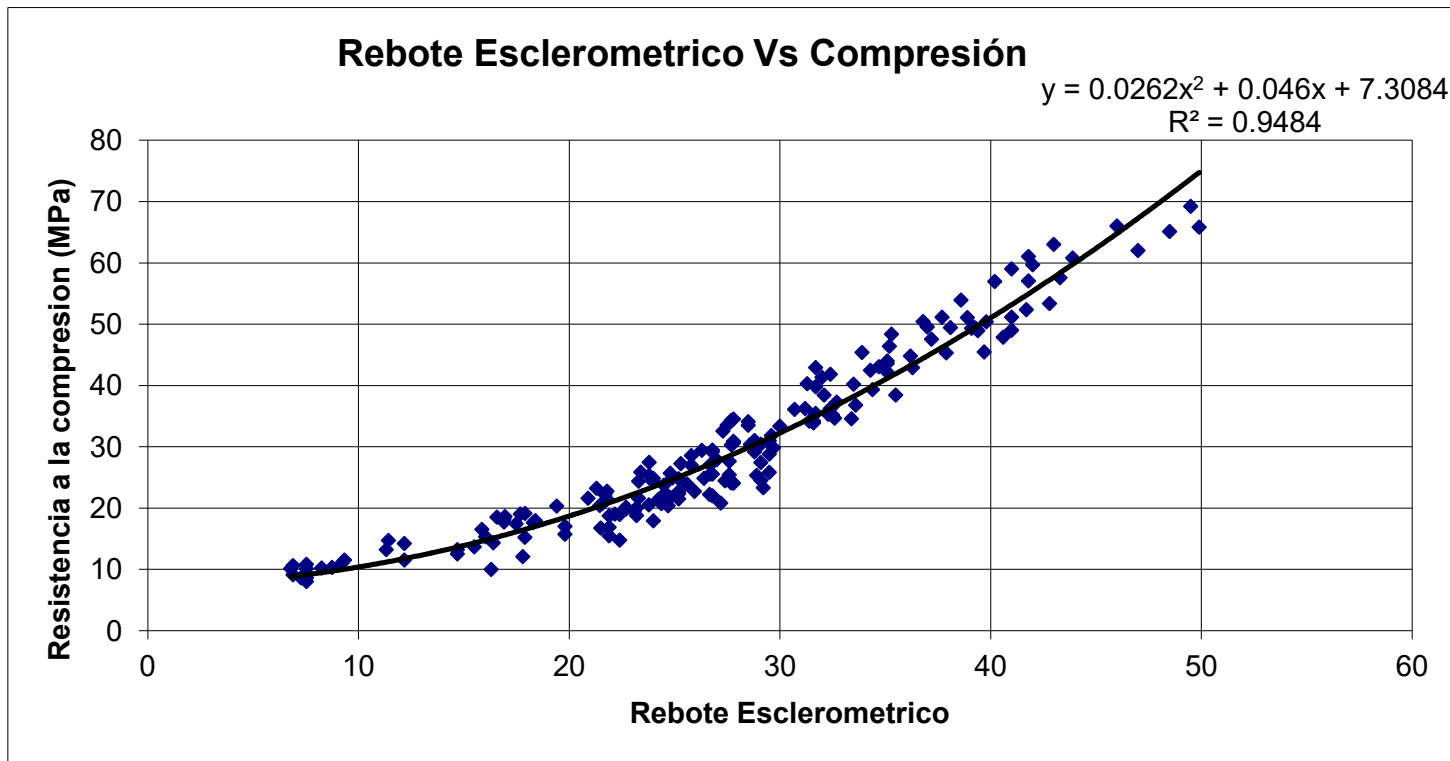
Una vez procesados los datos correspondientes al Número de Rebotes, el valor de Resistencia Media correspondiente a cada prueba es llevado a una curva Resistencia a la Compresión vs Número de Rebote, la cual fue obtenida mediante la correlación entre el número de Rebotes en varios cilindros de 100 x 200 mm de diferentes diseños de hormigón, y los cuales posteriormente fueron sometidos a compresión simple. Este estudio fue realizado en la tesis “Correlaciones entre ensayos destructivos y no destructivos para hormigones de alta resistencia con agregados calcáreos”

Tomados los datos del número de rebote procedemos a correlacionar estos datos con la Resistencia a compresión del lugar por medio de la Ecuación $y = 0,0262x^2 + 0,046x + 7,3084$ de la Figura 5.19 en donde:

Y: Resistencia a la Compresión

x: Rebote Esclerométrico

Relación ente Número de Rebotes Esclerométrico con Resistencia a la Compresión Simpl



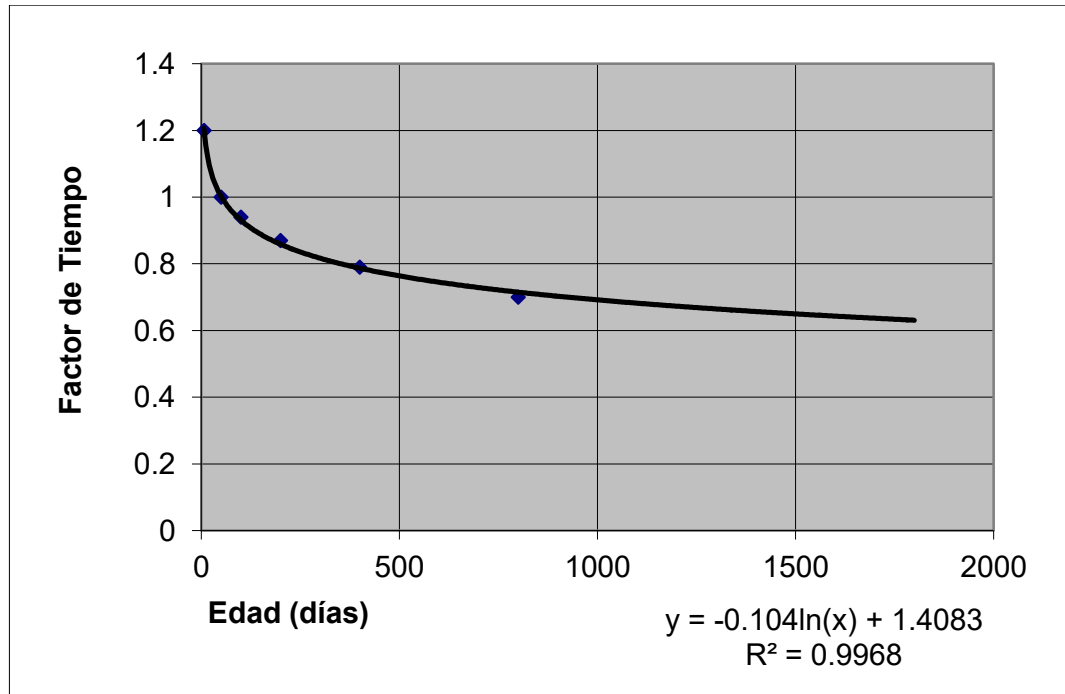
Correlación Resistencia vs Número de rebotes⁷⁶

⁷⁶ Grafico Correlaciones entre ensayos destructivos y No Destructivos para Hormigones de alta Resistencia con Agregados Calcáreos

Tabla Ecuación Correlación de Rebotes vs Compresión Simple

| Prueba | Rebote (X) | Resistencia ($y = 0,0262x^2 + 0,046x + 7,3084$) |
|--------|------------|---|
| 1 | 38,4 | 47,71 |
| 2 | 36,5 | 43,90 |
| 3 | 34,9 | 40,83 |
| 4 | 44,7 | 61,71 |
| 5 | 41 | 53,24 |

Estos Valores de la Resistencia, se ven afectados por la edad del hormigón de la losa y mediante la Figura 5.20 se establece el valor corregido de la resistencia.



Factor Tiempo vs Edad

Como se puede observar en la gráfica para edades Mayores a 10 años, la grafica toma un valor asintótico de Factor de Tiempo, $f_t=0,6$. Entonces con ello establecemos el valor de Resistencia.

Prueba de Esclerometría (Resistencia Corregida)

| Prueba | Resistencia (MPa) | Resistencia Corregida (MPa) |
|---------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1 | 47,71 | 28,62 |
| 2 | 43,90 | 26,34 |
| 3 | 40,83 | 24,50 |
| 4 | 61,71 | 37,03 |
| 5 | 53,24 | 31,94 |

ANEXO III:
Rating de Los Pavimentos

El “Centro de Transporte de Wisconsin de la Información” ha desarrollado el “Pavement Surface Evaluation and Rating CONCRETE PASER MANUAL”, un manual que describe y analiza los problemas comunes, además de colaborar con las posibles soluciones. Este manual se basa en un sistema visual para la Evaluación y clasificación de los Pavimentos de Hormigón, clasificándolos de acuerdo a su nivel de Severidad desde una calificación de (10) para un Pavimento de excelente calidad, hasta un calificación de (1) para un Pavimento de pobre calidad. El tiempo de deterioro de un pavimento depende principalmente de la calidad de construcción inicial y el tráfico pesado, por estas razones unas fallas que se presenten un nivel bajo puede acelerarse su daño.

La tabla siguiente muestra la clasificación de un pavimento según los daños presentes en la vía para establecer si necesita mantenimiento o reparación.

ANEXO IV:
Rating de los Pavimentos

| | |
|--------------------------|--|
| Rating 9 & 10 | Nuevo Pavimento o Pavimento recientemente Rehabilitado. No Requiere mantenimiento |
| Rating 7 & 8 | Primeros signos de Desgaste de la Superficie, Agrietamientos. Necesita Mantenimiento Rutinario |
| Rating 5 & 6 | Presenta Signos de Desgaste, Grietas en las Esquinas, Despostillamiento en juntas y grietas |
| Rating 3 & 4 | Moderada presencia de fallas graves, grietas múltiples, grietas en bloque, Dislocamientos. Requiere una Amplia Rehabilitación de la Losa |
| Rating 1 & 2 | Fallo total en el Pavimento. Reconstrucción Completa. |

Rating de los Pavimentos

Rating 10. Excelente

Un Pavimento de Rating 10 presenta condiciones excelentes para la cual fue construida, en este grupo se encuentran los pavimentos nuevos y los pavimentos que se les ha dado mantenimiento. Estos Pavimentos no requieren mantenimiento.



Pavimento nuevo⁷⁷

Rating 9. Excelente

En este rating, se presentan mínimo desgaste en los pavimentos además de pequeñas fisuras que no molestan al conductor al momento de transitar la vía. En Estos pavimentos tenemos aquellos que han sido rehabilitados y se han mejorado sus condiciones de servicio.



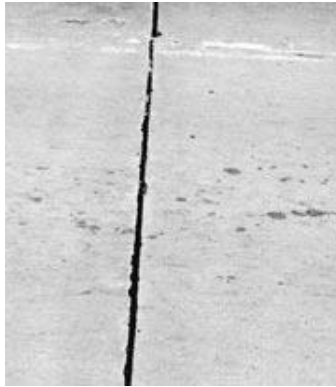
Superficie del Pavimento en excelentes condiciones⁷⁸

⁷⁷ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*

⁷⁸ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*

Rating 8. Muy Bueno

En estos pavimentos existen bajas presencia de grietas, además de pequeños defectos superficiales, pérdida parcial de selladores de juntas, el desgaste en la superficie es mayor. Para estos pavimentos se requiere un mantenimiento Preventivo.



Superficie del Pavimento falta de sellado en juntas⁷⁹



Superficie del Pavimento con grietas longitudinales⁸⁰

⁷⁹ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*⁸⁰

Rating 7. Bueno

Se presentan juntas más abiertas, algunas alcantarillas presentan agrietamientos, existen presencia de parches pero en buen estado. En estos tipos de daños en pavimentos son recomendables sellados de las juntas y un mantenimiento rutinario.



Pavimentos juntas más abiertas⁸¹

⁸⁰, Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*

⁸¹ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*



Pavimento con agrietamiento⁸²

Rating 6: Bueno

Este tipo de pavimentos presentan todos los tipos de grietas: de esquina, longitudinales y transversales, el tratamiento a realizar es la colocación de un material sellante en las grietas, se recomienda realizar un mantenimiento rutinario.



Superficie del Pavimento con agrietamientos⁸³

⁸² Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*

⁸³ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*

Rating 5: Moderado

Este tipo de pavimentos presentan pulimiento en la superficie de rodadura, parches con un nivel de severidad medio, existe también la presencia de asentamientos en algunos tramos por estos problemas presentados es necesario dar un mantenimiento correctivo.



Superficie del Pavimento con presencia de grietas⁸⁴

Rating 4: Moderado

En este tipo de pavimentos se presenta pulimiento con un alto nivel de severidad, grietas de esquina, longitudinal y transversal en varios paños de losa, además se presentan parches con un alto nivel de severidad, debido a los problemas presentados el tipo de mantenimiento a realizar es Mantenimiento Preventivo.

⁸⁴ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*



Superficie del Pavimento con presencia de baches⁸⁵

Rating 3. Malo

En esta categoría, la mayoría de las juntas y las grietas están abiertas, con múltiples grietas paralelas, desprendimiento severo del concreto, grietas longitudinales, grietas transversales y agrietamiento en las esquinas es evidente. Estas fallas presentan un espesor de 1", dando una circulación pobre.

Para este tipo de daños es recomendable una parcheo extenso y profundo, o hasta un reemplazo completo de la losa de hormigón hidráulico.

⁸⁵ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*



Superficie del pavimento en mal estado⁸⁶

Rating 2. Muy Malo

Se presentan amplias grietas en la losa, severamente resquebrajada y parcheada. Mal funcionamiento de las juntas, creando una mala transmisión de las cargas y el parchado en muy malas condiciones. Asentamientos graves y extensos de las losas.

Se recomienda reciclar y/o reconstrucción de la losa hormigón hidráulico.

⁸⁶ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*



Superficie del pavimento en mal estado⁸⁷

Rating 1. Colapso

La vía posee una velocidad restringida debida a su mal estado, presencia de muchos baches y pérdida casi total de la integridad del pavimento. La única solución es la reconstrucción total de la losa.



Superficie del pavimento en pésimo estado⁸⁸

⁸⁷ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*

⁸⁸ Tomada de: Donald Walker, T.I.C. *Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Roads*

ANEXO V:
**Tabla para Levantamiento de un
Pavimento Rígido**

| | Tipo de daño | Unidad | Nivel de Severidad | | |
|-----------------------------|--|--------|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| | | | Baja | Media | Alta |
| FALLAS EN JUNTAS | | | | | |
| 1 | Grietas por Mal funcionamiento de Juntas | Losa | e < 3 mm | e= 3-10 mm | e > 10 mm |
| 2 | Despostillamiento de Losa | Losa | e < 5 cm | e= 5-15 cm | e > 15 cm |
| 3 | Mantenimiento Ineficiente de Juntas | Losa | Deficiencia del sellado < 5 % | Deficiencia del sellado 5-25 % | Deficiencia del sellado > 15% |
| GRIETAS | | | | | |
| 4 | Grietas Transversales | ml | e < 3 mm | e= 3-10 mm | e > 10 mm |
| 5 | Grietas Longitudinales | ml | e < 3 mm | e= 3-10 mm | e > 10 mm |
| 6 | Grietas en las Esquinas | ml | e < 3 mm | e= 3-10 mm | e > 10 mm |
| 7 | Grietas en Bloque | m2 | Grietas ligadas | Leve despostillamiento | Severo despostillamiento |
| FALLAS SUPERFICIALES | | | | | |
| 8 | Fisuración por Retracción Plástica | m2 | Sin Descascaramiento | Descascaramiento < 10% | Descascaramiento > 10% |
| 9 | Pulimiento de Losa | m2 | Fácilmente Perceptible | El área afectada tiene un acabado mate | Apariencia de Espejo |
| 10 | Parches Deteriorados | m2 | Bueno | Daños leves y medios, asentamiento < 5mm | Daños severos, asentamiento > 5mm |
| 11 | Baches | m2 | No causa molestia | Causa poca molestia | Causa reducción de velocidad |
| 12 | Descascaramiento | m2 | Fisuras Capilares | < 10% | > 10% |
| FALLAS ESTRUCTURALES | | | | | |
| 13 | Levantamiento de la Losa | Losa | No genera molestia al conductor | Genera poca molestia al conductor | Genera reducción de velocidad |
| 14 | Hundimiento de la Losa | Losa | No genera molestia al conductor | Genera poca molestia al conductor | Genera reducción de velocidad |
| 15 | Dislocamiento de la Losa | Losa | h= 3-10mm | h= 10-20mm | h > 20mm |
| 16 | Fatiga a la Flexión | Losa | - | Grietas Profundas | No tiene vida útil |

ANEXO VI:

Sistema de Evaluación de los Pavimentos Rígidos

| SISTEMA DE EVALUACIÓN | | |
|------------------------------|--|---|
| Grado de Superficie | Daños Visibles | Condición General / Alternativa de Reparación |
| 10 EXCELENTE | No presenta daños | Pavimento nuevo |
| | | No requiere mantenimiento |
| 9 EXCELENTE | Ligero Pulimiento, Grietas en Bloque y Agregados Descubiertos | Recubrimiento reciente de hormigón y rehabilitación de las juntas |
| | | No requiere mantenimiento |
| 8 MUY BUENA | Agregado Descubiertos, Grietas en Bloque o mínimo defectos en la superficie. Leve descascaramiento. Pérdida parcial del sellante de juntas. Grietas aisladas en alcantarillas, unidas o bien selladas | Presencia de pulimiento o ligeros deterioros |
| | | Requiere poco mantenimiento |
| 7 BUENO | Más intenso descascaramiento de la superficie. Algunas juntas abiertas. Presencia de grietas longitudinales o transversales selladas. Alcantarillas en mal estado. Ligeros asentamiento o levantamiento de losas | Presencia de grietas transversales, parches. Mayor nivel de descascaramiento |
| | | Sellado de juntas abiertas y grietas , y otro tipos de mantenimientos |
| 6 BUENO | Descascaramiento moderado en varios lugares. Ligero despostillamiento. Mal funcionamiento de juntas causando grietas. Varias grietas en las esquinas. Grietas Longitudinales y Transversales con un aberturas hasta 1/4" | Primeros signos de mal funcionamiento de juntas o grietas en las esquinas |
| | | Requiere sellado general de las juntas y de las grietas. Áreas con descascaramiento se podría recapear |
| 5 MODERADO | Moderado a severo pulimiento o descascaramiento en más del 25% de la superficie. Sobredimensionamiento del refuerzo causando despostillamiento. Algunas juntas y grietas presentan despostillamiento. Varias grietas en las esquinas con piezas rotas. Asentamientos moderados y parches en mal estado | Primeros signos de despostillamiento de juntas o en grietas |
| | | Recapear para reparar las fallas superficiales. Parches de profundidad parcial o reparación de las juntas |

| SISTEMA DE EVALUACIÓN | | |
|------------------------------|--|---|
| 4 MODERADO | <p>Severo pulimiento, descascamiento, grietas en bloques o despostillamiento en más del 50% de la vía. Juntas y grietas presentan moderado-severo despostillamiento. Varias losas tienen múltiples grietas transversales con moderado despostillamiento. El área de despostillamiento posee piezas desprendidas. Grietas en las esquinas con area despostillada. Dislocamiento en losas.</p> | <p>Necesita algunas reparaciones profundas de la estructura del pavimento, parchado y/o recapeo asfáltico para corregir los defectos superficiales.</p> |
| 3 POBRE | <p>La mayoría de las juntas y grietas están abiertas por el severo despostillamiento, con múltiples grietas longitudinales. Grietas en las esquinas, severo hundimiento de 1" dando una pobre circulación. Varios parches regular a mal estado. Presencia de grietas transversales, abiertas y con severo despostillamiento.</p> | <p>Necesita una extensa reparación profunda de la estructura del pavimento mas reemplazo de losas.</p> |
| 2 MUY POBRE | <p>Intenso agrietamiento en bloque, severo despostillamiento. Mal funcionamiento de juntas. Parches en mal estado. Severo e intenso asentamiento de losas.</p> | <p>Reciclar y/o reconstrucción total del pavimento</p> |
| 1 COLAPSO | <p>Velocidad restringida por el mal estado de la vía. Presencia de muchos baches. Perdida casi total de la integridad del pavimento</p> | <p>Total reconstrucción</p> |

ANEXO VII

Análisis de Precios Unitarios de la
Solución.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: SELLADO DE JUNTAS

UNIDAD: ml

| EQUIPOS | | | | | |
|---------------------|----------|------------|--------------------------------------|---------------|-------------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Herramienta Manual | 1,00 | 20,00 | 20,00 | 0,1200 | 2,40 |
| SUBTOTAL | | | | | 2,40 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| MAESTRO | 1,00 | 3,02 | 3,02 | 0,1200 | 0,36 |
| PEON | 3,00 | 2,78 | 8,34 | 0,1200 | 1,00 |
| SUBTOTAL | | | | | 1,36 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| ADITIVO SIKAFLEX | GL | 0,05 | 10,00 | 0,50 | |
| SUBTOTAL | | | | | 0,50 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | 4,26 |
| | | | INDIRECTOS Y UTILIDADES: | 25,00% | 1,07 |
| | | | OTROS INDIRECTOS: | | |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | 5,33 |

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: SELLADO DE GRIETAS

UNIDAD: ml

| EQUIPOS | | | | | |
|---------------------|----------|------------|--------------------------------------|---------------|-------------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Herramienta Manual | 1,00 | 20,50 | 20,50 | 0,1000 | 2,05 |
| SUBTOTAL | | | | | 2,05 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| MAESTRO | 1,00 | 3,02 | 3,02 | 0,1000 | 0,30 |
| PEON | 4,00 | 2,78 | 11,12 | 0,1000 | 1,11 |
| SUBTOTAL | | | | | 1,41 |
| MATERIALES | | | | | |
| ADITIVO SIKAFLEX | | GL | 0,02 | 10,00 | 0,15 |
| SUBTOTAL | | | | | 0,15 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL | | | | | 0 |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | 3,61 |
| | | | INDIRECTOS Y UTILIDADES: | 25,00% | 0,90 |
| | | | OTROS INDIRECTOS: | | |
| | | | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | 4,52 |

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: REMOCION DE CARPETA DE HORMIGON ASFALTICO e=5 cm
INCLUYE DESALOJO

UNIDAD: m²

| EQUIPOS | | | | | |
|---|----------|-------------------|-------------|---------------|-----------------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Recuperadora/recicladora | 2,00 | 210,00 | 420,00 | 2,4000 | 1.008,00 |
| SUBTOTAL | | | | | 1.008,00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Ayudante | 1,00 | 1,33 | 1,33 | 2,4000 | 3,18 |
| Operador de Dragado | 1,00 | 1,44 | 1,44 | 2,2500 | 3,24 |
| SUBTOTAL | | | | | 6,42 |
| Rendimiento del equipo | | 450 | | | 1.014,42 |
| Costo Unitario sin material ni transporte | | | | | 2,25 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | | | | |
| SUBTOTAL | | | | | 0,00 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | DMT | COSTO UNITARIO/KM | CONSUMO | COSTO | |
| Desalojo de Material | 0,2 | 10 | 0,1 | 0,2 | |
| SUBTOTAL | | | | | 0,2 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | 2,45 | |
| INDIRECTOS Y UTILIDADES: | | | | 25,00% | 0,61 |
| OTROS INDIRECTOS: | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | | | 3,07 | |

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

SOBRECARPETA DE HORMIGON
ASLFATICO MEZCLADO EN PLANTA
C50 E = 5 cm (INCLUYE
IMPRIMACIÓN)

UNIDAD:

m²

| EQUIPOS | | | | | |
|-----------------------------------|----------|--------------------------------------|-------------|-------------|---------------|
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Rodillo Liso | 1,00 | 38,00 | 38,00 | 1,0000 | 38,00 |
| Rodillo Neumático | 1,00 | 33,00 | 33,00 | 1,0000 | 33,00 |
| Camión Distribuidor asfáltico | 1,00 | 36,00 | 36,00 | 1,0000 | 36,00 |
| Escoba mecánica autopropulsada | 1,00 | 18,00 | 18,00 | 1,0000 | 18,00 |
| Finisher | 1,00 | 45,00 | 45,00 | 1,0000 | 45,00 |
| SUBTOTAL | | | | | 170,00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL /HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=A*B | R | D=C*R |
| Peón C1 | 8,00 | 1,325 | 10,60 | 2,1000 | 22,26 |
| Maestro C4 | 1,00 | 1,44 | 1,44 | 2,0900 | 3,01 |
| Operador/Dist asfalto/Rodillo | 3,00 | 1,44 | 4,32 | 3,0900 | 13,35 |
| Op. Finicher/Escoba mecánica | 1,30 | 1,44 | 1,87 | 4,0900 | 7,66 |
| SUBTOTAL | | | | | 46,27 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| Diesel II | GLN | 0.30 | 1,10 | 0,33 | |
| Asfalto RC 2 | GLN | 0.30 | 1,10 | 0,33 | |
| Mezcla asfáltica | m3 | 0,0650 | 74,50 | 4,84 | |
| SUBTOTAL | | | | | 5,50 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCION | DMT | COSTO UNITARIO/KM | CONSUMO | COSTO | |
| Transporte de mezcla asfáltica | 12 | 0,2 | 0,065 | 0,156 | |
| SUBTOTAL | | | | | 0,156 |
| | | TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | 6,38 | |
| | | INDIRECTOS Y UTILIDADES: | | 0,00 | |
| | | OTROS INDIRECTOS: | | | |
| | | COSTO TOTAL DEL RUBRO: | | 6,38 | |

ANEXO VIII:
Presupuesto de la Solución

Proyecto: Mantenimiento en Calle teodoro Maldonado C.

Fecha: julio del 2013

Area: Tramo 1 (0+000 hasta 0+300)

| PRESUPUESTO | | | | | |
|--------------------|--|---------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| RUBRO | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | TOTAL |
| | 1.- Limpieza de via | | | | |
| 1.1 | Remoción de Parches Asfaltico | m2 | 502.60 | \$ 3.07 | \$ 1,542.98 |
| | 2.- Sobrecarpeta de Hormigon asfaltico | | | | |
| 2.1 | Sobrecarpeta de Hormigon Asfaltico Mezclado en Planta c50 e = 5 cm (incluye imprimación) | m2 | 1860 | \$ 11.19 | \$ 20,813.40 |

| | |
|--------|------------------------|
| Total: | \$ 22,356.38 |
|--------|------------------------|

Proyecto: Mantemiento en Calle teodoro Maldonado C.

Fecha: julio del 2013

Area: Tramo 2 (0+320 hasta 0+571)

PRESUPUESTO

| RUBRO | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | TOTAL |
|-------|--|--------|----------|----------------|-------------|
| | 1.- Limpieza de via | | | | |
| 1.1 | Remocion de Parches Asfaltico | m2 | 753.29 | \$ 3.07 | \$ 2,312.60 |
| | 2.- Sellado de Juntas y Grietas | | | | |
| 2.1 | Sellado de Juntas | ml | 1047 | \$ 5.33 | \$ 5,580.51 |
| 2.2 | Sellado de Grietas | ml | 10 | \$ 4.52 | \$ 45.20 |
| | | | | | |

| | |
|--------|--------------------|
| Total: | \$ 7,938.31 |
|--------|--------------------|

BIBLIOGRAFÍA

1. **Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, MOP-001-F-2002**, “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”, Quito (2002), Cap. 400.
2. **Holcim Ecuador S.A.**, Evaluación de las Normas para la fabricación del cemento y características de sus aplicaciones, pág. 23-24
3. **Portland Cement Association (PCA)**, Diseño y Control de Mezclas de Concreto, Primera Edición, Skokie, Illinois, EE-UU (2004), pág. 246-249
4. **ALTAMIRANO Kauffmann Luis F Ing**, “Deterioro de Pavimentos Rígidos Metodología, Posibles causas de deterioro y Reparaciones”, Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua (2007), pág. 7-8 , 21-35
5. **José Heredia y Asociados C.A, Oficina Técnica Ingeniero.** “Clasificación de la Fallas en Pavimentos Flexibles y Rígidos”, pág. 11-16.

6. **Consejo de Directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica**, “Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos”, Chile (2002), Volumen N° 12, Pág. 4-20 , 24, 32

7. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú**, “Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario para la Red Vial Departamental no pavimentada”, (2006). Publicación N° 015-2006-MTC/14. Pág. 5, 8-11

8. **Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías**, “Manual de Inspección para pavimentos Rígidos”, Universidad Nacional de Colombia, (2006), pág. 5-12, 16-26

9. **SÁNCHEZ Sabogal Fernando**, “Selección de Tratamientos y Estrategias de Rehabilitación de Pavimentos”, Módulo 19

10. **BOOZ.ALLEN&HAMILTON / BARRIGA DALL’ORTO / WILBUR SMITH**, “Manual de Identificación, Clasificación y Tratamientos de Fallas en Pavimentos Urbanos”. Asistencia Técnica en Estudios de Transporte Urbano para el área Metropolitana de Lima y Callao. Perú, (1999), pág: 10-15

11. **DONALD Walker, LYNN Entine, KUMMER Susan**, “Pavement Surface Evaluation and Rating Concrete Paser Manual”. Transportation Information Center, University of Wisconsin-Madison, pág. 15-26
12. **CEMEX Mundo del Concreto**, “Pavimentos Rígidos”. Cátedra del Cemento, México (2004), Pág. 8
13. **IECA Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones**). “ Diseño y ejecución de Juntas en Pavimentos y soleras de Hormigón” ,España (Enero 2012), pág 2-10
14. **Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto** . “Pavimentos de Concreto Hidráulico”, Gerencia Técnica IMCYC, México (2009)
15. **Ministerio de Vivienda Construcción Y Saneamiento**, “Norma CE 010 Pavimentos Urbanos” Primera Edición, Reglamento Nacional de Edificaciones Lima-Perú, (2010), pág 16-22
16. **RUIZ Brito Cesar Alejandro**, “Análisis de los Factores que producen el deterioro de los Pavimentos Rígidos.” Tesis de Grado, ESPE, Sangolqui Ecuador, Abril del (2011), pág. 141-159

17. **VIOLLINI Daniel, PAPPALARDI Mariano**, “Patologías en Pavimentos de Hormigón a Edad Temprana”, Cementos Avellaneda S.A , Buenos Aires- Argentina, pág. 1-5.

18. **CRESPO Karla, GARCÍA Natividad** , Tesis “Correlaciones entre ensayos destructivos y No Destructivos para Hormigones de alta Resistencia con Agregados Calcáreos”, ESPOL, Guayaquil-Ecuador (2009)