



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

EN CARRETERAS

“ANÁLISIS Y SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS DEFORMACIONES DE LA
LOSA DE HORMIGÓN COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP) DE
PAVIMENTO RÍGIDO. CASO DE ESTUDIO: VÍA PRINCIPAL DEL CAMPUS
GUSTAVO GALINDO VELASCO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITORAL”

TESINA DE GRADUACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

TITO GANDY ZAMBRANO MENDOZA

CLAUDIA NATALY BASANTES ESPINOZA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2013

AGRADECIMIENTO

Primordialmente a Dios, por habernos guiado a lo largo del camino hacia nuestro objetivo.

A nuestras familias por el apoyo brindado a lo largo de nuestras vidas.

A nuestros profesores, por sus conocimientos brindados en nuestra formación universitaria, en especial al Ing. Eduardo Santos Baquerizo, Director de Tesina, por su valioso aporte en la elaboración del presente trabajo. Otro agradecimiento especial al Ing. Juan Carlos Pindo, por su apoyo incondicional en nuestra formación académica y profesional.

Basantes C., Zambrano T.

DEDICATORIA

A mi madre por ser el pilar fundamental en mi vida, ya que con su esfuerzo y sacrificio ha logrado formar lo que soy.

Tito Zambrano Mendoza

DEDICATORIA

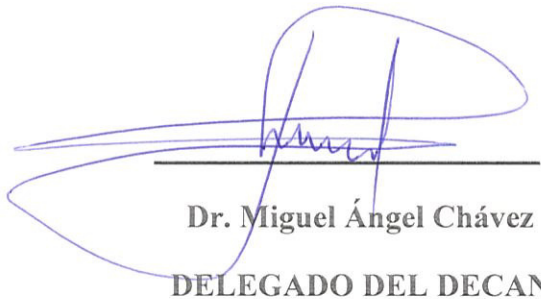
A Dios, por ser mi guía en el camino hacia el cumplimiento de una de mis metas.

A mis padres, por el amor entregado, por ser mis guías y apoyo a lo largo de mi vida, y esfuerzo que han realizado para brindarme los recursos necesarios para mi formación académica.

A mis hermanas Gabriela, Joselyne y Sofía, por estar siempre presentes con su amor y motivación.

Claudia Basantes Espinoza

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Dr. Miguel Ángel Chávez
DELEGADO DEL DECANO

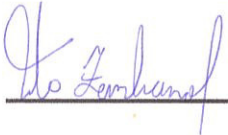


Ing. Eduardo Santos Baquerizo
DIRECTOR DE TESINA

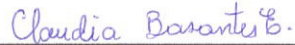
DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Graduación, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(REGLAMENTO DE GRADUACIÓN DE LA ESPOL)



Tito G. Zambrano M.



Claudia N. Basantes E.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	XI
OBJETIVOS	XII
Objetivos generales:.....	XII
Objetivos específicos:.....	XII
CAPITULO 1	1
1 GENERALIDADES	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema y justificación.....	2
1.3 Metodología del proyecto.....	3
CAPITULO 2	6
2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 Pavimento.....	6
2.1.1 Definición y clasificación de los pavimentos.....	6
2.1.1.1 Pavimento flexible.....	7
2.1.1.2 Pavimento rígido.....	7
2.1.1.3 Pavimento articulado.....	7
2.1.2 Características del pavimento rígido.....	8
2.1.3 Superficie de rodadura de pavimento rígido.....	9
2.1.3.1 Definición.....	9
2.1.3.2 Tipos de superficies de rodadura de pavimento rígido.....	10
2.1.3.2.1 Losa de hormigón hidráulico.....	10
2.1.3.2.2 Hormigón compactado con pavimentadora (HCP).....	11

2.1.3.3 Principales características y ventajas del HCP	11
2.1.3.4 Desventajas del HCP	12
2.2 Mantenimiento vial.....	13
2.2.1 Definición.....	13
2.2.1.1 Mantenimiento rutinario.....	13
2.2.1.2 Mantenimiento periódico	14
2.2.2 Evaluación de daños	15
CAPITULO 3.....	16
3 TIPOS DE FALLAS EN EL PAVIMENTO RÍGIDO CON LOSA DE	
HORMIGON COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP)	16
3.1 Fallas de regularidad y superficie	18
3.1.1 Baches	18
3.1.1.1 Definición	18
3.1.1.2 Posibles causas	18
3.1.1.3 Grado de severidad.....	19
3.1.1.4 Medición.....	19
3.1.2 Bombeo	19
3.1.2.1 Definición	19
3.1.2.2 Posibles causas	20
3.1.2.3 Grado de severidad.....	20
3.1.2.4 Medición.....	21
3.1.3 Escalonamiento de losas.....	21
3.1.3.1 Definición	21
3.1.3.2 Posibles causas	22
3.1.3.3 Grado de severidad.....	22
3.1.3.4 Medición.....	23
3.1.4 Fisuramiento por retracción.....	23
3.1.4.1 Definición	23
3.1.4.2 Posibles causas	23
3.1.4.3 Grado de severidad.....	24

3.1.4.4 Medición.....	24
3.1.5 Losas subdivididas	25
3.1.5.1 Definición	25
3.1.5.2 Posibles causas	25
3.1.5.3 Grado de severidad.....	26
3.1.5.4 Medición.....	26
3.1.6 Descascaramiento de superficie	26
3.1.6.1 Definición	26
3.1.6.2 Posibles causas	27
3.1.6.3 Grado de severidad.....	28
3.1.6.4 Medición.....	28
3.1.6 Pulimiento de la superficie.....	28
3.1.6.1 Definición	28
3.1.6.2 Posibles causas	29
3.1.6.3 Grado de severidad.....	29
3.2.1.4 Medición.....	29
3.2 Deformaciones de losas	30
3.2.1 Levantamiento de losas.....	30
3.2.1.1 Definición	30
3.2.1.2 Posibles causas	30
3.2.1.3 Grado de severidad.....	31
3.2.1.4 Medición.....	31
3.2.2 Hundimiento	32
3.2.2.1 Definición	32
3.2.2.2 Posibles causas	32
3.2.2.3 Grado de severidad.....	33
3.2.2.4 Medición.....	33
3.3 Grietas	33
3.3.1 Grietas longitudinales	34

3.3.1.1 Definición	34
3.3.1.2 Posibles causas	35
3.3.1.3 Grado de severidad.....	35
3.3.1.4 Mediciones	35
3.3.2 Grietas transversales.....	36
3.3.2.1 Definición	36
3.3.2.2 Posibles causas	36
3.3.2.3 Grado de severidad.....	37
3.3.2.4 Mediciones	37
3.3.3 Grietas de esquina	38
3.3.3.1 Definición	38
3.3.3.2 Posibles causas	38
3.3.3.3 Grado de severidad.....	39
3.3.3.4 Mediciones	39
3.3.4 Grietas diagonales.....	40
3.3.4.1 Definición	40
3.3.4.2 Posibles causas	40
3.3.4.3 Grado de severidad.....	40
3.3.4.4 Mediciones	41
3.3.5 Grietas sinuosas.....	41
3.3.5.1 Definición	41
3.3.5.2 Posibles causas	42
3.3.5.3 Grado de severidad.....	42
3.3.5.4 Mediciones	42
3.4 Deficiencias de juntas.....	43
3.4.1 Deficiencias del material del sello.....	43
3.4.1.1 Definición	43
3.4.1.2 Posibles causas	44
3.4.1.3 Grado de severidad.....	44

3.4.1.4 Mediciones	45
3.4.2 Despostillamiento	46
3.4.2.1 Definición	46
3.4.2.2 Posibles causas	46
3.4.2.3 Grado de severidad.....	47
3.4.2.4 Mediciones	47
CAPITULO 4.....	49
4 METODOS PARA EL MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE DAÑOS EN PAVIMENTO RÍGIDO	49
4.1 Reparaciones superficiales.....	49
4.1.1 Sellado de juntas.....	49
4.1.2 Sellado de grietas.....	50
4.1.3 Parches superficiales	51
4.2 Reparaciones profundas.....	53
4.2.1 Demolición de losa	53
4.2.2 Demolición de capas interiores del pavimento	55
CAPITULO 5.....	56
5 DESCRIPCIÓN DE LAS VÍAS Y METODOLOGÍA APLICADA EN LA IDENTIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EXISTENTES EN LAS VÍAS DE ESTUDIO, SOLUCIONES Y ANÁLISIS DE COSTOS PROPUESTO	56
5.1 Datos generales de las vías en estudio	56
5.2 Estado de la capa de rodadura.....	59
5.2.1 Baches	62
5.2.2 Losas Subdivididas.....	63
5.2.3 Grietas longitudinales	64
5.2.4 Grietas transversales.....	66
5.2.5 Grietas de esquina	67
5.2.6 Grietas diagonales.....	68
5.2.7 Grietas sinuosas	69
5.2.8 Deficiencia de juntas	70

5.3 Soluciones planteadas para el mantenimiento	75
5.3.1 Parches superficiales	75
5.3.2 Sellado de juntas	78
5.3.3 Relleno de grietas.....	78
5.3.4 Mantenimiento de espaldones.....	79
5.4 Análisis de costos para las soluciones propuestas.....	80
5.4.1 Descripción de rubros propuestos	80
5.4.2 Análisis de precios unitarios	81
5.4.3 Presupuesto referencial de los rubros	82
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-1: Esquema metodológico del proyecto.....	5
Figura 2-1: Tipos de pavimentos.....	8
Figura 2-2: Distribución de esfuerzos de pavimentos flexibles y rígidos.....	9
Figura 2-3: Distribución de la red vial del Ecuador.....	15
Figura 3-1: Clasificación de los tipos de fallas de la capa de rodadura de HCP.....	17
Figura 3-2: Esquema gráfico de baches.....	18
Figura 3-3: Esquema gráfico de bombeo en vías.....	20
Figura 3-4: Esquema gráfico de escalonamiento de losa.....	22
Figura 3-5: Esquema gráfico de fisuramiento por retracción.....	23
Figura 3-6: Esquema gráfico de losas subdivididas.....	25
Figura 3-7: Esquema gráfico de descascaramiento de superficie.....	27
Figura 3-8: Esquema gráfico de pulimiento de la superficie de rodadura.....	29
Figura 3-9: Esquema gráfico de levantamiento de losas.....	30
Figura 3-10: Esquema gráfico de hundimiento de losa fracturada.....	32
Figura 3-11: Esquema de grietas longitudinales en la calzada.....	34
Figura 3-12: Esquema de grietas transversales en la calzada.....	36
Figura 3-13: Esquema de grietas de esquina en la calzada.....	38
Figura 3-14: Esquema de grietas diagonales en la calzada.....	40
Figura 3-15: Esquema de grietas sinuosas en la calzada.....	42
Figura 3-16: Esquema de deficiencia del material de sello en la junta.....	44
Figura 3-17: Esquema de despostillamiento de borde de la junta.....	46
Figura 4-1: Sellado de juntas.....	50
Figura 4-2: Sellado de grietas.....	51
Figura 4-3: Longitud de extensión de la falla.....	52
Figura 4-4: Parche superficial de la capa de rodadura.....	52
Figura 4-5: Demolición total de profundidad de losa.....	55
Figura 5-1: Espesor de la capa de rodadura.....	57
Figura 5-2: Representación de la calzada de la vía.....	58
Figura 5-3: Representación del tramo de estudio.....	59
Figura 5-4: Bache.....	63
Figura 5-5: Losa subdividida.....	64
Figura 5-6: Grieta longitudinal.....	65
Figura 5-7: Grieta transversal.....	67

Figura 5-8: Grieta de esquina	68
Figura 5-9: Grieta diagonal originada a partir de una longitudinal	69
Figura 5-10: Grieta sinuosa	70
Figura 5-11: Deficiencia de sello en junta	71
Figura 5-12: Despostillamiento en junta.....	73
Figura 5-13: Mapeo de los tipos de fallas del tramo de estudio	74
Figura 5-14: Grieta de esquina y descascaramiento.....	76
Figura 5-15: Estado de los espaldones.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 5-1: Baches identificados	62
Tabla 5-2: Cantidad de paños afectados por losas subdivididas según el nivel de severidad	64
Tabla 5-3: Agrupación de grietas longitudinales de acuerdo al nivel de severidad	65
Tabla 5-4: Agrupación de grietas transversales de acuerdo al nivel de severidad	66
Tabla 5-5: Agrupación de grietas de esquina de acuerdo al nivel de severidad	67
Tabla 5-6: Agrupación de grietas diagonales de acuerdo al nivel de severidad	68
Tabla 5-7: Agrupación de grietas sinuosas de acuerdo al nivel de severidad	69
Tabla 5-8: Cantidad de juntas transversales afectadas por deficiencia de material según el nivel de severidad.....	71
Tabla 5-9: Agrupación de juntas longitudinales afectadas por deficiencia de material de acuerdo al nivel de severidad.....	72
Tabla 5-10: Cantidad de paños afectados por despostillamiento según el nivel de severidad	73

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla el estudio de fallas de la capa de rodadura de un tramo de las vías del campus Gustavo Galindo Velasco de la Escuela Superior Politécnica del Litoral mediante el desarrollo metodológico y presentar posteriormente las soluciones para la reparación vial adecuada.

En su primera parte se especifican las propiedades, características y ventajas del pavimento rígido con una capa de rodadura de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP). Se especifica también el mantenimiento vial, el cual comprende conocer las causas que producen los diferentes tipos de fallas, y así proveer los procedimientos del mantenimiento que deberá aplicarse para cada falla.

Luego mediante estudio en campo se identifican, detallan y describen los tipos de fallas que se han producido en el tramo de la vía de estudio el cual comienza desde el rompe velocidades de la Facultad de tecnologías hasta el rompe velocidades frente al Rectorado de ESPOL, con una longitud de 960 metros.

Finalmente, se presentan las posibles soluciones a las fallas o combinación de ellas dependiendo del nivel de severidad del daño, todo esto complementado con un análisis de costos de reparación del tramo.

INTRODUCCIÓN

La construcción de vías de comunicación no termina al abrir al tránsito, sino que conlleva a la prolongación de su uso al pasar de los años. El mantenimiento vial es un factor integral de la vida útil de una carretera, siempre que se efectúe periódica y oportunamente.

Los métodos para realizar el mantenimiento dependen del tipo de pavimento al cual se aplique, siendo éstos pavimentos flexibles, rígidos o articulados.

El tipo de pavimento al cual se hace referencia en este documento es rígido con la particularidad de que la capa de rodadura no es realizada con hormigón convencional, sino con Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP), obteniendo ventajas de rapidez y costos.

En cuanto a la aplicación del tipo de mantenimiento, se localiza y analiza el tipo de daño y grado de severidad que se presenta para posteriormente proponer el método más adecuado al tratamiento de los daños encontrados.

Como caso práctico se estudia la vía principal del campus Gustavo Galindo Velasco de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) ubicado en el kilómetro 30.5 de la vía Perimetral de la ciudad de Guayaquil.

OBJETIVOS

Objetivos generales:

- Conocer de forma práctica los tipos de fallas a los que se ve expuesta la capa de rodadura de pavimento rígido.
- Estudiar las posibles soluciones para las diferentes fallas y deformaciones del pavimento.

Objetivos específicos:

- Obtener información del estado de las vías seleccionadas en el análisis de pavimento rígido.
- Realizar las mediciones de las fallas para conocer la severidad con que ha sido afectada la capa de rodadura.
- Localizar geográficamente las fallas para un análisis de concentración.
- Clasificar las fallas de acuerdo a la información obtenida y los datos recopilados en campo.
- Recomendar posibles soluciones de reparación que más se adecúen al tipo de daño.
- Proporcionar un presupuesto de los procesos de reparación mediante un análisis de costos.

CAPITULO 1

1 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Las vías de comunicación juegan un papel importante en la conexión de grandes, medianas y pequeñas poblaciones, permitiendo el desarrollo económico y social. La infraestructura vial comprende de forma general dos tipos de pavimentos, rígidos y flexibles.

El Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) forma parte de la estructura del pavimento rígido. Tiene su origen en el Hormigón Compactado con Rodillo (HCR), que se empezó a usar en el país en el año de 1991 debido a sus características, tales como: facilidad de colocación, apertura rápida al tráfico, y economía.

Desde 1991 hasta el año de 1999, las obras realizadas con HCR eran de pequeñas magnitudes, pero a partir del año 2000, por la introducción de nuevos equipos, se produjo un cambio a HCP y como

consecuencia se amplió su uso a obras de mayor magnitud como vías de mayor importancia y pistas de aterrizaje. Las características y propiedades del hormigón en HCR y HCP son las mismas.

El mantenimiento forma parte de la vida útil de una vía, al realizarse periódica y oportunamente permite al usuario tener confort durante su circulación.

El mantenimiento de una vía compete al departamento al cual pertenezca directamente la vía e involucra la identificación de los daños y la posterior programación de tiempo, material, equipo, personal capacitado y costos.

1.2 Planteamiento del problema y justificación

El mantenimiento vial comprende la prolongación de la vida útil de cualquier tipo de carretera, así una vez finalizado el trabajo de construcción se realizan estos trabajos periódicamente o en el caso extremo cuando las fallas causen problemas en los usuarios.

Kraemer (2003) dice que los pavimentos, que incluyen la capa de rodadura, son construidos con un tiempo de vida útil y servicio proyectado, pero a lo largo de este período se producen deterioros, ya sean por agentes ambientales o las cargas de tráfico, y es cuando se hace necesario su conservación, mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción.

La prolongación en el tiempo de ejecución de estas obras de mantenimiento tiene consecuencias tanto del aumento de riesgos de sufrir accidentes así como el incremento de costos de reparación. Por cada unidad monetaria que no se invierte en un daño de estado regular, se convertirá en 4 ó 5 unidades monetarias para realizar las acciones a un daño de estado muy malo (SEDESOL, 1992). Entre otros efectos, el malestar e inseguridad se refleja en el usuario por la necesidad de mayor concentración, y considerando también los gastos adicionales que generan a los usuarios por mantenimiento vehicular.

Por lo dicho anteriormente, el mantenimiento vial es la coordinación de mano de obra, equipos y materiales, incluyendo los costos y seguridad preventiva, llevado a cabo en un tiempo determinado de acuerdo a los daños que se presenten en la vía.

En el desarrollo del proyecto se realiza la reparación de fallas que afectan únicamente a la capa de rodadura del pavimento, comprendiendo en forma general, grietas, baches, daños profundos y juntas.

1.3 Metodología del proyecto

La realización del proyecto comprende cuatro fases, que se describen a continuación:

Fase I: Comprende el reconocimiento del problema, es decir determinar la importancia de una vía para un grupo de personas determinado, que en este caso es el estudiantado, docentes y los directivos de la ESPOL.

Fase II: Comprende la identificación de los daños, es decir mediante inspección de campo se recolecta información en cuanto a medidas de longitud, abertura y profundidad de los diferentes tipos de fallas.

Fase III: Comprende la clasificación de las fallas, lo que está ligado a la investigación previa del nivel de severidad determinada para cada tipo de falla identificado.

Fase IV: Comprende la propuesta de reparación y mantenimiento, esto quiere decir que en base al nivel de severidad del daño se describen los procedimientos de reparación y mantenimiento.

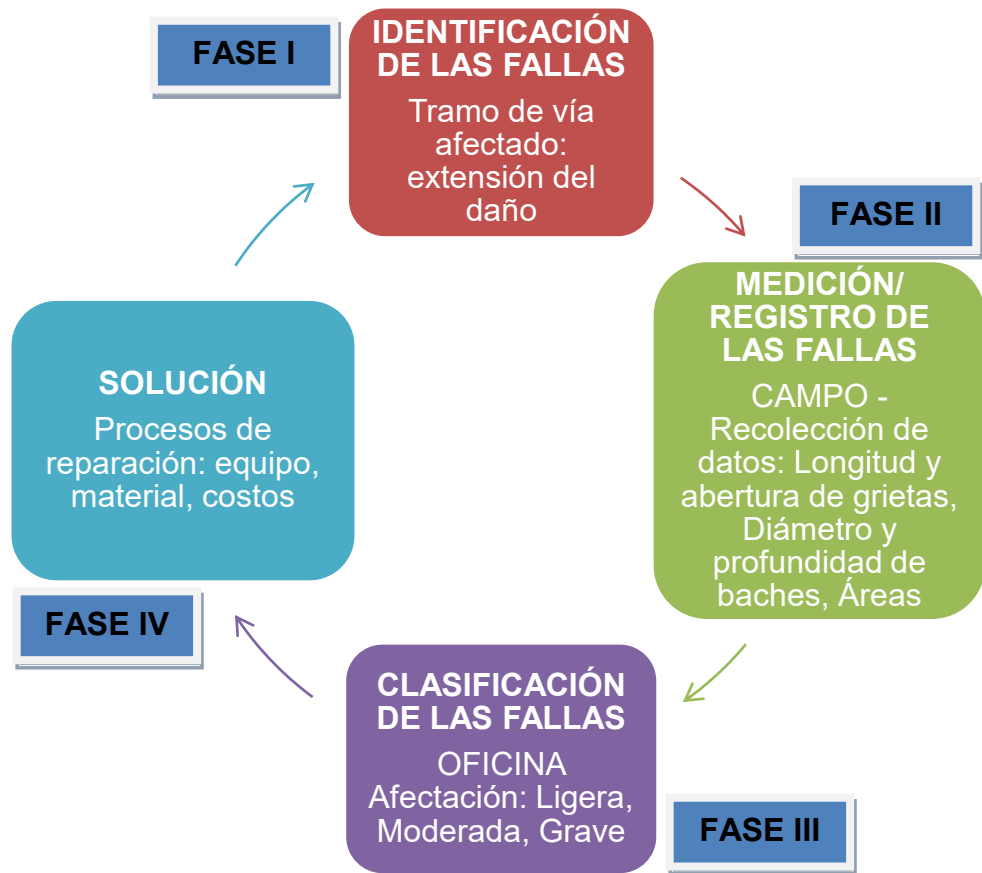


Figura 1-1: Esquema metodológico del proyecto
(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

CAPITULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Pavimento

2.1.1 Definición y clasificación de los pavimentos

Un pavimento es el conjunto de capas colocadas horizontalmente, que se diseñan y construyen técnicamente, respetando normas de colocación y compactación. Estas capas se apoyan sobre la superficie de Sub-Rasante que puede ser en ocasiones terreno natural o material de mejoramiento de acuerdo a las propiedades necesarias del material para resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas del tránsito le transmite durante el periodo para el cual ha sido diseñado el pavimento. (Fonseca, 2002)

Los pavimentos se los clasifican en:

2.1.1.1 Pavimento flexible

Generalmente consiste en una capa bituminosa apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y sub-base.

2.1.1.2 Pavimento rígido

Fundamentalmente consiste en una losa de hormigón hidráulico apoyada sobre la sub-rasante o sobre una capa la cual se la denomina sub-base del pavimento rígido.

2.1.1.3 Pavimento articulado

Está compuesto por una capa de rodadura que está elaborada por adoquines, asentados sobre una capa delgada de arena, la cual a su vez se apoya sobre una capa granular de base, sub-base o sobre la sub-rasante dependiendo de la calidad del material.



Figura 2-1: Tipos de pavimentos

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

2.1.2 Características del pavimento rígido

El pavimento rígido debido a la alta rigidez del concreto, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, los esfuerzos se distribuyen sobre la superficie de rodadura, dando como resultado tensiones muy bajas en las capas inferiores, a diferencia del pavimento flexible en el que la distribución de esfuerzos se distribuye en forma de vulva llegando hasta las capas de base y sub-base.

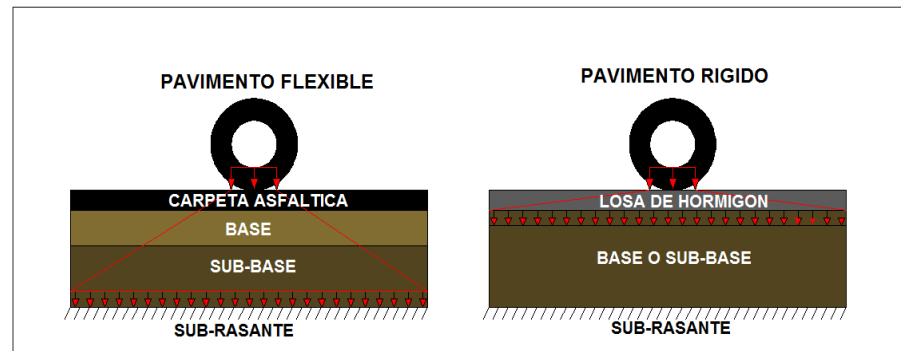


Figura 2-2: Distribución de esfuerzos de pavimentos flexibles y rígidos
(Fuente: Alfonso Montejo Fonseca, 2002)

La losa de hormigón hidráulico o de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) se asienta sobre una capa de base, sub-base o directamente sobre la sub-rasante; se coloca por paños dejando un espacio entre paño y paño llamados juntas que son necesarias para evitar fisuras.

El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado al pavimento flexible con un periodo de vida entre 20 y 40 años a diferencia del pavimento flexible que se considera un periodo de vida entre 10 y 15 años. El pavimento rígido necesita un mantenimiento mínimo.

2.1.3 Superficie de rodadura de pavimento rígido

2.1.3.1 Definición

La capa de rodadura es la superficie por la cual va a circular el tráfico vehicular, estando expuesta

directamente a los esfuerzos ocasionados por los vehículos, distribuyendo estos esfuerzos hacia las capas inferiores del pavimento en una zona muy amplia. La capacidad estructural del pavimento rígido depende directamente de la resistencia de la superficie de rodadura.

2.1.3.2 Tipos de superficies de rodadura de pavimento

rígido

La capa de rodadura del pavimento rígido son creadas a partir de cemento portland, variando sus relaciones agua/cemento y el proceso constructivo para su economía y rendimiento.

2.1.3.2.1 Losa de hormigón hidráulico

Es el tipo más común al hablar de pavimento rígido, esta superficie de rodadura consiste en la elaboración de losas de hormigón hidráulico en conjunto con acero de refuerzo, cuyos paños están unidos mediante juntas para evitar fisuras por retracción y temperatura del hormigón.

2.1.3.2 Hormigón compactado con pavimentadora (HCP)

Este tipo de superficie de rodadura es usada con un menor contenido de agua, disminuyendo la relación agua/cemento, logrando incrementar la resistencia, así como también alcanza un mayor grado de compactación.

El uso del HCP se extiende a la construcción de aeropuertos, puertos, vías principales y secundarias.

2.1.3.3 Principales características y ventajas del HCP

Las principales características del HCP de acuerdo al Centro Técnico del Hormigón (2002), comprende que:

- El hormigón utilizado tiene un poco contenido de agua (relación agua/cemento menor de 0.4).
- El hormigón utilizado se somete a una compactación obteniéndose valores mayores o iguales a 97% de su valor máximo.

- Para lograr su correcta aplicación y compactación se emplea pavimentadoras similares a las utilizadas en el concreto asfáltico.
- En las condiciones detalladas anteriormente, se llega a una resistencia adecuada del hormigón con contenidos inferiores de cemento, al usado en un hormigón convencional.
- El revenimiento en el ensayo del cono de Abrams es cero.
- Todas las demás propiedades igualan o superan a las del hormigón convencional representando un avance para la economía y el desempeño de los pavimentos.
- Vida útil de 40 años.
- Resistencia a la fatiga.

2.1.3.4 Desventajas del HCP

- Estrictos controles al momento de la aplicación, principalmente lo relacionado a la compactación de las capas inferiores.
- Baja manejabilidad del hormigón al momento de su aplicación.

- Proceso de curado muy riguroso para evitar que el bajo contenido de agua se convierta en un problema con la ayuda de los factores climáticos.

2.2 Mantenimiento vial

2.2.1 Definición

El mantenimiento consiste en realizar trabajos para la conservación o recuperación de los elementos de una vía, los cuales se ejecutan rutinariamente o periódicamente. Los procedimientos que competen al mantenimiento de la capa de rodadura varían de acuerdo al tipo de pavimento que esté construido.

2.2.1.1 Mantenimiento rutinario

Implica la ejecución de trabajos menores considerados como repetitivos, es decir la corrección de fallas o deterioros ocasionados el tránsito y/o agentes climáticos. No por ser trabajos menores dejan de ser importantes, ya que evitan la prolongación del deterioro. Son trabajos de prevención. (Secretaría De Comunicaciones y Transporte (SCT), Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General de Conservación de Carreteras, 2012)

Los procedimientos generalmente se realizan mensualmente.

Estas obras incluyen: limpieza de vegetación, limpieza de obras de drenaje, reparaciones puntuales, entre otras. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú, 2006)

2.2.1.2 Mantenimiento periódico

Implica trabajos de mayor tiempo de ejecución, con los cuales se evitan la aparición o agravamiento de daños mayores, y se conserva la integridad estructural de la vía.

Los procedimientos se realizan en tiempos más prolongados, generalmente un año o más.

Estas obras incluyen: reconfiguración de las capas del pavimento, reparación de los diferentes elementos físicos, atención de emergencias viales menores, entre otras. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú, 2006)

2.2.2 Evaluación de daños

En general, las vías están designadas a diferentes entes distribuidos en las siguientes categorías:



Figura 2-3: Distribución de la red vial del Ecuador

(Fuente: INTERVAL, 2004)

Esta distribución permite reconocer a quién compete la ejecución de obras de mantenimiento vial. La evaluación de daños se obtiene mediante recorridos e inspección visual realizados por las entidades respectivas, obteniéndose un informe del estado de la vía.

Posteriormente se especifican los daños encontrados y su grado de afectación para la realización de la reparación y mantenimiento necesario para mantener el servicio en la vía.

CAPITULO 3

3 TIPOS DE FALLAS EN EL PAVIMENTO RÍGIDO CON LOSA DE HORMIGÓN COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP)

Las fallas que se presentan en la losa de hormigón pueden producirse por diversos factores como la acción de las cargas de tránsito, la deficiencia de materiales empleados, o la inadecuada construcción de las capas del pavimento. Las fallas se clasifican de acuerdo a la afectación localizada, de acuerdo a lo siguiente:

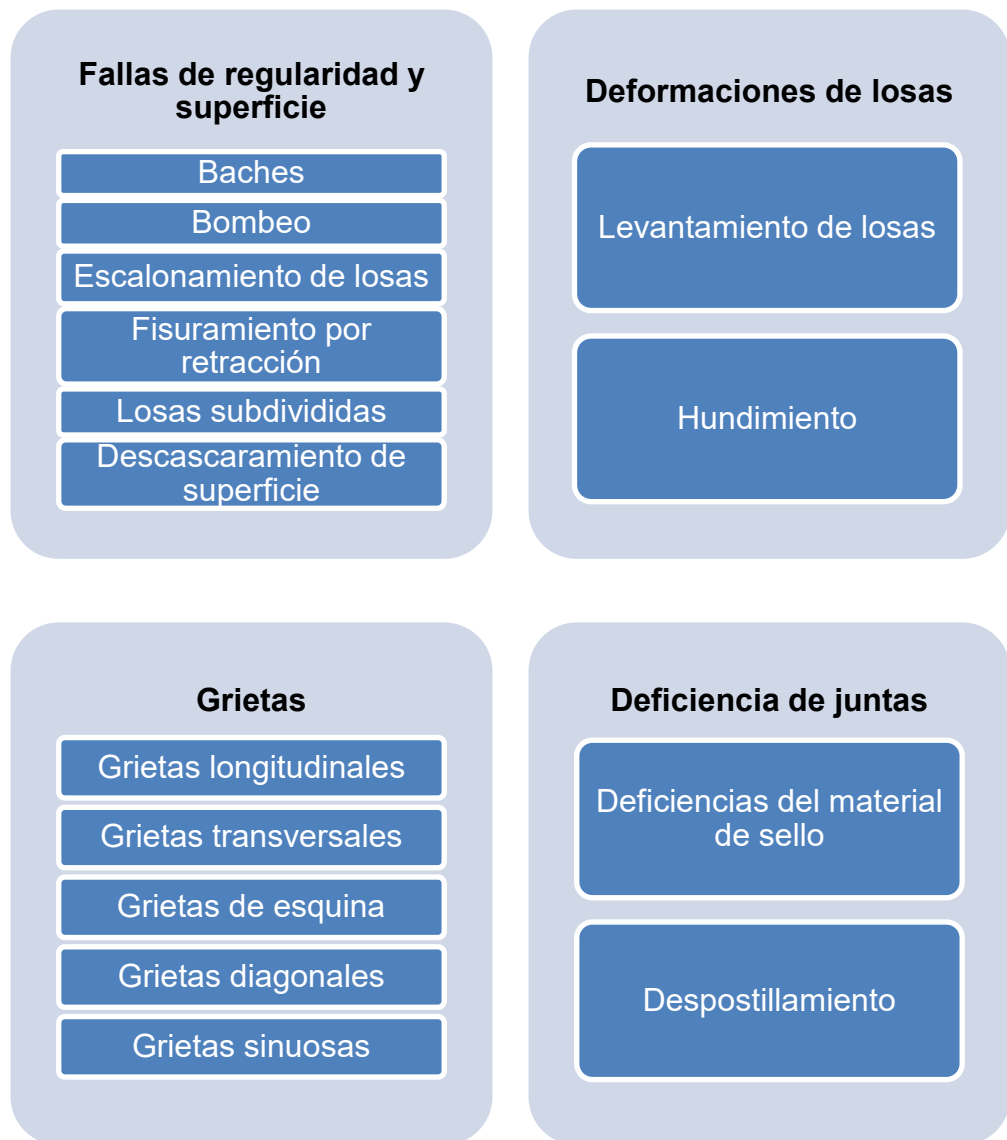


Figura 3-1: Clasificación de los tipos de fallas de la capa de rodadura de HCP.

(Modificado por: Basantes C., Zambrano T., 2013. Fuente: Asociación de productores de cemento ASOCEM, 2000; Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann, 2007)

3.1 Fallas de regularidad y superficie

Son fallas producidas por defectos de forma, originadas principalmente por deficiencia en la construcción.

3.1.1 Baches

3.1.1.1 Definición

Desintegración de la capa de rodadura en zonas específicas normalmente redondeadas, su diámetro varía entre 25 mm y 150 mm, y la profundidad supera los 15 mm (Consejo De Directores De Carreteras De Iberia E Iberoamérica, 2002).

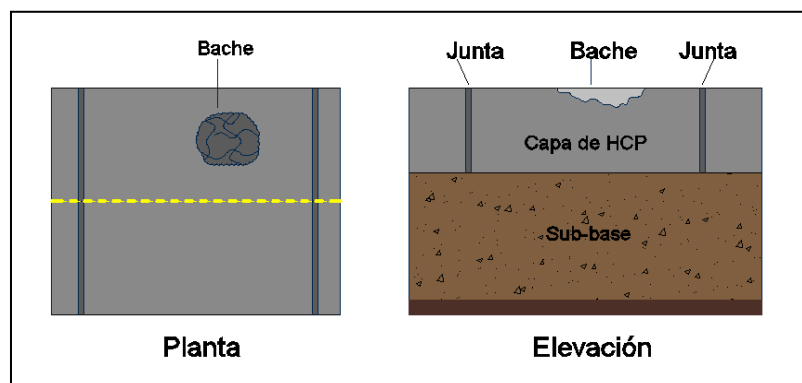


Figura 3-2: Esquema gráfico de baches

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.1.1.2 Posibles causas

- Deficiente calidad de material de sub-base.
- Debilidad de la capa de rodadura por combinación de fallas.

- Mala reparación de roturas del pavimento.
- Hormigón poco homogéneo.

3.1.1.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000):

- Ligera: Hoyo pequeño, de aproximadamente del porte de un puño.
- Moderada: Hoyo más grande y profundo que el anterior.
- Grave: Hoyos de más de 15 cm. de diámetro y 10 cm. de profundidad.

3.1.1.4 Medición

Establecer la cantidad (N°) de baches, y la superficie (m²).

3.1.2 Bombeo

3.1.2.1 Definición

Por acción del agua bajo la losa de hormigón, se produce la expulsión de material (finos) en suspensión a

través de juntas o grietas debido a la presión generada por la acción de las cargas.

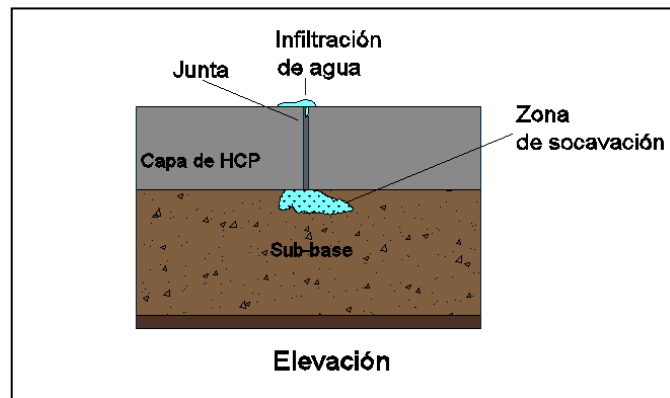


Figura 3-3: Esquema gráfico de bombeo en vías
(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.1.2.2 Posibles causas

- Material susceptible a erosionarse en los componentes de la sub-base.
- Disponibilidad de agua por infiltración en las capas bajo la losa.
- Deflexiones excesivas en bordes y esquinas.

3.1.2.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000):

- Ligera: Expulsión del agua, sin finos, a través de las juntas, por acción del tráfico.
- Moderada: Escasa expulsión de agua con material fino, a través de juntas o fisuras, esto puede observarse en la superficie del pavimento.
- Grave: Importante cantidad de material bombeado a través de juntas o grietas, se observa en la superficie del pavimento.

3.1.2.4 Medición

Establecer el número (N°) de juntas y grietas, y la longitud (m) transversal medida desde el borde del pavimento, donde ocurre el problema.

3.1.3 Escalonamiento de losas

3.1.3.1 Definición

Desnivel que se produce entre dos superficies del pavimento, en juntas o grietas.

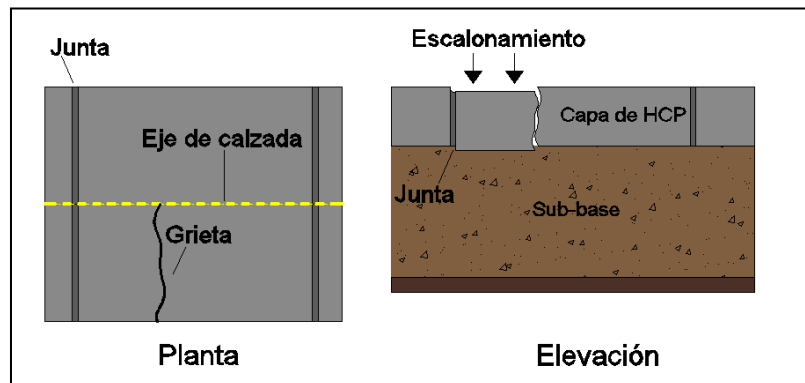


Figura 3-4: Esquema gráfico de escalonamiento de losa

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.1.3.2 Posibles causas

- Deficiente capacidad de soporte de la sub-rasante.
- Erosión de la sub-base en las inmediaciones de junta o grieta.
- Drenaje insuficiente.
- Asentamiento diferencial.

3.1.3.3 Grado de severidad

Se establece el grado de severidad según la altura del desnivel (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000):

- Ligera: Desnivel de 3 mm a 6 mm
- Moderada: Desnivel de 6 mm a 13 mm
- Grave: Desnivel de más de 13 mm

3.1.3.4 Medición

Se establece el número (N°) de juntas o grietas con escalonamiento y la altura de desnivel (mm). Se puede considerar estas mediciones por tramos.

3.1.4 Fisuramiento por retracción

3.1.4.1 Definición

Se forman fisuras limitadas en la superficie de la losa, de longitud de 20 a 100 cm. Se orientan en sentido longitudinal las fisuras de mayor dimensión, unidas por fisuras más finas aleatorias.

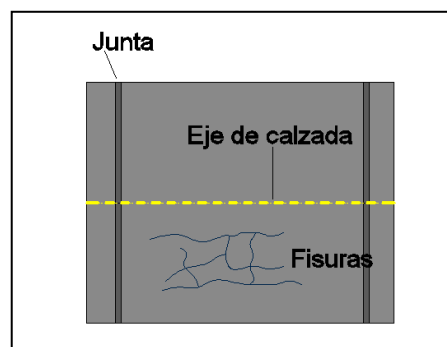


Figura 3-5: Esquema gráfico de fisuramiento por retracción

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.1.4.2 Posibles causas

- Curado inapropiado del hormigón.
- Contracción del concreto por secado prematuro.

- Exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie.

3.1.4.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Consejo De Directores De Carreteras De Iberia E Iberoamérica, 2002):

- Ligera: Fisuras claramente visibles tipo malla, bordes sin descascarar.
- Moderada: Fisura claramente visible con algunas zonas descascaradas (menos del 10% de la superficie).
- Grave: Agrietamiento y descascaramiento (10% o más de la superficie).

3.1.4.4 Medición

Se identifica la superficie (m²) con daño, por cada nivel de severidad.

3.1.5 Losas subdivididas

3.1.5.1 Definición

Se produce fractura de la losa de HCP en forma de malla, combinado grietas transversales y/o diagonales y longitudinales.

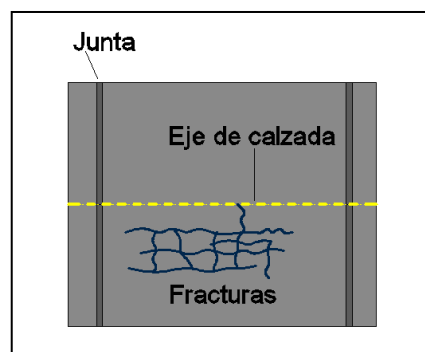


Figura 3-6: Esquema gráfico de losas subdivididas

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.1.5.2 Posibles causas

- Fatiga del concreto acompañado del deterioro del apoyo bajo la capa de HCP debido a erosión.
- Juntas contaminadas con material incompresible, no permitiendo la expansión por temperatura.
- Inadecuado diseño de juntas.

3.1.5.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Kauffmanm, 2007):

- Ligera: El área afectada está dividida en 4 o 5 partes, y la severidad de la fisura o grieta que limita la malla es ligera.
- Moderada: El área afectada está dividida entre 6 a 8 partes, y la severidad de la fisura o grieta que limita la malla es moderada.
- Grave: El área afectada está dividida en más de 8 partes y la severidad de la fisura o grieta que limita la malla es grave.

3.1.5.4 Medición

Se establece el numero (N°) de losas afectadas, por cada nivel de severidad. Si la severidad es moderada o alta, se descartan otros tipos de fallas.

3.1.6 Descascaramiento de superficie

3.1.6.1 Definición

Es la delaminación o desprendimiento de pequeños trozos de concreto de la superficie de la losa, la

profundidad puede alcanzar de 5 a 15 mm (Kauffman, 2007).

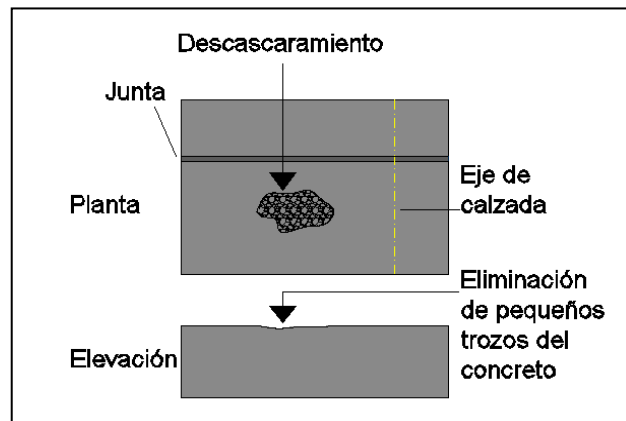


Figura 3-7: Esquema gráfico de descascaramiento de superficie

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.1.6.2 Posibles causas

- Pueden originarse a partir de fisuras capilares, las cuales se forman como consecuencia de un exceso de acabado del concreto produciéndose exudación (sangrado) del mortero y agua.
- Estas fisuras ocasionan debilidad de la superficie ante los cambios de temperatura ambientales.

3.1.6.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Kauffmanm, 2007):

- Ligera: Presencia de fisuras capilares en la superficie de la losa, sin descascaramiento.
- Moderada: Presencia de descascaramiento en menos del 10% del área de la losa.
- Grave: Presencia significativa de descascaramiento, afecta más del 10% del área de la losa.

3.1.6.4 Medición

Se mide de acuerdo al número (N°) de losas afectadas, totalizando el número de losas con fallas según el nivel de severidad.

3.1.6 Pulimiento de la superficie

3.1.6.1 Definición

La superficie de rodadura es excesivamente lisa debido al pulimiento de los agregados, lo cual ocasiona reducción considerable de la adherencia con las llantas.

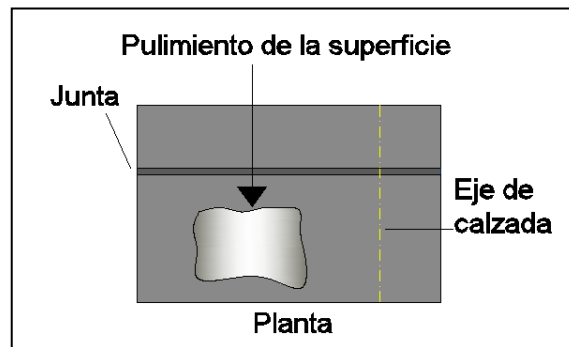


Figura 3-8: Esquema gráfico de pulimiento de la superficie de rodadura

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.1.6.2 Posibles causas

- La principal causa es el tránsito vehicular, el cual produce desgaste superficial de los agregados particularmente cuando el hormigón es de pobre calidad.

3.1.6.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce no se define por niveles de severidad, sino solo se notifica el daño. (Kauffman, 2007)

3.2.1.4 Medición

Se mide de acuerdo al área (m^2) afectada, en caso de requerirse.

3.2 Deformaciones de losas

3.2.1 Levantamiento de losas

3.2.1.1 Definición

Levantamiento abrupto de la superficie de la losa localizada a ambos lados de una junta o grieta transversal, ocasionando generalmente rotura en esta losa (Consejo De Directores De Carreteras De Iberia E Iberoamérica, 2002).

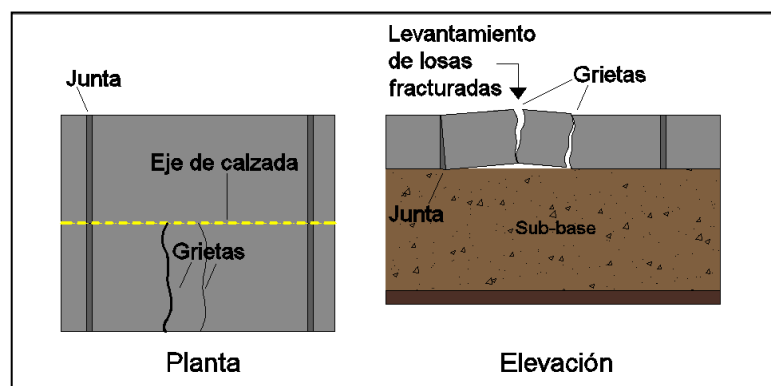


Figura 3-9: Esquema gráfico de levantamiento de losas

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.2.1.2 Posibles causas

- Restricción a la expansión de las losas.
- Fuerzas de compresión debido a la restricción, sobre el plano de la junta o grieta. Estas fuerzas pueden ser no

perpendiculares al plano de la junta, o con excentricidad.

3.2.1.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Kauffmanm, 2007):

- Ligero: Considerando la comodidad durante el manejo, se percibe baja incidencia a velocidad de operación promedio.
- Moderado: Considerando la comodidad durante el manejo, se percibe incomodidad y se obliga a disminuir la velocidad de circulación.
- Grave: Considerando la comodidad durante el manejo, se percibe saltos del vehículo, que desencadenan una sustancial incomodidad, inseguridad, daños, y se hace necesario la disminución drástica de la velocidad de circulación.

3.2.1.4 Medición

Se mide de acuerdo al número (N°) de losas afectadas y según el grado de severidad, considerando:

- Levantamiento en grieta cuenta como una losa afectada.
- Levantamiento en junta cuenta como dos losas afectadas.

3.2.2 Hundimiento

3.2.2.1 Definición

Descenso de la superficie de un área localizada del pavimento, generalmente acompañado de fisuras.

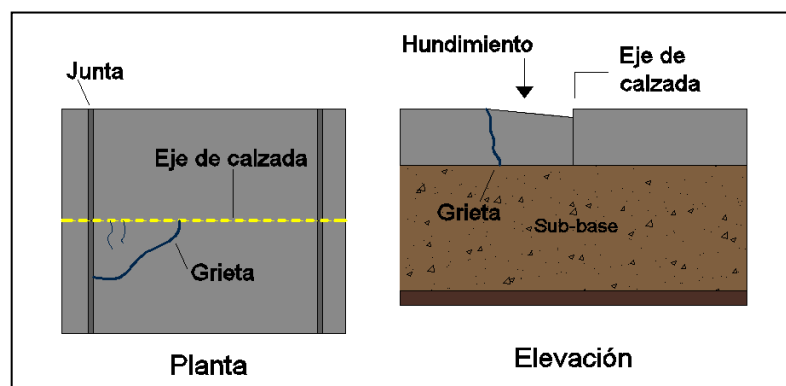


Figura 3-10: Esquema gráfico de hundimiento de losa fracturada

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.2.2.2 Posibles causas

- Asentamientos en la sub-rasante debido a la falta de compactación, por acción del agua infiltrada.
- Deficiencia en procesos de construcción de la losa de HCP.

3.2.2.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Kauffmanm, 2007):

- Ligera: El hundimiento causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.
- Moderada: El hundimiento causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.
- Grave: El hundimiento causa un excesivo salto, siendo necesaria la reducción de velocidad.

3.2.2.4 Medición

Puede medirse de acuerdo al área (m²) afectada, número (N°) de losas afectadas, o por el número de daños observados. Separando de acuerdo a la severidad.

3.3 Grietas

Las grietas se definen como la separación de las losas en dos o más partes, generadas por la contracción del concreto, expansión de la losa de pavimento, fallas del suelo bajo la fundación, acción de tráfico, falta de juntas de contracción, expansión o construcción. La

profundidad de las grietas se extiende entre 0,5 y 0,65 cm de la superficie o bien en todo el espesor de la losa.

Las condiciones ambientales como la humedad y la temperatura, pueden ser las causantes de la expansión o contracción no previstas en el diseño. Por otro lado, el material bajo la capa de hormigón de HCP puede afectarse por acción del lavado de material fino y causar zonas de debilidad para la rotura del concreto.

Las grietas, se han dividido de acuerdo a la ubicación, origen, orientación y forma en los siguientes tipos: Grietas longitudinales, transversales, de esquina, diagonales, de restricción.

3.3.1 Grietas longitudinales

3.3.1.1 Definición

Son grietas que se forman paralelas al eje del pavimento.

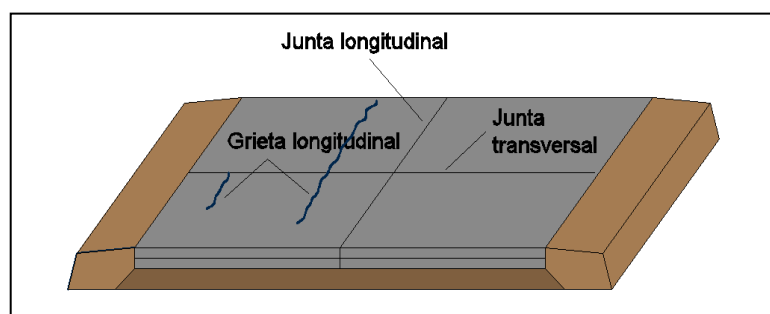


Figura 3-11: Esquema de grietas longitudinales en la calzada

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.3.1.2 Posibles causas

- Por aserrado tardío de juntas.
- Por fatiga del hormigón por insuficiente espesor de la capa de HCP, o por separación excesiva de juntas.
- Grietas reflejadas de capas adyacentes o interiores.
- Asentamientos diferenciales.

3.3.1.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000) y (Consejo De Directores De Carreteras De Iberia E Iberoamérica, 2002):

- Ligera: De 1 mm a 10 mm de ancho, escalonamiento imperceptible.
- Moderada: De 11 mm a 25 mm de ancho, escalonamiento < 15 mm.
- Grave: De más de 25 mm de ancho con astillamiento y/o escalonamiento > 15 mm.

3.3.1.4 Mediciones

Este tipo de daño es medido en número (Nº) de losas afectadas, totalizando según el nivel de severidad

(predomina el mayor nivel). También se miden determinando la longitud (m) de las grietas, se obtiene la longitud total agrupándolas por el nivel de severidad.

3.3.2 Grietas transversales

3.3.2.1 Definición

Son grietas que se presentan perpendiculares al eje de la calzada.

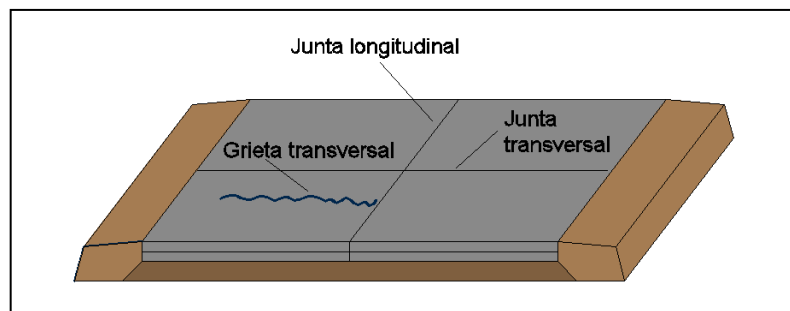


Figura 3-12: Esquema de grietas transversales en la calzada

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.3.2.2 Posibles causas

- Por aserrado tardío de juntas, o poca profundidad.
- Por fatiga del hormigón por insuficiente espesor de la capa de HCP, o por separación excesiva de juntas (daños en la parte media de la losa).
- Bajo soporte de la sub-rasante.

- Pérdida de soporte por acción de bombeo (lavado de finos) de la capa bajo el hormigón de HCP.
- Grietas reflejadas de capas adyacentes o interiores.

3.3.2.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000):

- Ligera: De 1 mm a 10 mm de ancho, sin astillamiento o desnivel, o desnivel imperceptible.
- Moderada: Grietas simples o múltiples de 11 mm a 25 mm de ancho con ligero a notorio astillamiento o desnivel.
- Grave: Grietas simples o múltiples de más de 25 mm de ancho con astillamiento, desnivel > 6 mm y, detritos atrapados en ellas.

3.3.2.4 Mediciones

Este tipo de daño es medido en número (N°) de losas afectadas, totalizando según el nivel de severidad (predomina el mayor nivel). También se miden

determinando la longitud (m) de las grietas, se obtiene la longitud total agrupándolas por el nivel de severidad.

3.3.3 Grietas de esquina

3.3.3.1 Definición

Son grietas que se forman en las esquinas de los paños, es decir intersecan las juntas transversales con las longitudinales o el borde del paño. El tamaño de los lados del triangulo generalmente es 0.3 m y no mayor a 0.6 m. (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000)

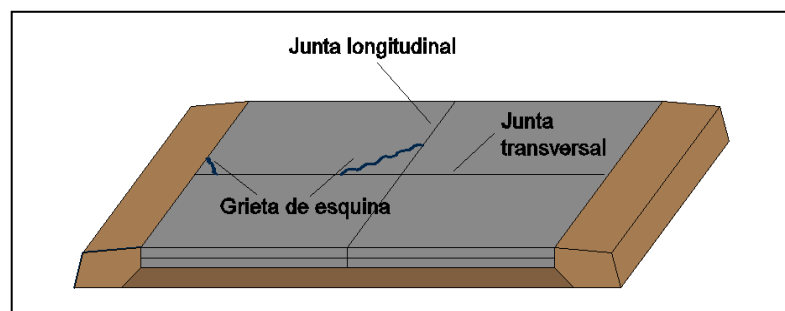


Figura 3-13: Esquema de grietas de esquina en la calzada

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.3.3.2 Posibles causas

- Bajo soporte de la sub-rasante.
- Concentración de esfuerzos.

- Acción de las cargas de tránsito sobre las esquinas sin soporte o concentración de esfuerzos debido a alabeo de la losa.
- Pérdida de soporte por erosión.

3.3.3.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Consejo De Directores De Carreteras De Iberia E Iberoamérica, 2002), (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000):

- Ligera: De 1 mm a 10 mm de ancho, el trozo de la esquina está completo.
- Moderada: De 11 mm a 25 mm de ancho, el trozo de la esquina está completo.
- Grave: De más de 25 mm de ancho con astillamiento o desnivel. El trozo de la esquina está quebrado en dos o más partes.

3.3.3.4 Mediciones

Este tipo de daño es medido en número (N°) de losas afectadas, totalizando según el nivel de severidad (predomina el mayor nivel). También se miden

determinando la longitud (m) de las grietas, se obtiene la longitud total agrupándolas por el nivel de severidad.

3.3.4 Grietas diagonales

3.3.4.1 Definición

Son grietas que se producen diagonal al eje central de la vía.

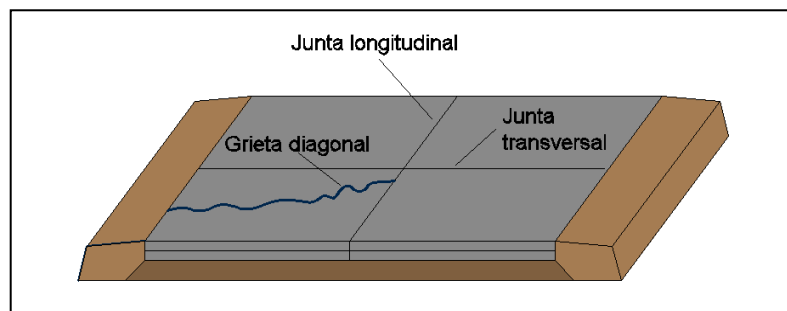


Figura 3-14: Esquema de grietas diagonales en la calzada

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.3.4.2 Posibles causas

- Bajo soporte de la sub-rasante.
- Acción de las cargas de tránsito sobre los extremos de losas sin soporte por acción del bombeo.

3.3.4.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo

siguiente (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000):

- Ligera: De 1 mm a 10 mm de ancho, no hay despostillamiento.
- Moderada: De 11 mm a 25 mm de ancho, ligero despostillamiento y desnivel.
- Grave: De más de 25 mm de ancho con despostillamiento severo y/o desnivel.

3.3.4.4 Mediciones

Este tipo de daño es medido en número (N°) de losas afectadas, totalizando según el nivel de severidad (predomina el mayor nivel). También se miden determinando la longitud (m) de las grietas, se obtiene la longitud total agrupándolas por el nivel de severidad.

3.3.5 Grietas sinuosas

3.3.5.1 Definición

Son grietas que se prolongan de forma curva a través de la línea de tránsito, y ocurren generalmente a partir de una grieta longitudinal.

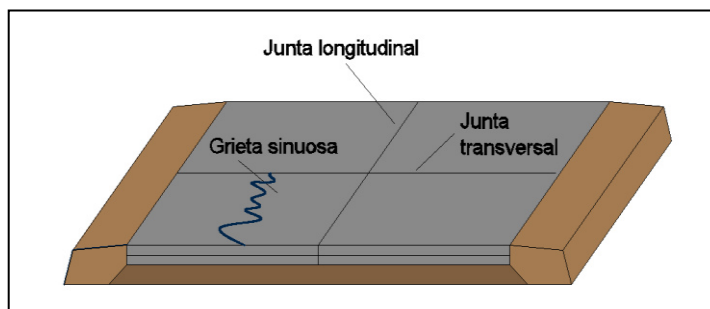


Figura 3-15: Esquema de grietas sinuosas en la calzada
(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.3.5.2 Posibles causas

- Asentamientos producidos en la sub-rasante.
- Problemas de drenaje.

3.3.5.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Asociación de Productores de Cemento ASOCEM, 2000):

- Ligera: Menos de 1 mm de ancho.
- Moderada: De 1 mm a 25 mm de ancho.
- Grave: Mayor a 25 mm de ancho con astillamiento o desnivel.

3.3.5.4 Mediciones

Este tipo de daño es medido en número (N°) de losas afectadas, totalizando según el nivel de severidad

(predomina el mayor nivel). También se miden determinando la longitud (m) de las grietas, se obtiene la longitud total agrupándolas por el nivel de severidad.

3.4 Deficiencias de juntas

Las juntas son importantes para la duración de un pavimento ya que permite la libre contracción y expansión de las losas, por lo tanto la conservación y la reparación periódica son decisivas para la vida útil de la obra.

El mal funcionamiento de las juntas se debe a las siguientes fallas:

3.4.1 Deficiencias del material del sello

3.4.1.1 Definición

El material de sello de las juntas transversales o longitudinales presenta alguna condición que permita el ingreso de material o infiltración de agua, causando deterioros en el concreto y en el material bajo ésta.

El material incompresible en la junta no permite la libre expansión del concreto expuesto a temperaturas altas.

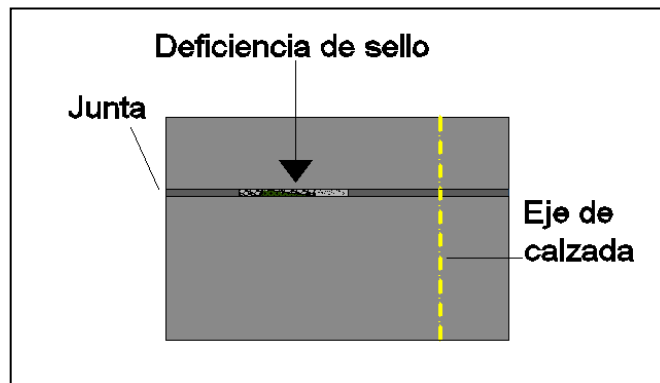


Figura 3-16: Esquema de deficiencia del material de sello en la junta

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.4.1.2 Posibles causas

- Pérdida del material de sello.
- Pérdida de adherencia concreto/sello.
- Movimiento excesivo entre las losas.
- Falta de cohesión del material de sello.
- Extrusión de sello.
- Contaminación de sello por material extraño.
- Material de sello de mala calidad.

3.4.1.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Consejo De Directores De Carreteras De Iberia E Iberoamérica, 2002), (Kauffmann, 2007):

- Ligera: El material de sello se encuentra en buena condición, o con defectos del sello en poca longitud sin que afecte la infiltración de material incompresible. Puede considerarse también el daño en menos del 5% de la longitud de la junta.
- Moderada: El material de sello se encuentra en regular condición, o con defectos del sello en una longitud mayor que la anterior. Puede considerarse también el daño entre el 5% y 25% de la longitud de la junta.
- Grave: El material de sello se encuentra en mala (pobre) condición en toda la longitud de la junta o en una longitud mayor que la anterior, y los defectos pueden ser uno o más. Puede considerarse el daño en más del 25% de la longitud de la junta.

3.4.1.4 Mediciones

Juntas transversales: Se define el número (N°) de juntas deterioradas según el grado de severidad.

Juntas longitudinales: Se mide la longitud (m) deteriorada y total, según el grado de severidad.

3.4.2 Despostillamiento

3.4.2.1 Definición

Rotura, desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.60 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia. Esta falla no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intersecan la junta en ángulo.

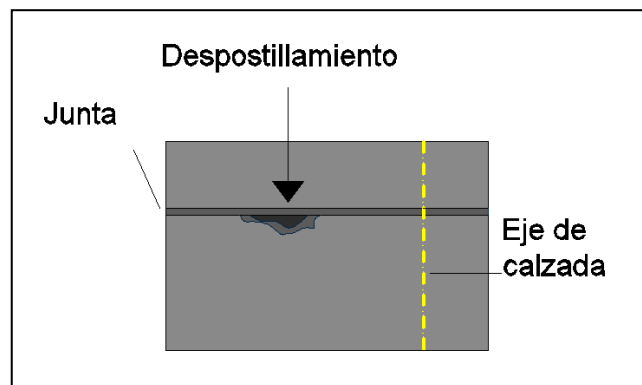


Figura 3-17: Esquema de despostillamiento de borde de la junta

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

3.4.2.2 Posibles causas

- Tensiones excesivas en las juntas causadas por la carga de tránsito y/o juntas contaminadas con material incompresible.
- Bordes sentados por la ejecución de las juntas.
- Acumulación de agua a nivel de las juntas.

3.4.2.3 Grado de severidad

El daño o falla que se produce puede comprenderse mediante el grado de severidad de acuerdo a lo siguiente (Kauffmanm, 2007):

- Ligera: Fracturas se extienden no más de 8 cm a cada lado de la junta, con imperceptible o nula remoción de piezas astilladas.
- Moderada: Fracturas se extienden en más de 8 cm a cada lado de la junta, con remoción parcial o total de piezas astilladas pero en una profundidad menor que 25 mm.
- Grave: Fracturas se extienden en más de 8 cm a cada lado de la junta, con remoción total de piezas astilladas y alcanzan una profundidad mayor que 25 mm.

3.4.2.4 Mediciones

Se miden de acuerdo al número de juntas afectadas con cada nivel de severidad, y se expresa finalmente en número (N°) de losas afectadas, considerando:

- Si el despostillamiento afecta un solo borde de la losa, se contabiliza como una losa.

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

CAPITULO 4

4 METODOS PARA EL MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE DAÑOS EN PAVIMENTO RÍGIDO

4.1 Reparaciones superficiales

Las reparaciones superficiales son producidas en la superficie de rodadura sin involucrar las capas inferiores.

Para realizar este tipo de reparaciones, primero se localizan y analizan los daños y nivel de severidad. Durante la ejecución de las obras de reparación se debe incorporar medidas de prevención y seguridad.

4.1.1 Sellado de juntas

El sellado de juntas se realiza para evitar filtraciones de agua y lavado de finos de las capas interiores. Anteriormente se lo

recomendaba solamente en las juntas del pavimento pero actualmente se lo realiza además en las uniones de las bermas con la losa. Un sellado de juntas se lo realiza primero escogiendo el material adecuado para el sello, para esto se debe considerar entre otros, el tiempo que de vida útil deseado, tipo de junta y dimensiones y datos del clima.



Figura 4-1: Sellado de juntas

(Fuente: Sánchez Acevedo I., 2011)

4.1.2 Sellado de grietas

La reparación de fisuras y grietas en la superficie comprende el sellado con material bituminoso con el fin de evitar la propagación y deterioro mayor de la calzada. Este proceso se realiza siempre que la abertura de cualquier tipo de grieta no

sea excesiva o esté combinada con descascaramiento y/o despostillamiento y otros daños.



Figura 4-2: Sellado de grietas

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

4.1.3 Parches superficiales

La presencia de baches en la superficie de rodadura de forma espaciada y no afectando a toda su profundidad se utiliza el método de parches superficiales que consiste en realizar una superficie de una forma geométrica que permita la facilidad de remoción del material del área afectada, considerando una longitud de extensión de entre 80 y 100 mm más de la zona afectada.

La reparación tiene el objeto de recuperar la estructura y funcionalidad de la capa de rodadura para preservar la estructura.

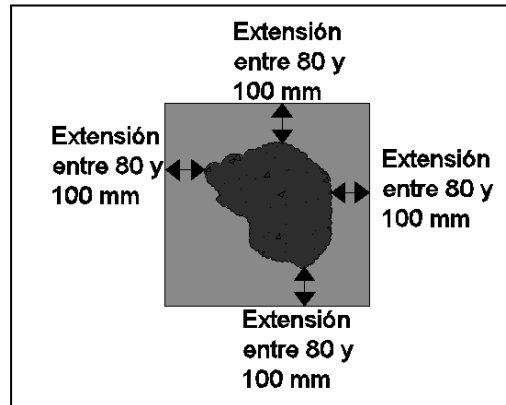


Figura 4-3: Longitud de extensión desde la falla

(Fuente: Kauffmann, 2007)

Este tipo de mantenimiento se aplica también a las grietas, generalmente de esquina, cuyo daño se ha combinado con otras fallas como descascaramiento, despostillamiento de juntas, hundimiento de partes de losa, entre otras.



Figura 4-4: Parche superficial de la capa de rodadura

(Fuente: Kauffmann, 2007)

4.2 Reparaciones profundas

Este método de reparaciones consiste en la remoción de una o varias capas del pavimento. Cuando es necesario recurrir a este tipo de reparaciones es porque existen deformaciones grandes que involucran a las capas inferiores a la superficie de rodadura, debido a la presencia de vacíos.

Estos daños involucran costos más altos que las reparaciones superficiales, por el empleo de maquinaria necesaria para realizar correctamente el trabajo.

4.2.1 Demolición de losa

La demolición de losas se la realiza cuando las losas presentan, baches, hundimiento y otros daños como fisuras que causan desintegración que afecta a más de $1/3$ del espesor de la losa. Por lo cual es necesario demolerlas y colocar una nueva losa sobre las capas interiores del pavimento, siempre y cuando se verifique el buen estado de ellas.

El procedimiento general comprende lo siguiente:

1. Las dimensiones del parche que se realizará debe tener el ancho del carril en dirección transversal y en la dirección longitudinal de 1,80 a 3,00 metros.
2. Se delimita el área a repararse.

3. Para que no se produzcan daños en las zonas adyacentes a la delimitada, se realizan cortes con sierra en el perímetro.
4. Se procede a la demolición con el uso de martillo neumático, y/o el ripper de un tractor retirando el material con el uso de herramientas manuales o mecánicas ejemplo una cargadora frontal. Si estos procedimientos han producido daños en la capa granular interna, se deberá reparar con el mismo material adecuadamente compactada.
5. Se debe procurar no causar daños a las losas adyacentes y bermas, o reparar posteriormente en caso de necesitarse.
6. Se coloca el concreto de características igual al existente considerando niveles y especificaciones técnicas correspondientes.
7. Se realiza el curado respectivo y el corte y relleno de juntas donde corresponda.

La losa removida del pavimento también puede ser reemplazada por una base granular cubierta por una carpeta de hormigón asfáltico. La base granular deberá cumplir con las especificaciones del material pétreo, la colocación y compactación.



Figura 4-5: Demolición total de profundidad de losa
(Fuente: Diario La Patria, Manizales- Colombia)

4.2.2 Demolición de capas interiores del pavimento

Para la demolición de las capas de base y/o sub-base debe existir un daño ocasionado profundamente hacia estas capas. Es común observar esto cuando ha existido un lavado de finos, llegando a alterar la granulometría de la capa originando vacíos en el interior y reflejando las irregularidades en la superficie de rodadura, esto se ocasiona por la presencia del agua que es el principal enemigo de las capas del pavimento. Realizar este procedimiento es considerablemente costoso y si se necesita realizar en grandes longitudes, puede ser más económico realizar una vía paralela a la existente.

CAPITULO 5

5 DESCRIPCIÓN DE LAS VÍAS Y METODOLOGÍA APLICADA EN LA IDENTIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EXISTENTES EN LAS VÍAS DE ESTUDIO, SOLUCIONES Y ANÁLISIS DE COSTOS PROPUESTO

5.1 Datos generales de las vías en estudio

El Campus Gustavo Galindo Velasco de la Escuela Superior Politécnica del Litoral se encuentra ubicado en la ciudad de Guayaquil, en el kilómetro 30,5 de la vía Perimetral.

La vía principal del campus es de pavimento rígido con una superficie de rodadura de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) de 13 centímetros de espesor.



Figura 5-1: Espesor de la capa de rodadura

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

Esta vía comunica todas las facultades cubriendo aproximadamente una longitud de 3 kilómetros con dos carriles en cada sentido con un ancho de 3,60 metros por carril separados por un parterre central de 5 metros.

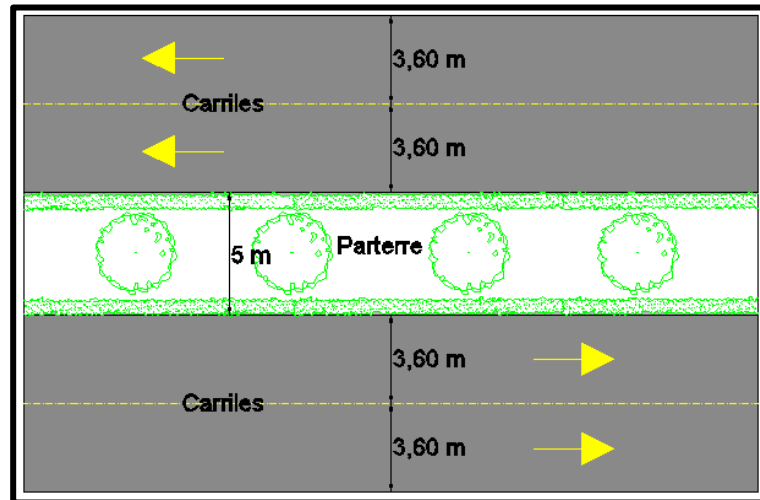


Figura 5-2: Representación de la calzada de la vía
 (Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

El pavimento inicial de las vías de ESPOL estaba formado por una carpeta de rodadura de hormigón asfáltico que, debido al deterioro se reemplazó por una superficie de rodadura con HCP realizado hace 10 años aproximadamente. El tiempo de construcción de la vía actualmente hace que se requiera un mantenimiento adecuado para asegurar el correcto funcionamiento, servicio y vida útil.

El presente estudio considera un tramo de la vía principal del campus, desde el rompe velocidades ubicado en la facultad de tecnologías hasta el rompe velocidades del rectorado por observarse la mayor cantidad de fallas, lo que lo hace una zona estratégica para analizar los daños.

La zona de estudio cubre un kilómetro con dos carriles de 3.60 metros cada uno, compuesto por paños de HCP de 4 metros de longitud separados por juntas de 1 centímetro de abertura, en la zona de estudio se considera aproximadamente un área de 7200 metros cuadrados.

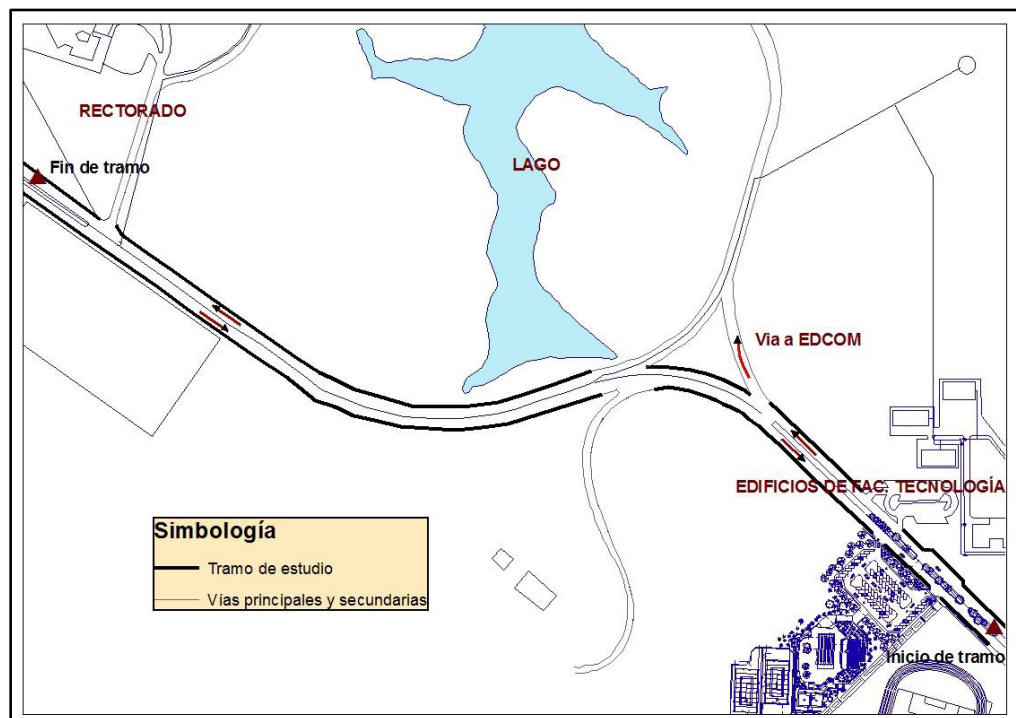


Figura 5-3: Representación del tramo de estudio

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

5.2 Estado de la capa de rodadura

El procedimiento constructivo de rehabilitación –realizado hace 10 años– de las vías principales del campus, específicamente de la capa de rodadura de HCP, no se produjo adecuadamente debido a

limitaciones económicas de la Institución que no permitió contar con maquinaria y material pétreo de acuerdo a lo requerido.

La capa de rodadura de un pavimento ciertamente debe ser colocada sobre una cama de material firme y sin irregularidades, sin embargo por lo dicho anteriormente, ésta se colocó sobre la carpeta asfáltica deteriorada con baches e irregularidades.

Por lo tanto, la vía en estudio presenta un estado tal que la capa de rodadura requiere un mantenimiento para evitar la prolongación de daños leves y/o moderados a graves, pudiendo también llegar a producirse daños críticos y afectar a las capas inferiores del pavimento.

Para la obtención de los datos de campo y posterior procesamiento, se desarrolló la metodología que comprendió lo siguiente:

Fase I: En primer lugar se estableció y limitó el tramo de la vía, la cual inicia en la Facultad de Tecnologías y termina en el Rectorado. Se eligió este tramo de la vía por considerarlo visiblemente más afectado y además porque conducen hasta el núcleo del campus, siendo esto la Administración, Rectorado e incluso la Biblioteca Central.

Fase II: Luego de determinado el tramo de estudio, se procedió a la obtención de los datos de fallas, los cuales consisten en:

- Para grietas longitudinales, transversales, de esquina y sinuosas: Medición de longitudes, medición de aberturas.
- Para baches: Medición de diámetros y profundidad.
- Para losas subdivididas: Contabilización del número de paños afectados, medición de abertura de grieta que limita el área.
- Para juntas transversales: Contabilización del número de juntas.
- Para juntas longitudinales: Medición de longitudes.
- Fotografías.
- Se utilizó un GPS Garmin e-trex venture HC con la finalidad de localizar espacialmente el punto donde se presenta la deformación a analizar.

Fase III: Una vez obtenido los datos de campo, se procesaron para obtener una clasificación de acuerdo a la calificación del grado de severidad de las fallas encontradas. La calificación que se obtiene es de ligera, moderada o grave y está basada en las medidas de longitud, abertura, diámetro y profundidad.

Fase IV: Finalmente, se procede a designar los procedimientos de reparación de acuerdo a los tipos de fallas encontrados y priorizando los daños que afecten en mayor proporción a la vía de estudio.

A continuación se describen los daños encontrados en el tramo de 1 Km estudiado, comprendiendo las fases anteriormente descritas:

5.2.1 Baches

Este tipo de fallas no se observa repetidamente en el tramo de la vía, pero se ha tomado datos de los existentes, para los cuales se considera profundidad y diámetro de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 5-1: Baches identificados

Punto GPS	Y Geográfica	X Geográfica	Diámetro (cm)	Profundidad (cm)
1	-2,1502	-79,9590	25	7
2	-2,1504	-79,9589	50	8
13	-2,1501	-79,9598	105	7
65	-2,1492	-79,9638	20	3



Figura 5-4: Bache

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

De acuerdo a los datos obtenidos, el área afectada por baches es aproximadamente 4,57 metros cuadrados ocupando tan solo el 0,063% del área estudiada. Estos baches se encuentran entre un rango de afectación entre moderado y grave, aunque no presentan grandes profundidades el diámetro es significativo.

5.2.2 Losas Subdivididas

Este tipo de falla se observa en algunas partes de la superficie de rodadura con rangos de severidad entre moderada y grave por sus características, como se detalla en el ANEXO 1. La clasificación según la severidad se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5-2: Cantidad de paños afectados por losas subdivididas según el nivel de severidad

Número total de paños con severidad ligera	0
Número total de paños con severidad moderada	6
Número total de paños con severidad Grave	7

El 5,2% de la superficie del tramo de 1 km de estudio se encuentra afectado, presentando mínimos hundimientos que pueden afectar a futuro las capas inferiores a la losa de HCP ya que permiten la infiltración de agua en épocas de invierno.



Figura 5-5: Losa subdividida

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

5.2.3 Grietas longitudinales

Estas grietas presentan una abertura mínima de 0,5 centímetros y máxima de 2,5 centímetros. Este tipo de falla es el que afecta en mayor cantidad al tramo de estudio, según muestran las observaciones de campo detalladas en el

ANEXO 2. La clasificación según la severidad se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5-3: Agrupación de grietas longitudinales de acuerdo al nivel de severidad

Longitud total de severidad ligera (m)	130,30
Longitud total de severidad moderada (m)	336,02
Longitud total de severidad grave (m)	5,70

Predominan los niveles de severidad entre ligera y moderada, siendo en su mayoría un nivel moderado, lo cual indica que el deterioro se está prolongando.



Figura 5-6: Grieta longitudinal

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

5.2.4 Grietas transversales

Las grietas transversales identificadas tienen una abertura mínima de 0,5 centímetros y máxima de 4,0 centímetros. En el ANEXO 3 se detallan los datos individuales de campo. La clasificación según la severidad se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5-4: Agrupación de grietas transversales de acuerdo al nivel de severidad

Longitud total de severidad ligera (m)	44,31
Longitud total de severidad moderada (m)	44,00
Longitud total de severidad grave (m)	30,65

El nivel de afectación a la superficie de rodadura por grietas transversales está representado por niveles de severidad entre ligera y moderada, considerando el nivel moderado por ser más representativo. El nivel grave muestra también una longitud considerable debido al despostillamiento que se ha generado por diversos factores externos.



Figura 5-7: Grieta transversal

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

5.2.5 Grietas de esquina

Las grietas de esquina identificadas tienen una abertura mínima de 0,8 centímetros y máxima de 20,0 centímetros. En el ANEXO 4 se detallan los datos individuales de campo. La clasificación según la severidad se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5-5: Agrupación de grietas de esquina de acuerdo al nivel de severidad

Longitud total de severidad ligera (m)	7,10
Longitud total de severidad moderada (m)	17,49
Longitud total de severidad grave (m)	50,77

Los niveles de severidad más identificados están entre los rangos de moderada y grave de afectación, predominando el nivel grave debido principalmente a la combinación de la

grietas con el despostillamiento y pérdida del hormigón. Esta combinación de grietas con despostillamiento requiere de un tratamiento diferente al que se aplicaría sólo a una grieta.



Figura 5-8: Grieta de esquina

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

5.2.6 Grietas diagonales

Las grietas identificadas tienen una abertura mínima de 0,5 centímetros y máxima de 4,0 centímetros. En el ANEXO 5 se detallan los datos individuales de campo. . La clasificación según la severidad se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5-6: Agrupación de grietas diagonales de acuerdo al nivel de severidad

Longitud total de severidad ligera (m)	9,54
Longitud total de severidad moderada (m)	10,00
Longitud total de severidad grave (m)	4,03

El rango de severidad está entre ligero y moderado con un total de longitud afectada de 19,54 metros. La severidad moderada y grave se ha prolongado a partir de una grieta ligera debido al despostillamiento de sus bordes.



Figura 5-9: Grieta diagonal originada a partir de una longitudinal
(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

5.2.7 Grietas sinuosas

Estas grietas tienen una abertura mínima de 0,5 centímetros y máxima de 3,0 centímetros. En el ANEXO 6 se detallan los datos individuales de campo. La clasificación según la severidad se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5-7: Agrupación de grietas sinuosas de acuerdo al nivel de severidad

Longitud total de severidad ligera (m)	0,00
Longitud total de severidad moderada (m)	16,10
Longitud total de severidad grave (m)	16,00

El tramo de estudio presenta afectaciones de este tipo entre moderada y grave, con igual proporción, mientras que no se aprecian grietas de ligera afectación.



Figura 5-10: Grieta sinuosa

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

5.2.8 Deficiencia de juntas

El mal funcionamiento de las juntas comprende la deficiencia en el material de sello y el despostillamiento de los bordes de las juntas.

La deficiencia del material de sello está representada principalmente por la presencia de material incompresible introducido en la junta, que para las juntas transversales o de contracción el nivel de severidad que prevalece es moderada afectando al 7,92% del total de juntas en el tramo de estudio.

En el ANEXO 7 se detalla la recolección de datos de campo, cuyo resumen se muestra a continuación:

Tabla 5-8: Cantidad de juntas transversales afectadas por deficiencia de material según el nivel de severidad

Número total de juntas con severidad ligera	36
Número total de juntas con severidad moderada	38
Número total de juntas con severidad grave	15

El porcentaje afectado por el grado ligero es 7,50% y por el grado grave es 3,13% del número total de juntas.

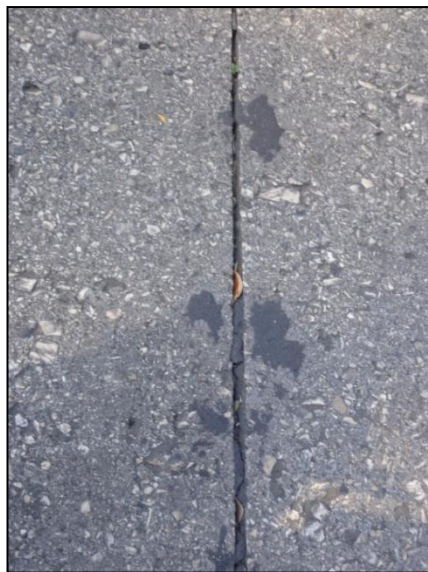


Figura 5-11: Deficiencia de sello en junta

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

En general, este tipo de daño grave afecta muy poco las juntas transversales, considerándose como no esencial el arreglo inmediato, sin embargo por prevención se deben realizar el

mantenimiento adecuado para evitar causar daños a las capas inferiores a la de rodadura.

Por otro lado, las juntas longitudinales presentan un nivel de afectación grave del material de sello con una longitud de 82 metros representado el 4,27% de la longitud total de juntas longitudinales, mientras que la afectación moderada y ligera con menos del 1% del total de longitud. Los resultados de la recolección de datos de campo se detallan en el ANEXO 8, y el resumen se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5-9: Agrupación de juntas longitudinales afectadas por deficiencia de material de acuerdo al nivel de severidad

Longitud total de severidad ligera (m)	2,37
Longitud total de severidad moderada (m)	4,55
Longitud total de severidad grave (m)	82,00

La ausencia del material de sello puede producir posteriores daños en las juntas, como el despostillamiento, el cual afecta en mayor parte con un nivel ligera que representa el 4,81% del número total de losas del tramo de estudio. Esto se detalla en el ANEXO 9 y a continuación se muestra el resumen de resultados:

Tabla 5-10: Cantidad de paños afectados por despostillamiento según el nivel de severidad

Número total de losas con severidad ligera	23
Número total de losas con severidad moderada	7
Número total de losas con severidad grave	0

Las juntas también presentan un nivel moderado de severidad con el 1,46% del número de losas.



Figura 5-12: Despostillamiento en junta
(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

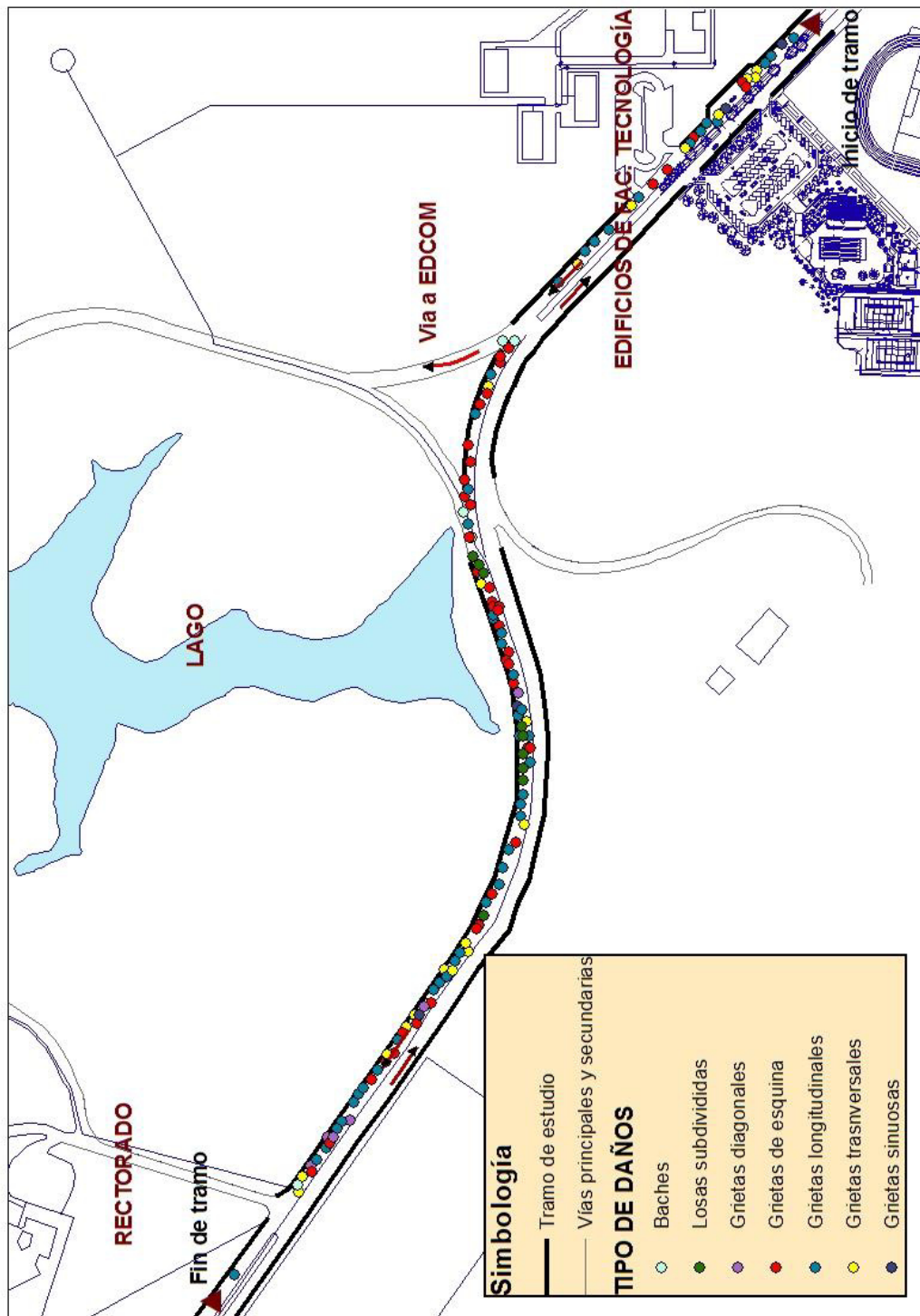


Figura 5-13: Mapeo de los tipos de fallas del tramo de estudio

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

Mediante el mapeo de los daños en el tramo de estudio, se puede localizar y así apreciar claramente cuáles son las fallas que mayormente afectan la vía y complementar lo descrito anteriormente sobre las fallas encontradas. En la Figura 5-13 se observa que las grietas longitudinales se presentan prácticamente a lo largo del todo el tramo y, las grietas de esquina siendo el segundo daño más frecuente, se localizan en su mayoría en la intersección entre la vía hacia/desde EDCOM (Escuela de Diseño y Comunicación Visual) y la vía principal (de estudio).

Las otras fallas se encuentran más dispersas a lo largo del trayecto del tramo.

5.3 Soluciones planteadas para el mantenimiento

De acuerdo con las fallas identificadas y los rangos de severidad en que se han clasificado, a continuación se detalla un listado de posibles soluciones:

5.3.1 Parches superficiales

Este tipo de mantenimiento es recomendable para los baches que se presentan de manera moderada, sin afectar de manera muy considerable es decir hasta $1/3$ el espesor de la losa.

Este método de mantenimiento es recomendable también para losas subdivididas y grietas de esquina con el nivel de severidad grave.

Los parches superficiales se realizan en los tipos de fallas encontradas a lo largo del tramo vial estudiado, siendo baches y también en los daños que combina una grieta con la desintegración del concreto, cuyo daño no se resuelve colocando solo sello.

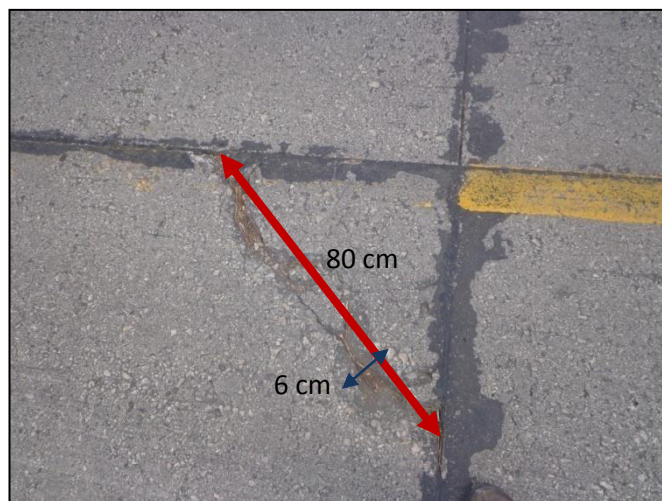


Figura 5-14: Grieta de esquina y descascaramiento

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

En la figura 5-14 se observan dos tipos de deterioros en la esquina de la losa. El descascaramiento y la grieta tienen un grave grado de afectación, lo que indica que se requiere de la reparación mediante parches superficiales.

En general el procedimiento a ejecutarse considera lo siguiente:

1. Se marca el perímetro alrededor del daño mediante un cuadrado o rectángulo.
2. Se efectúa el corte con sierra en el perímetro marcado, de acuerdo al nivel de severidad de la falla el corte mínimo de profundidad es de 40 mm o $1/6$ del espesor de la losa o hasta que quede expuesto el concreto sano. Si la afectación se produce en profundidades mayores que $1/3$ del espesor de la losa se debe realizar una reparación profunda, es decir en todo el espesor de la losa.
3. Se remueve el concreto con herramientas neumáticas livianas, y luego se retiran los escombros con herramientas manuales limpiando completamente el área.
4. Para la unificación de la losa con el concreto nuevo, se coloca un riego bituminoso de adherencia de acuerdo a la sección 405-2 del MTOP.
5. Finalmente se vierte el concreto distribuido uniformemente sobre la superficie, y si es cercano al borde de junta(s) se coloca un inserto incompresible

para evitar la adherencia entre las losas. Se realiza el curado respectivo.

5.3.2 Sellado de juntas

Para colocación del sello en la junta generalmente se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se realiza la remoción completa del sello antiguo con la ayuda de sierras o herramientas manuales.
2. Se realiza la limpieza de la junta de material ajeno con escobillas de acero y luego con aire comprimido.
3. Posteriormente se coloca el sello dentro de la junta de acuerdo a las instrucciones del fabricante. La cantidad de sello que se coloca es solo lo suficiente para llenar la junta hasta entre 4 y 5 mm por debajo de la superficie de la losa para evitar molestias al conductor al momento de la conducción.

5.3.3 Relleno de grietas

El mantenimiento de las grietas superficiales deben realizarse inmediatamente para evitar que se formen fallas mayores y más perjudiciales a las capas del pavimento como:

- Baches
- Bombeo

- Escalonamiento de losas
- Losas subdivididas
- Deformaciones de losas

Es por esta razón que la solución planteada sigue generalmente al siguiente procedimiento:

1. Se limpia el área afectada empleando herramientas manuales adecuadas para la remoción del material ajeno que se haya introducido en la grieta. Se emplean también escobillas de acero.
2. Se coloca el material sellante dentro de la grieta, evitando excesos sobrepuestos.

Con este método más simple y económico se logra un objetivo fundamental que es impedir el ingreso de agua a las capas inferiores del pavimento y como resultado evitar el desarrollo de un daño mayor.

5.3.4 Mantenimiento de espaldones

Los espaldones del pavimento presentan desgaste e inexistencia en algunos casos de material impermeabilizante. Además se deben arreglar el desnivel entre el pavimento y la berma, cuyo valor permitido máximo es 40 mm.



Figura 5-15: Estado de los espaldones

(Fuente: Basantes C., Zambrano T., 2013)

Por las razones detalladas anteriormente se recomienda realizar nuevamente los espaldones con hormigón hidráulico o imprimaciones asfálticas para asegurar la impermeabilidad necesaria para proteger las capas del pavimento, y prolongar la vida útil del pavimento.

5.4 Análisis de costos para las soluciones propuestas

5.4.1 Descripción de rubros propuestos

De acuerdo a las soluciones propuestas y las necesidades que presenta la obra, el análisis de costos presentado se lo ha

dividido en cuatro partes de acuerdo al tipo de actividades a realizarse en cada rubro como se presenta a continuación:

OBRAS COMUNES

- Cerramiento provisional con conos y alquiler de batería sanitaria
- Instalación provisional de agua con alquiler de tanque

OBRAS DE BACHEO

- Remoción de HCP e=4cm
- Limpieza del terreno
- Desalojo de material
- Hormigón y colocación en baches

OBRAS DE SELLADO DE JUNTAS Y GRIETAS

- Remoción de material viejo y limpieza
- Suministro y colocación de material para curado

OBRAS DE ESPALDONES

- Limpieza, desbroce y desalojo
- Reconformación incluye compactación
- Imprimación asfáltica in situ

5.4.2 Análisis de precios unitarios

Los análisis de precios unitarios describen el valor del costo por unidad de obra considerando los equipos, mano de obra, material y transporte empleados en la ejecución de dicho rubro. Para los análisis de equipos y mano de obra se considera el rendimiento de cada maquinaria y/o equipo empleado de acuerdo al tiempo de ejecución de la unidad especificada en el

rubro, así como el rendimiento de cada personal que se ha considerado.

El precio del transporte en algunos rubros no se lo considera porque no existe la necesidad del mismo.

La descripción de herramientas, mano de obra, material y transporte en conjunto con los rendimientos y costos unitarios considerados en cada rubro se detallan en el ANEXO 10.

5.4.3 Presupuesto referencial de los rubros

Con el análisis de precios se elabora el presupuesto general que da como resultado el costo neto de la obra considerando las actividades a ejecutarse.

Las longitudes, áreas y volúmenes descritos en la tabla del presupuesto referencial se han obtenido de los datos obtenidos en campo y mediante criterio propio de los autores de este trabajo. A continuación se detallan los rubros y el costo total obtenido:

Presupuesto referencial del mantenimiento de las vías principales del campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral					
Proyecto: "ANÁLISIS Y SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS DEFORMACIONES DE LA LOSA DE HORMIGÓN COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP) DE PAVIMENTO RÍGIDO. CASO DE ESTUDIO: VÍA PRINCIPAL DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO VELASCO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"					
Fecha Presupuesto : 03/Jul./2013					
Rubro	Descripción del Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
	Obras Comunes				
001	Cerramiento provisional con conos y alquiler de batería sanitaria	global	1	86,67	86,67
002	Instalación provisional de agua con alquiler de tanque	global	1	130,98	130,98
TOTAL DE OBRAS COMUNES					217,65
	Obras de bacheo				
003	Remoción de HCP	m2	92	10,42	958,64
004	Limpieza del terreno	m2	92	5,24	482,08
005	Desalojo de material	m3	5	3,50	17,50
006	Hormigón y colocación en baches	m3	5	110,03	550,15
TOTAL DE OBRAS DE BACHEO					2008,4
	Obras de sellado de juntas y grietas				
007	Remoción de material viejo y limpieza	ml	670	1,53	1025,1
008	Suministro y colocación de material para curado	ml	670	2,32	1554,4
TOTAL DE OBRAS DE SELLADO DE JUNTAS Y GRIETAS					2579,5
	Obras de espaldones				
009	Limpieza, desbroce y desalojo	m2	2000	1,67	3340
010	Reconformación incluye compactación	m2	2000	5,49	10980
011	Imprimación asfáltica in situ	m2	2000	1,18	2360
TOTAL DE OBRAS DE ESPALDONES					16680

Subtotal	21486
Imprevistos (2%)	429,71
Total	21915

CONCLUSIONES

1. Se realizó el estudio de un tramo de 1 Km de la vía principal del campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, se han identificado que los tipos de fallas que afectan la capa de rodadura son: baches, losas subdivididas, grietas longitudinales, grietas transversales, grietas de esquina, grietas diagonales, grietas sinuosas y deficiencia de juntas.
2. Uno de los principales causantes de las fallas encontradas es el proceso de construcción, ya que de acuerdo a las investigaciones realizadas, esta vía fue construida sobre una capa de rodadura existente de Hormigón Asfáltico.
3. Dentro del tipo de grietas, el daño más frecuente encontrado es debido a las grietas longitudinales con un total de 472,02 metros, de las cuales 336,02 metros corresponden al grado moderado de severidad.
4. Dentro del tipo de fallas de regularidad y superficie, el daño más frecuente es debido a losas subdivididas que afectan a una cantidad de 13 losas con un grado moderado y grave. Los baches, por otro lado, se presentan sólo en 4 ocasiones, pero ya con un grado grave no por la profundidad sino por las medidas de diámetros que abarcan.
5. Los daños de las juntas se presentan por deficiencia de material de sello y por despostillamiento. El grado de deficiencia del sello de las

juntas transversales es predominado por la afectación ligera y moderada que en conjunto con el grado ligero afectan el 18,55% del total de juntas del tramo, mientras que de las juntas longitudinales es moderada y grave alcanzando un daño total de 6% de la longitud de estas juntas.

6. Actualmente el tramo de la vía de ESPOL presenta fisuras y grietas que han sido reparadas mediante la colocación de sellos, pero al mismo tiempo se han generado nuevas fallas que necesitan ser reparadas oportunamente.
7. El tipo de soluciones propuestas para los daños identificados consisten en: la colocación de sellos bituminosos en grietas y juntas mediante procesos adecuados y, el reemplazo parcial y/o total de la capa de HCP en áreas puntuales de la vía.
8. De acuerdo a los procesos de reparación de los tipos de fallas identificados, el tramo de 1 Km de longitud tiene un costo de ejecución de obras de \$21915,00
9. El análisis de precios unitarios presentado es referencial para el tramo en estudio, pudiendo ser aplicado para la reparación necesaria del resto de la vía.

RECOMENDACIONES

1. Las fallas superficiales del pavimento así como las de profundidad deben ser tratadas y reparadas a tiempo, a fin de evitar la prolongación y posteriormente ocasionar daños a las capas inferiores del pavimento, lo que involucraría un incremento de costos al momento de una reparación profunda.
2. Se recomienda la reparación inmediata de los daños identificados, principalmente los que se presentan con más frecuencia adicional a un grado de severidad moderada y grave.
3. Es importante realizar periódicamente una inspección del estado de las vías principales y secundarias del campus, para realizar oportunamente una reparación y evitar que el agua que es el principal agente destructor en conjunto con las cargas de tránsito ocasione daños mayores.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado Glower, R., Díaz Larreynaga, G., & Somoza Alvarenga, C. (2004). *Concreto compactado con pavimentadora como alternativa de pavimentación para la red vial de El Salvador*. San Salvador.

Asociación de Productores de Cemento ASOCEM. (2000). *Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos*.

Centro Técnico del Hormigón. (2002). *Nueva Tecnología del Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP)*. Guayaquil.

Consejo De Directores De Carreteras De Iberia E Iberoamérica. (2002). *Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos*. Chile.

Fonseca, A. M. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Gallardo, E. R. (2004). *La utilización de pavimentos de concreto rodillado (PCR) para la construcción de calles y carreteras en Guatemala*. Guatemala.

INTERVAL. (2004). *Jornadas Internacionales de Pavimentos*. Loja, Ecuador.

Kauffmanm, L. A. (2007). *Deterioro de pavimentos rígidos: Metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones*.

Lizcano, F. A. (2003). *Diseño Racional de Pavimentos*. Colombia: Centro Editorial Javeriano CEJA.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes (MOP-001-F 2002)*. Quito.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú. (2007). *Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú. (2006). *Manual Técnico De Mantenimiento Periódico Para La Red Vial Departamental No Pavimentada*. Lima.

Secretaría De Comunicaciones y Transporte (SCT), Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General de Conservación de Carreteras. (2012). *Programa de mantenimiento integral*. México.

SEDESOL. (1992). *Manual técnico de Normas, Seguimiento y Control de Obras de vialidad y transporte urbano*.

ANEXOS

**ANEXO 1: DATOS DE CAMPO DE LOSAS SUBDIVIDIDAS
ENCONTRADAS EN LA VIA**

N° de falla	Número de bloques	Abertura de grieta limite (cm)
1	5	3
2	6	3
3	9	2
4	14	4
5	11	4
6	7	3
7	10	4
8	15	3
9	6	3
10	35	2
11	26	2
12	13	3
13	35	4

Clasificación de acuerdo a las características de la falla:

Grado de severidad	Rangos de partes divididas y grieta limitante	N° de losas afectadas
Ligera	4 o 5, grieta ligera	0
Moderada	6 – 8, grieta moderada	6
Grave	Mayor a 8, grieta grave	7

**ANEXO 2: DATOS DE CAMPO DE LAS GRIETAS LONGITUDINALES
ENCONTRADAS EN LA VIA**

GRIETAS LONGITUDINALES IDENTIFICADAS				
Punto GPS	Y Geográfica	X Geográfica	Longitud (cm)	Abertura máxima (cm)
6	-2,1503	-79,9591	570	1,3
24	-2,1504	-79,9604	1200	0,5
25	-2,1505	-79,9605	2800	1,0
31	-2,1505	-79,9611	1200	1,0
36	-2,1506	-79,9613	1600	1,5
38	-2,1507	-79,9618	800	2,0
40	-2,1506	-79,9619	6800	2,0
42	-2,1504	-79,9622	4000	2,5
45	-2,1503	-79,9624	4000	2,0
46	-2,1503	-79,9625	3600	2,0
47	-2,1502	-79,9626	360	1,0
47	-2,1502	-79,9626	400	0,5
50	-2,1500	-79,9628	220	0,5
56	-2,1498	-79,9629	1600	2,0
57	-2,1498	-79,9631	1600	2,2
58	-2,1497	-79,9631	1200	2,5
59	-2,1496	-79,9632	800	0,5
60	-2,1495	-79,9634	2,05	3,0
60	-2,1495	-79,9634	2800	1,8
62	-2,1493	-79,9635	2000	2,5
63	-2,1493	-79,9637	1200	1,0
64	-2,1492	-79,9637	800	1,0
68	-2,1488	-79,9643	2000	0,5
73	-2,1520	-79,9572	400	2,0
74	-2,1520	-79,9572	400	2,1
74	-2,1520	-79,9572	250	0,5
74	-2,1520	-79,9572	800	2,0
76	-2,1515	-79,9578	300	1,0
76	-2,1515	-79,9578	400	2,3
76	-2,1515	-79,9578	800	0,8
76	-2,1515	-79,9578	800	1,8

77	-2,1514	-79,9579	700	1,0
78	-2,1513	-79,9580	800	2,0

Clasificación de acuerdo a las características de la falla:

Grado de severidad	Rangos de Abertura (cm)	Σ Longitud afectada (cm)
Ligera	0,1 – 1,0	13030
Moderada	1,0 – 2,5	33602
Grave	Mayor a 2,5	570

ANEXO 3: DATOS DE CAMPO DE LAS GRIETAS TRANSVERSALES ENCONTRADAS EN LA VIA

GRIETAS TRANSVERSALES				
Punto GPS	Y Geográfica	X Geográfica	Longitud (cm)	Abertura máxima (cm)
7	-2,1503	-79,9592	470	2,0
17	-2,1502	-79,9600	210	4,0
21	-2,1503	-79,9603	215	4,0
33	-2,1506	-79,9611	350	1,0
39	-2,1507	-79,9618	360	1,0
40	-2,1506	-79,9619	100	2,0
44	-2,1504	-79,9624	400	0,5
45	-2,1503	-79,9624	96	1,0
45	-2,1503	-79,9624	270	0,8
46	-2,1503	-79,9625	540	2,5
46	-2,1503	-79,9625	120	1,0
46	-2,1503	-79,9625	340	0,5
47	-2,1502	-79,9626	170	0,5
47	-2,1502	-79,9626	290	0,5
47	-2,1502	-79,9626	160	1,0
47	-2,1502	-79,9626	360	0,5
47	-2,1502	-79,9626	110	0,5

49	-2,1500	-79,9628	155	1,0
51	-2,1499	-79,9628	160	2,0
53	-2,1499	-79,9629	490	2,0
55	-2,1498	-79,9629	560	2,0
56	-2,1498	-79,9629	370	3,0
57	-2,1498	-79,9631	360	1,2
60	-2,1495	-79,9634	160	0,5
62	-2,1493	-79,9635	420	1,0
63	-2,1493	-79,9637	430	1,5
64	-2,1492	-79,9637	430	3,0
66	-2,1492	-79,9638	360	3,0
66	-2,1492	-79,9638	360	0,5
74	-2,1520	-79,9572	350	2,0
74	-2,1520	-79,9572	250	1,6
74	-2,1520	-79,9572	400	3,5
74	-2,1520	-79,9572	180	3,5
74	-2,1520	-79,9572	350	3,0
75	-2,1517	-79,9576	110	2,5
75	-2,1517	-79,9576	150	3,0
76	-2,1515	-79,9578	90	0,5
76	-2,1515	-79,9578	350	1,5
76	-2,1515	-79,9578	230	1,5
77	-2,1514	-79,9579	220	0,5
78	-2,1513	-79,9580	400	3,0

Clasificación de acuerdo a las características de la falla:

Grado de severidad	Rangos de Abertura (cm)	∑ Longitud afectada (cm)
Ligera	0,1 – 1,0	4431
Moderada	1,0 – 2,5	4400
Grave	Mayor a 2,5	3065

**ANEXO 4: DATOS DE CAMPO DE LAS GRIETAS DE ESQUINA
ENCONTRADAS EN LA VIA**

GRIETAS DE ESQUINA				
Punto GPS	Y Geográfica	X Geográfica	Longitud (cm)	Abertura máxima (cm)
3	-2,1504	-79,9590	75	9,0
3	-2,1504	-79,9590	110	20,0
4	-2,1504	-79,9591	180	5,0
5	-2,1504	-79,9590	70	9,0
8	-2,1503	-79,9592	160	2,0
8	-2,1503	-79,9592	120	2,0
9	-2,1502	-79,9593	188	3,0
10	-2,1502	-79,9595	260	3,0
11	-2,1502	-79,9596	80	10,0
12	-2,1502	-79,9597	50	4,0
14	-2,1502	-79,9598	180	7,0
15	-2,1502	-79,9599	130	4,0
16	-2,1502	-79,9600	205	10,0
20	-2,1503	-79,9602	266	8,0
20	-2,1503	-79,9602	74	10,0
22	-2,1504	-79,9603	150	12,0
23	-2,1504	-79,9604	140	3,0
24	-2,1504	-79,9604	130	7,0
24	-2,1504	-79,9604	367	0,8
25	-2,1504	-79,9605	58	9,0
25	-2,1504	-79,9605	120	10,0
26	-2,1505	-79,9607	134	15,0
27	-2,1505	-79,9608	180	3,0
27	-2,1505	-79,9608	158	1,0
28	-2,1505	-79,9608	130	2,0
29	-2,1505	-79,9609	88	3,0
34	-2,1506	-79,9612	154	5,0
35	-2,1506	-79,9612	96	5,0
35	-2,1506	-79,9612	90	1,0
35	-2,1506	-79,9612	95	1,0
40	-2,1506	-79,9619	130	3,0

41	-2,15051	-79,9622	70	4,0
44	-2,1504	-79,9624	70	8,0
45	-2,1503	-79,9624	170	4,0
48	-2,1500	-79,9628	79	4,0
52	-2,1499	-79,9629	100	5,0
54	-2,1499	-79,9629	90	3,0
56	-2,1498	-79,9629	114	2,0
56	-2,1498	-79,9629	260	3,4
57	-2,1498	-79,9631	215	2,0
57	-2,1498	-79,9631	225	4,5
58	-2,1497	-79,9631	310	5,0
58	-2,1497	-79,9631	80	1,5
59	-2,1496	-79,9632	300	2,0
62	-2,1493	-79,9635	145	3,0
63	-2,1493	-79,9637	330	2,5
74	-2,1520	-79,9572	80	5,0
74	-2,1520	-79,9572	80	2,0
76	-2,1515	-79,9578	130	2,2
76	-2,1515	-79,9578	90	2,0
77	-2,1514	-79,9579	75	4,0
78	-2,1513	-79,9580	80	6,0
78	-2,1513	-79,9580	75	3,0

Clasificación de acuerdo a las características de la falla:

Grado de severidad	Rangos de Abertura (cm) y estado del trozo	Σ Longitud afectada (cm)
Ligera	0,1 – 1,0, completo	710
Moderada	1,1 – 2,5, completo	1749
Grave	Mayor a 2,5, dividido en 2 o más partes	5077

**ANEXO 5: DATOS DE CAMPO DE LAS GRIETAS DIAGONALES
ENCONTRADAS EN LA VIA**

GRIETAS DIAGONALES				
Punto GPS	Y Geográfica	X Geográfica	Longitud (cm)	Abertura máxima (cm)
30	-2,15056	-79,96101	126	1,0
30	-2,15056	-79,96101	143	4,0
51	-2,14998	-79,96286	230	0,8
60	-2,14953	-79,96346	160	2,0
62	-2,14938	-79,96355	260	4,0
62	-2,14938	-79,96355	228	1,0
62	-2,14938	-79,96355	340	1,8
63	-2,14930	-79,96371	140	2,0
74	-2,15200	-79,95728	360	2,0
74	-2,15200	-79,95728	240	0,5
75	-2,15173	-79,95763	130	0,6

Clasificación de acuerdo a las características de la falla:

Grado de severidad	Rangos de Abertura (cm)	∑ Longitud afectada (cm)
Ligera	0,1 – 1,0	954
Moderada	1,0 – 2,5	1000
Grave	Mayor a 2,5	403

**ANEXO 6: DATOS DE CAMPO DE LAS GRIETAS SINUOSAS
ENCONTRADAS EN LA VIA**

GRIETAS SINUOSAS				
Punto GPS	Y Geográfica	X Geográfica	Longitud (cm)	Abertura máxima (cm)
31	-2,15056	-79,96111	800	1,0
52	-2,14995	-79,96290	410	1,0
74	-2,1520	-79,95728	1600	3,0
75	-2,15173	-79,95763	400	0,5

Clasificación de acuerdo a las características de la falla:

Grado de severidad	Rangos de Abertura (cm)	∑ Longitud afectada (cm)
Ligera	Menos de 0,1	0
Moderada	0,1 – 2,5	1610
Grave	Mayor a 2,5	1600

**ANEXO 7: DATOS DE CAMPO DE DEFICIENCIA DE MATERIAL DE
JUNTAS TRANSVERSALES ENCONTRADAS EN LA VIA**

DEFICIENCIA DE MATERIAL		
Grado de severidad	Rangos de longitud (cm)	Contabilización de campo
Ligera	< 5% (18)	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Moderada	5% - 25% (18 – 90)	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX X
Grave	> 25% (90)	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

**ANEXO 8: DATOS DE CAMPO DE DEFICIENCIA DE MATERIAL DE
JUNTAS LONGITUDINALES ENCONTRADAS EN LA VIA**

DEFICIENCIA DE MATERIAL	
Longitud (cm)	Longitud (cm)
15	15
10	20
10	400
40	240
25	10
200	5
250	7
35	25
48	22
12	25
15	23
22	300
30	400
24	200
300	400
20	400
20	300
8	10
12	6
62	15
30	12
44	400
400	320
150	300
300	400
250	400
130	400
340	320
300	400
15	

Clasificación de acuerdo a las características de la falla:

Grado de severidad	Rangos de longitud (cm)	∑ Longitud afectada (cm)
Ligera	< 5% (20)	237
Moderada	5% - 25% (20 – 100)	455
Grave	> 25% (100)	8200

ANEXO 9: DATOS DE CAMPO DE DESPOSTILLAMIENTO DE JUNTAS ENCONTRADAS EN LA VIA

DEFICIENCIA DE MATERIAL		
Grado de severidad	Despostillamiento a cada lado de la junta (cm), profundidad (cm)	Contabilización de campo
Ligera	Menor a 8, imperceptible	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX
Moderada	Mayor a 8, Menor 2,5	XXXXXXX
Grave	Mayor a 8, Mayor 2,5	-

ANEXO 10: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS TRABAJOS DE REPARACIÓN DEL TRAMO DE 1 KM

PROYECTO: "ANÁLISIS Y SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS DEFORMACIONES DE LA LOSA DE HORMIGÓN COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP) DE PAVIMENTO RÍGIDO. CASO DE ESTUDIO: VÍA PRINCIPAL DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO VELASCO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 001 **UNIDAD:** global **CANTIDAD:** 1,000
DETALLE: Cerramiento provisional con conos y alquiler de batería sanitaria

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,032
SUBTOTAL M =					0,0320

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	1,000	2,5600	2,5600	0,2500	0,6400
SUBTOTAL N =					0,6400

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cinta plástica	rollo	1,000	20,0000	20,0000
Conos alquiler	u	8,000	0,7500	6,0000
Batería sanitaria para obreros alquiler	u	1,000	20,0000	20,0000
SUBTOTAL O =				46,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				20,0000
TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)				66,6720
UTILIDAD 20,00%				13,3344
INDIRECTOS 10%				6,6672
COSTO TOTAL DEL RUBRO				86,6736
VALOR OFERTADO				\$ 86,67

PROYECTO:

“ANÁLISIS Y SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS
DEFORMACIONES DE LA LOSA DE HORMIGÓN COMPACTADO
CON PAVIMENTADORA (HCP) DE PAVIMENTO RÍGIDO. CASO
DE ESTUDIO: VÍA PRINCIPAL DEL CAMPUS GUSTAVO
GALINDO VELASCO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 002 UNIDAD: global CANTIDAD: 1,000
DETALLE: Instalación provisional de agua con alquiler de tanque

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,512
SUBTOTAL M =					0,5120

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	2,000	2,5600	5,1200	2,0000	10,2400
SUBTOTAL N =					10,2400

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Manguera de 1/2"	ml	200,000	0,2000	40,0000
Tanque de 600 litros de agua alquiler	u	1,000	20,0000	20,0000
SUBTOTAL O =				60,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Trasporte	flete	2,000	15,000	30,0000
SUBTOTAL P =				30,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			100,7520
UTILIDAD	20,00%	20,1504	
INDIRECTOS	10%	10,0752	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			130,9776
VALOR OFERTADO			\$ 130,98

PROYECTO:

“ANÁLISIS Y SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS
DEFORMACIONES DE LA LOSA DE HORMIGÓN COMPACTADO
CON PAVIMENTADORA (HCP) DE PAVIMENTO RÍGIDO. CASO DE
ESTUDIO: VÍA PRINCIPAL DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO
VELASCO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITORAL”

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 003 UNIDAD: m2 CANTIDAD: 92,000
DETALLE: Remoción de HCP

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,192
Cortadora de pavimento	1,000	5,0000	5,0000	0,50000	2,500
Barreno manual	1,000	0,8000	0,8000	0,50000	0,400
SUBTOTAL M =					3,0920

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	2,000	2,5600	5,1200	0,5000	2,5600
Maestro (estr.ocp. C2)	1,000	2,5600	2,5600	0,5000	1,2800
SUBTOTAL N =					3,8400

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua	m3	1,000	1,0800	1,0800
SUBTOTAL O =				1,0800

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
	Kg/Km	10,000	0,020	0,2000
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		8,0120
UTILIDAD 20,00%		1,6024
INDIRECTOS 10%		0,8012
COSTO TOTAL DEL RUBRO		10,4156
VALOR OFERTADO	\$	10,42

PROYECTO:

“ANÁLISIS Y SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS
DEFORMACIONES DE LA LOSA DE HORMIGÓN
COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP) DE
PAVIMENTO RÍGIDO. CASO DE ESTUDIO: VÍA PRINCIPAL
DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO VELASCO DE LA
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 004 UNIDAD: m2 CANTIDAD: 92,000
DETALLE: Limpieza del terreno

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,027
Escoba auto propulsada	1,000	20,0000	20,0000	0,10000	2,000
SUBTOTAL M =					2,0269

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	2,000	2,5600	5,1200	0,1000	0,5120
Operador de escoba autopropulsada	1,000	2,5600	2,5600	0,0100	0,0256
SUBTOTAL N =					0,5376

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua	m3	0,200	1,0800	0,2160
SUBTOTAL O =				0,2160

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte	ton/km	5,000	0,250	1,2500
SUBTOTAL P =				1,2500

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	4,0305
UTILIDAD 20,00%	0,8061
INDIRECTOS 10%	0,4031
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,2397
VALOR OFERTADO	5,24

PROYECTO:

“Análisis y soluciones de las deformaciones ocurridas en la losa de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) de pavimento rígido en la vía principal del Campus Prosperina de la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 005 UNIDAD: m3 CANTIDAD: 5,000

DETALLE: Desalojo de material

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,077
SUBTOTAL M =					0,0768

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	2,000	2,5600	5,1200	0,3000	1,5360
SUBTOTAL N =					1,5360

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua	m3	1,000	1,0800	1,0800
SUBTOTAL O =				1,0800

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)				2,6928
UTILIDAD			20,00%	0,5386
INDIRECTOS			10%	0,2693
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,5007
VALOR OFERTADO				3,50

PROYECTO:

“Análisis y soluciones de las deformaciones ocurridas en la losa de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) de pavimento rígido en la vía principal del Campus Prosperina de la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 006 UNIDAD: m3 CANTIDAD: 5,000
 DETALLE: Hormigón y colocación en baches

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,193
Concreteira 1 saco	1,000	3,5000	3,5000	0,25000	0,875
Compactador pequeño manual	1,000	2,7500	2,7500	0,25000	0,688
SUBTOTAL M =					1,7555

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	4,000	2,5600	10,2400	0,2500	2,5600
Albañil (estr.ocp. D2)	2,000	2,5800	5,1600	0,2500	1,2900
SUBTOTAL N =					3,8500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	saco	7,000	7,2000	50,4000
Ripio 1/2"	m3	1,500	8,9800	13,4700
Arena	m3	3,000	5,0000	15,0000
Agua	m3	0,150	1,0800	0,1620
SUBTOTAL O =				79,0320

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	84,6375
UTILIDAD 20,00%	16,9275
INDIRECTOS 10%	8,4638
COSTO TOTAL DEL RUBRO	110,0288
VALOR OFERTADO	110,03

PROYECTO:

“ANÁLISIS Y SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS
DEFORMACIONES DE LA LOSA DE HORMIGÓN
COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP) DE
PAVIMENTO RÍGIDO. CASO DE ESTUDIO: VÍA PRINCIPAL
DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO VELASCO DE LA
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 007 UNIDAD: ml CANTIDAD: 670,000
DETALLE: Remoción de material viejo y limpieza

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(15%)					0,154
SUBTOTAL M =					0,1536

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	4,000	2,5600	10,2400	0,1000	1,0240
SUBTOTAL N =					1,0240

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			1,1776
UTILIDAD	20,00%	0,2355	
INDIRECTOS	10%	0,1178	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,5309
VALOR OFERTADO			1,53

PROYECTO:

“ANÁLISIS Y SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS
DEFORMACIONES DE LA LOSA DE HORMIGÓN
COMPACTADO CON PAVIMENTADORA (HCP) DE
PAVIMENTO RÍGIDO. CASO DE ESTUDIO: VÍA PRINCIPAL
DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO VELASCO DE LA
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 008 UNIDAD: ml CANTIDAD: 670,000
DETALLE: Suministro y colocación de material para curado

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,077
SUBTOTAL M =					0,0768

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	2,000	2,5600	5,1200	0,3000	1,5360
SUBTOTAL N =					1,5360

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Asfalto AP-3	Gln	0,500	0,3400	0,1700
SUBTOTAL O =				0,1700

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			1,7828
UTILIDAD	20,00%	0,3566	
INDIRECTOS	10%	0,1783	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			2,3177
VALOR OFERTADO			2,32

PROYECTO: "Análisis y soluciones de las deformaciones ocurridas en la losa de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) de pavimento rígido en la vía principal del Campus Prosperina de la Escuela Superior Politécnica del Litoral"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 009 UNIDAD: m² CANTIDAD: 2.000,000
 DETALLE: Limpieza, desbroce y desalojo

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,036
Desbrozadora	1,000	7,6000	7,6000	0,07000	0,532
SUBTOTAL M =					0,5678

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	4,000	2,5600	10,2400	0,0700	0,7168
SUBTOTAL N =					0,7168

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0,0000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000
TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)				1,2846
UTILIDAD 20,00%				0,2569
INDIRECTOS 10%				0,1285
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,6700
VALOR OFERTADO				1,67

PROYECTO:

“Análisis y soluciones de las deformaciones ocurridas en la losa de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) de pavimento rígido en la vía principal del Campus Prosperina de la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 010 UNIDAD: m2 CANTIDAD: 2.000,000
 DETALLE: Reconformación incluye compactación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,032
Compactador pequeño manual	1,000	2,7500	2,7500	0,10000	0,275
Cargadora frontal 95HP	1,000	32,0000	32,0000	0,10000	3,200
SUBTOTAL M =					3,5072

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	1,000	2,5600	2,5600	0,1000	0,2560
Chofer de cargadora frontal	1,000	3,8700	3,8700	0,1000	0,3870
SUBTOTAL N =					0,6430

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua	m3	0,070	1,0800	0,0756
SUBTOTAL O =				0,0756

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	4,2258
UTILIDAD 20,00%	0,8452
INDIRECTOS 10%	0,4226
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,4936
VALOR OFERTADO	5,49

PROYECTO:

“Análisis y soluciones de las deformaciones ocurridas en la losa de Hormigón Compactado con Pavimentadora (HCP) de pavimento rígido en la vía principal del Campus Prosperina de la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 011 UNIDAD: m2 CANTIDAD: 2.000,000
 DETALLE: Imprimación asfáltica in situ

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor(5%)					0,005
Camión Imprimador	1,000	35,0000	35,0000	0,01000	0,350
Escoba auto propulsada	1,000	20,0000	20,0000	0,01000	0,200
SUBTOTAL M =					0,5551

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante (estr.ocp. E2)	2,000	2,5600	5,1200	0,0100	0,0512
Operador de camión imprimador	1,000	2,5600	2,5600	0,0100	0,0256
Operador de escoba autopropulsada	1,000	2,5600	2,5600	0,0100	0,0256
SUBTOTAL N =					0,1024

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Asfalto	LT	1,620	0,1400	0,2268
Diesel	LT	0,030	0,2300	0,0069
SUBTOTAL O =				0,2337

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte asfalto diluido	Ton/Km	0,080	0,180	0,0140
SUBTOTAL P =				0,0140

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	0,9052
UTILIDAD 20,00%	0,1810
INDIRECTOS 10%	0,0905
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,1767
VALOR OFERTADO	1,18

