

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA CASTRO CARAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA**

**LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN CON ÉNFASIS EN  
DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN  
ESTRATÉGICA Y LA INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS  
PAVIMENTOS DE LA RED VIAL NACIONAL PARA LA DIRECCIÓN DE  
PLANIFICACIÓN SECTORIAL DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y  
TRANSPORTES EN EL AÑO 2015**

**GUSTAVO ADOLFO AVENDAÑO MEZA**


**CÉDULA Nº 3-0362-0376**

**TESIS PRESENTADA ANTE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA COMO PARTE  
DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIATURA**

**SAN JOSÉ – COSTA RICA**

**AGOSTO, 2015**

**TRIBUNAL EXAMINADOR**



---

Lic. Oscar Acuña Williams

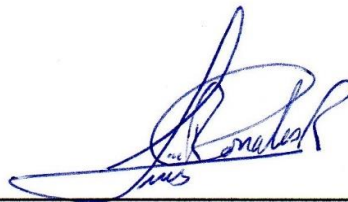
Presidente Defensa Tesis



---

M. Sc. María Vanessa Zamora González

Asesora Metodóloga



---

Lic. Luis Rodolfo Corrales Rodríguez

Asesor Académico

## COMITÉ ASESOR



---

M. Sc. María Vanessa Zamora González

Asesora Metodóloga



---

Lic. Luis Rodolfo Corrales Rodríguez

Asesor Académico

## DECLARACIÓN JURADA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Gustavo Adolfo Avendaño Meza, portador de la cédula de identidad N° 3-0362-0376, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación, de la Universidad Metropolitana Castro Carazo; debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con que sanciona el Código Penal de Costa Rica el delito de perjurio; ante quienes constituyen el Tribunal Examinador de mi Tesis de Graduación, juro solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original y que he respetado todo lo preceptuado por las leyes costarricenses aplicables a la materia de derechos de autor.

Asimismo, manifiesto que hago cesión gratuita y no exclusiva de los derechos de autor de la presente investigación, a la Universidad Metropolitana Castro Carazo, pudiendo esta libremente difundir, reproducir, así como publicar de manera impresa y digital, su texto, extractos, traducciones y trabajos derivados. Quedo advertido que dicha Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante un Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 19 días del mes de agosto del año 2015.

Gustavo Adolfo Avendaño Meza  
Cédula N° 3-0362-0376

## DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, quien me ha dado la fuerza y el valor necesarios para poder realizar este trabajo; Él conoció a plenitud todo lo que por mi mente transcurrió durante este arduo proceso, y me señaló con su mano amorosa el rumbo por seguir.

A mis padres, quienes desde el inicio de mi vida siempre han luchado por mi superación; a las personas que siempre han estado cerca de mí, quienes también me dieron sus muestras de apoyo en todo momento para cumplir con esta meta.



---

Gustavo Adolfo Avendaño Meza

Cédula N° 3-0362-0376

## AGRADECIMIENTOS

Nuevamente al Supremo Creador, quien puso a personas maravillosas en mi camino, las cuales mediante su apoyo, comprensión y muestras de solidaridad, hicieron posible que yo llevara este trabajo a buen término. A Rosa Izel Angulo Valderramos: mi agradecimiento y cariño especial, porque desde que nos conocimos siempre has sido ese apoyo que resumo en una sola palabra: incondicionalidad. También agradezco a mis amigos, esas personas especiales que estuvieron alrededor desde el comienzo con sus palabras de motivación, las cuales lograron que yo continuara hasta el final; gracias totales.



---

Gustavo Adolfo Avendaño Meza  
Cédula N° 3-0362-0376

## TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL EXAMINADOR .....	ii
COMITÉ ASESOR .....	iii
DECLARACIÓN JURADA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
TABLA DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
ÍNDICE DE APÉNDICES .....	xviii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	xxi
CAPÍTULO I: INTRODUCTORIO .....	1
1.1. Aspectos situacionales .....	2
1.1.1. Historia .....	2
1.1.2. Misión .....	4
1.1.3. Visión .....	5
1.1.4. Objetivo general institucional .....	5
1.1.5. Organigrama .....	6
1.2. Campo de acción de la organización .....	7

1.3. Recursos humanos .....	7
1.4. Recursos financieros .....	8
1.5. Recursos materiales .....	8
1.6. Recursos físicos .....	8
1.7. Recursos tecnológicos.....	9
1.8. Relaciones sociales .....	10
1.9. Servicios internos .....	10
1.10. Problemas que presenta la organización .....	10
1.11. Otras características .....	11
1.11.1 Logros .....	12
1.11.2 Actividades .....	12
1.11.3 Productos / Servicios .....	13
1.11.4 Población.....	13
1.11.5 Marco jurídico .....	14
1.11.6 Contacto, dirección, teléfono .....	17
1.11.7 Canales de comunicación.....	17
1.12. Diagnóstico .....	18
1.12.1. Antecedentes del problema .....	18
1.12.2. Lugar de la investigación .....	19
1.12.3. Ubicación geográfica de la investigación .....	19
1.12.4. Motivo de la investigación.....	20
1.12.5. Delimitación de la investigación .....	21
1.12.6. Rango de acción de la investigación.....	22
1.12.7. Tiempo de duración de la investigación .....	22

1.12.8. Justificación de la investigación .....	22
1.12.9. Planteamiento del problema .....	23
1.12.10. Delimitaciones (Alcances y Limitaciones) .....	24
1.12.11. Objetivos .....	25
1.12.11.1. Objetivo general de la investigación .....	25
1.12.11.2. Objetivo general de la propuesta .....	25
1.12.11.3. Objetivos específicos.....	26
1.12.12. Variables .....	27
1.12.13 Mapa conceptual .....	28
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>30</b>
2.1. Informática.....	32
2.2. Sistemas de información.....	33
2.3. Base de datos.....	34
2.4. Red vial.....	37
2.4.1. Red vial nacional .....	37
2.4.2. Red vial cantonal .....	39
2.5. Gestión estratégica de pavimentos .....	40
2.5.1. Pavimento .....	41
2.5.1.1 Tipos de pavimento .....	42
2.5.1.2 Capas que conforman un pavimento .....	43
2.5.1.3 Características de un pavimento .....	44
2.5.1.4 Factores por considerar para el diseño de un pavimento .....	46
2.6. Fuentes de datos .....	48
2.6.1. Inventario vial .....	49

2.6.2. Tránsito promedio diario (TPD).....	50
2.6.3. Deterioros.....	51
2.7. Herramientas informáticas .....	51
2.7.1. Viziroad .....	53
2.7.2. HDM.....	53
2.7.3. Sistema administrador de la información de tránsito.....	54
2.8. Compatibilidad.....	54
2.9. Conectividad.....	56
2.10. Requerimientos de sistema.....	57
2.10.1. Requerimientos funcionales.....	58
2.10.2. Requerimientos no funcionales.....	60
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	63
3.1. Tipo de investigación .....	64
3.1.1. Investigación exploratoria .....	64
3.1.2. Investigación descriptiva.....	65
3.2. Enfoque metodológico .....	66
3.3. Sujetos de la información.....	67
3.4. Población y muestra .....	68
3.5. Tipo de muestreo .....	69
3.6. Fuentes de la información.....	70
3.6.1. Fuentes primarias.....	71
3.6.2. Fuentes secundarias .....	71
3.7. Variables.....	72
3.8. Descripción de instrumentos.....	78

3.8.1. Observación .....	78
3.8.2. Cuestionario .....	79
3.8.3. Entrevista .....	79
3.9. Tratamiento de la información.....	80
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS DATOS .....	81
4.1. Referente: características del pavimento usadas en la gestión estratégica	83
4.1.1. Variable: características de los pavimentos .....	83
4.2. Referente: fuentes de datos que se usan para el proceso de gestión estratégica.....	85
4.2.1. Variable: fuentes de datos .....	85
4.3. Referente: herramientas tecnológicas que generan datos para la gestión estratégica.....	87
4.3.1. Variables: conectividad, compatibilidad .....	87
4.4. Referente: requerimientos que permitan mejorar la gestión estratégica a través de una aplicación informática.....	91
4.4.1. Variable: requerimientos del sistema .....	91
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	94
5.1. Objetivo específico nº 1 .....	96
5.1.1. Variable nº 1: características de los pavimentos .....	96
Fuente: elaboración propia, 2015 .....	97
5.2. Objetivo específico nº 2 .....	97
5.2.1. Variable nº 1: fuentes de datos .....	97
5.3. Objetivo específico nº 3 .....	99
5.3.1. Variable nº 1: compatibilidad .....	99
5.3.2. Variable nº 2: conectividad .....	100

5.4. Objetivo específico nº 4 .....	101
5.4.1. Variable nº 1: requerimientos del sistema .....	101
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	104
6.1. ETAPA DE ANÁLISIS .....	106
6.1.1. Antecedentes.....	106
6.1.2. Objetivo general .....	111
6.1.2.1. Objetivos específicos.....	111
6.1.3. Diccionario de datos .....	112
6.1.4. Relación con otras actividades o sistemas .....	120
6.1.5. Diagramas de flujo de datos resultantes del análisis .....	121
6.1.6. Diagrama de entidad-relación resultante del análisis .....	123
6.1.7. Necesidades a resolver .....	124
6.1.8. Problemas a resolver .....	125
6.1.9. Requerimientos del sistema – Etapa de análisis.....	126
6.1.10. Matriz de rastreabilidad objetivos/requerimientos .....	128
6.2. ETAPA DE DISEÑO .....	128
6.2.1. Objetivo general .....	128
6.2.2. Objetivos específicos.....	129
6.2.3. Requerimientos del sistema – Etapa de diseño .....	130
6.2.4. Matriz de rastreabilidad objetivos/requerimientos .....	133
6.2.5. Controles de seguridad del sistema .....	133
6.2.6. Diagramas de flujo de datos resultantes del diseño .....	135
6.2.7. Modelo de la base de datos propuesto .....	137
6.2.8. Recursos necesarios .....	139

6.2.9. Diccionario de datos .....	139
6.2.10. Diseño visual preliminar de menús, programas y reportes.....	188
6.3. MANUAL DE USUARIO.....	213
6.3.1. Introducción .....	213
6.3.2. Aspectos generales del sistema .....	214
6.3.3. Descripción de los elementos de las pantallas .....	215
6.3.4. Descripción de cada opción del sistema (pantallas) .....	224
6.3.4.1. Ingreso .....	224
6.3.4.2. Menú principal .....	225
6.3.4.2.1. Procesos .....	226
6.3.4.2.2. Consultas/Reportes.....	233
6.3.4.2.3. Catálogo.....	238
6.3.4.2.4. Salir.....	244
REFERENCIAS .....	245
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	246
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	249

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Organigrama del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.....	6
Ilustración 2: Ubicación geoespacial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.....	20
Ilustración 3: Mapa conceptual .....	29
Ilustración 4: Diagrama de contexto – nivel 0.....	121
Ilustración 5: Diagrama 1 - nivel 1 .....	122
Ilustración 6: Diagrama entidad – relación .....	123
Ilustración 7: Diagrama de contexto – nivel 0.....	135
Ilustración 8: Diagrama 1 - nivel 1 .....	136
Ilustración 9: Modelo de la base de datos propuesto (parte 1) .....	137
Ilustración 10: Modelo de la base de datos propuesto (parte 2) .....	138
Ilustración 11: Pantalla submenú de procesos .....	188
Ilustración 12: Pantalla submenú de consultas/reportes .....	188
Ilustración 13: Pantalla submenú de catálogo.....	189
Ilustración 14: Pantalla carga de datos de deflectometría .....	189
Ilustración 15: Pantalla carga de datos de deterioros.....	190
Ilustración 16: Pantalla carga de datos sobre estructura de pavimento.....	190
Ilustración 17: Pantalla carga de datos sobre inventario .....	191
Ilustración 18: Pantalla carga de datos sobre IRI .....	191
Ilustración 19: Pantalla carga de datos sobre tránsito .....	192
Ilustración 20: Pantalla generación de archivo para HDM-4.....	192

Ilustración 21: Pantalla registro de accidentes .....	193
Ilustración 22: Pantalla registro de intervenciones .....	193
Ilustración 23: Pantalla catálogo de cantones .....	194
Ilustración 24: Pantalla catálogo de distritos .....	195
Ilustración 25: Pantalla catálogo de tipo de condición de drenaje .....	196
Ilustración 26: Pantalla de catálogo de tipos de estado de superficie.....	197
Ilustración 27: Pantalla de catálogo de tipos de espaldón .....	198
Ilustración 28: Pantalla de catálogo de tipos de pendiente.....	199
Ilustración 29: Pantalla de catálogo de tipos de señalamiento vial .....	200
Ilustración 30: Pantalla de catálogo de tipos de superficie .....	201
Ilustración 31: Pantalla de catálogo de tipos de terreno .....	202
Ilustración 32: Pantalla de catálogo de perfiles de usuario.....	203
Ilustración 33: Pantalla de catálogo de provincias.....	204
Ilustración 34: Pantalla de catálogo de secciones de control .....	205
Ilustración 35: Catálogo de perfiles de usuario.....	206
Ilustración 36: Registro de perfiles de usuario.....	207
Ilustración 37: Catálogo de usuarios .....	208
Ilustración 38: Pantalla de catálogo de tipos de deterioro .....	209

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definición de variables .....	73
Tabla 2: Clasificación del IRI.....	85
Tabla 3: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable características de los pavimentos .....	96
Tabla 4: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable fuentes de datos .....	97
Tabla 5: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable compatibilidad .....	99
Tabla 6: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable conectividad .....	100
Tabla 7: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable requerimientos del sistema .....	101
Tabla 8: Matriz de rastreabilidad objetivos/requerimientos.....	128
Tabla 9: Matriz de rastreabilidad objetivos/requerimientos.....	133

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Entrevista #1 dirigida al coordinador

ANEXO 2: Entrevista #2 dirigida al asistente y al personal técnico

ANEXO 3: Entrevista #3 dirigida al coordinador y al personal técnico

ANEXO 4: Entrevista #4 dirigida al coordinador, al personal técnico y al usuario de  
consulta

ANEXO 5: Aprobación del tema

## ÍNDICE DE APÉNDICES

APÉNDICE 1: Carta de aceptación del tutor

APÉNDICE 2: Carta de la metodóloga

APÉNDICE 3: Carta del tutor

APÉNDICE 4: Carta del filólogo

APÉNDICE 5: Control de asistencia a dirección de tesis

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de investigación se analizó la situación actual del proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos de la Red Vial Nacional, para la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT en el año 2015; con el fin de determinar si dicho proceso podía ser mejorado a través de la implementación de un sistema de información.

Se utilizó para tal fin la investigación de tipo exploratoria y descriptiva, con un enfoque cualitativo, con el objeto de conocer por medio de las entrevistas aplicadas a los funcionarios que participan del citado proceso, si éste se realizaba de manera eficiente, así como también, el aporte que las herramientas informáticas existentes daban al mismo.

Mediante el análisis de la información recopilada a través de las entrevistas aplicadas, se generaron las conclusiones sobre las situaciones objeto de estudio, determinándose que el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, no posee un buen nivel de eficiencia, particularmente porque los datos que se requieren para éste, se encuentran dispersos, además que existen labores atinentes al mismo que deben realizarse de forma manual, lo cual consume tiempo y aumenta la posibilidad que se generen datos erróneos.

A raíz de las conclusiones de esta investigación, se realizó una propuesta para implementar un sistema de información, aprovechando los recursos tecnológicos con los que cuenta la institución, como una herramienta para ayudar a mejorar la eficiencia en el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, mediante la integración de los datos que generan las aplicaciones informáticas ya existentes, así como la automatización de algunas actividades pertenecientes a dicho proceso.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación pretende realizar un análisis sobre la forma como se efectúa actualmente la gestión estratégica de información de los pavimentos de la red vial nacional, en la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), para determinar cómo se puede mejorar dicho proceso a través del desarrollo de un sistema informático. Se investigará, analizará, propondrá y desarrollará un producto informático que cumpla con los objetivos que se plantean en el presente trabajo.

La estructura de esta investigación se compone de seis capítulos; el primero de ellos describe los aspectos situacionales de la institución en donde se desarrollará la investigación: historia, antecedentes, justificación y planteamiento del problema, objetivos y propósitos del estudio, entre otros.

El segundo capítulo está constituido por el marco teórico, el cual contiene el desarrollo de los conceptos sobre los cuales se basa la investigación. Tiene el propósito de dar al trabajo de estudio, un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permiten abordar el tema por tratar.

El tercer capítulo describe el marco metodológico de la investigación, es decir, la metodología utilizada, el origen de los datos, los instrumentos para su recolección y análisis, así como los alcances y las limitaciones de la investigación.

El cuarto capítulo contiene el diagnóstico, así como el procesamiento y la interpretación de la información obtenida a través de los instrumentos descritos en el capítulo tercero.

El quinto capítulo está constituido por los resultados obtenidos al aplicar los citados instrumentos, de los cuales se originan las conclusiones, recomendaciones y la discusión sobre dichos resultados.

El sexto capítulo contiene la propuesta final, elaborada a partir de los resultados obtenidos en el capítulo cinco, y que para efectos del presente trabajo de investigación lo constituye el desarrollo de una aplicación informática para la gestión estratégica y la integración de la información de los pavimentos de la red vial nacional para la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

# **CAPÍTULO I**

## **INFORMACIÓN GENERAL**

## **1.1. Aspectos situacionales**

A continuación se presentan los aspectos situacionales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

### **1.1.1. Historia**

En 1860 dada la importancia que iban adquiriendo los edificios públicos, caminos y demás obras construidas por cuenta de los fondos nacionales o de las provincias, se consideró pertinente crear una institución con el objeto de que estas se construyeran bajo su responsabilidad y en consideración con las reglas del arte. Esto por cuanto además de asegurar su solidez y estabilidad, contribuiría a la hermosura y ornato de las poblaciones.

Fue así como, mediante Decreto LI del 20 de octubre de 1860, durante la presidencia de don José María Montealegre, se crea la Dirección General de Obras Públicas. En él se indica que el funcionario ejecutivo principal debe reunir las siguientes características: método de nombramiento presidencial, título del cargo Director General de Obras Públicas, requisitos necesarios para el puesto ser Ingeniero Civil y reunir conocimientos técnicos en materia de arquitectura. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

Asimismo, señala que dependerán de este funcionario todos los empleados encargados de construir caminos y demás trabajos públicos en la parte técnica del ramo de policía, así como los nombrados por el Gobierno o por las Municipalidades, propuestos en terna del mismo Director. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

En lo relativo a construcción y reparación de las obras públicas, tenía voto afirmativo, pero para darlo debía coordinar con el Gobernador de la Provincia en donde estuviera situada o debiera ubicarse la obra que se intentaba reparar o construir. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

Mediante, Ley No. 3155 del 5 de agosto de 1963, se crea el Ministerio de Transportes en sustitución del Ministerio de Obras Públicas, asumiendo las obligaciones del anterior que fueran compatibles con los objetivos principales del nuevo: construir, mantener y mejorar la red de carreteras nacionales, carreteras regionales y caminos de todo el país, planes cooperativos, regular y controlar el tránsito, construir, mantener y mejorar los aeropuertos nacionales controlando el transporte aéreo, controlar y regular el transporte ferroviario, regular y mejorar el transporte marítimo. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

Además, por Ley No. 4786 del 5 de julio de 1971 se reforma la Ley anterior, constituyéndose en Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

Mediante, la Ley No. 7798, publicado en el Alcance No. 20 a La Gaceta No. 103 del 29 de mayo de 1998; se crea el Consejo Nacional de Vialidad que se encarga de regular la construcción y conservación de las carreteras, calles de travesías y puentes de la red vial nacional. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

### **1.1.2. Misión**

Somos la Institución que apoya al Ministro en el ejercicio de la rectoría del Sector Transporte; responsable de regular y controlar el transporte, así como de ejecutar obras de infraestructura del transporte, seguras y eficientes, con el objetivo de contribuir al crecimiento económico-social en armonía con el ambiente. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

### **1.1.3. Visión**

Ser la Autoridad que lidera la implementación del Plan Nacional de Transporte 2011-2035, que constituye el punto de encuentro de todas las instituciones públicas, así como de los agentes económicos y sociales involucrados en su ejecución; reconocidos por los administrados como la institución que contribuye al desarrollo del país; todo en congruencia con la visión que persigue el Gobierno de la República a través del Plan Nacional de Desarrollo. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

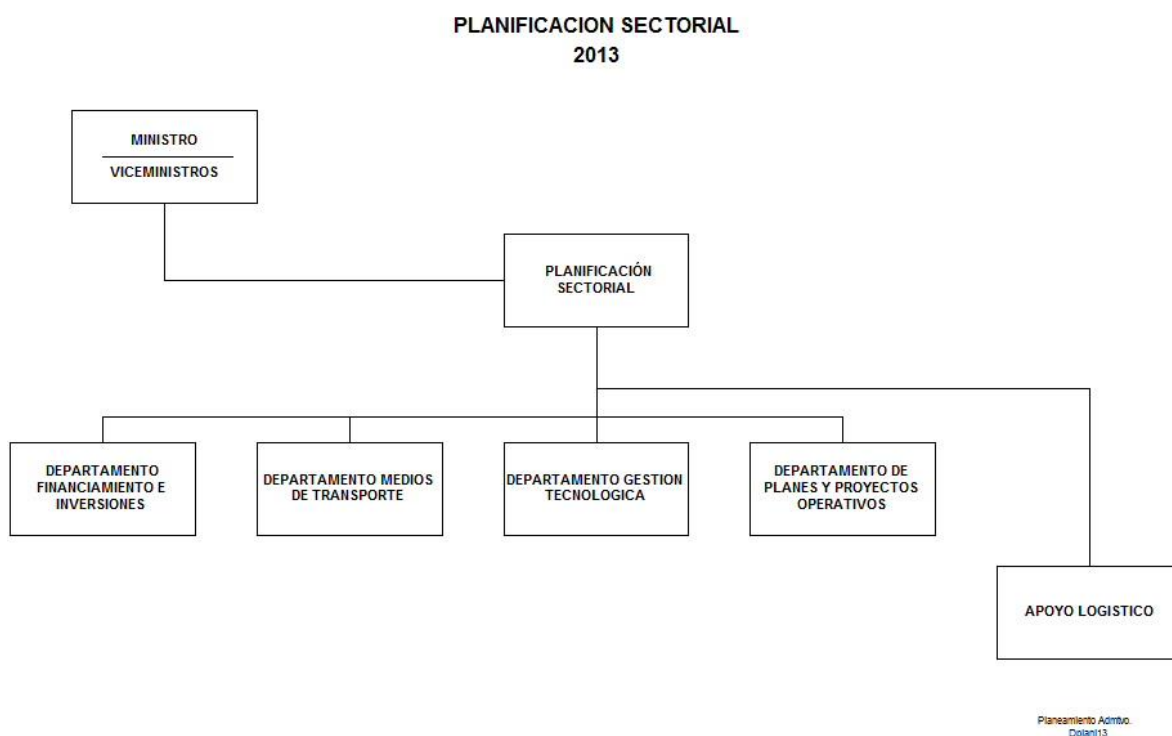
### **1.1.4. Objetivo general institucional**

Dotar al país de la infraestructura del transporte requerida y velar por la adecuada operativización del Sistema del Transporte. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

### 1.1.5. Organigrama

En virtud que el Ministerio es una institución muy grande, el organigrama resulta complejo mostrarlo en su totalidad, de manera que a continuación se presenta solamente la parte que corresponde a la Dirección de Planificación Sectorial, lugar en donde se desarrollará esta investigación.

*Ilustración 1: Organigrama del Ministerio de Obras Públicas y Transportes*



Fuente: Departamento de Planeamiento Administrativo, MOPT, 2015

## **1.2. Campo de acción de la organización**

Por ser una institución gubernamental, el ámbito de acción es a nivel nacional, en todo lo relacionado con la infraestructura que permita el transporte por los diferentes medios (terrestre, aéreo y marítimo).

## **1.3. Recursos humanos**

Según datos suministrados por la Dirección de Gestión de Empleo (Recursos Humanos), la institución cuenta con aproximadamente 3910 empleados, distribuidos en las siguientes categorías de personal:

- Superior
- Ejecutivo
- Administrativo
- Profesional universitario
- Técnico
- Policial
- De servicio

#### **1.4. Recursos financieros**

Según datos consultados en el sitio web del Ministerio de Hacienda (<http://www.hacienda.go.cr>, 2015), el presupuesto aprobado para el año 2015 meses atrás en la Asamblea Legislativa para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes es de ₡342.565.000.000.

#### **1.5. Recursos materiales**

Se cuenta con todo lo relacionado a materiales de oficina: escritorios, sillas, archivadores, computadoras, etc. Además existen otros materiales poco comunes para una institución pública, como por ejemplo madera, cemento, pintura, estructuras de metal, entre otros; los que se utilizan para las labores de construcción de puentes, aceras, señales de tránsito, etc.

#### **1.6. Recursos físicos**

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes es una institución grande que tiene bajo su amparo edificaciones donde alberga muchos de sus departamentos. La sede central se ubica en San José, Plaza González Víquez, la cual tiene en su alrededor otros inmuebles que sirven para oficinas, taller mecánico -en el cual se reparan vehículos y se construyen estructuras metálicas para puentes y señales de

tránsito-, laboratorio de materiales (para pruebas sobre pavimentos), parqueo para guardar los vehículos oficiales y de los empleados, además de una pista donde se ejecutan las pruebas prácticas de manejo.

De igual manera, la institución cuenta con sedes regionales a lo largo del país, ubicadas en Cartago, Turrialba, Alajuela, Heredia, Puntarenas, Guanacaste, Limón, Santa María de Dota y Río Claro (Zona Sur). Asimismo existen los Consejos, que son entes adscritos al Ministerio, pero con cierto nivel de independencia, a saber, Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), Consejo de Transporte Público (CTP), Consejo de Seguridad Vial (COSEVI), Consejo Técnico de Aviación Civil (CETAC) y Consejo Nacional de Concesiones (CNC).

### **1.7. Recursos tecnológicos**

En cuanto a hardware, la institución cuenta con un “data center”, en el cual se encuentran los servidores de datos, equipos de comunicación, red de datos institucional y computadoras (propias y alquiladas).

En la parte de software, se cuenta con diversos programas informáticos para las diferentes áreas (administrativa, financiera, operativa, etc.). Algunos programas han sido desarrollados por la Dirección de Informática y otros han sido contratados a empresas privadas.

## **1.8. Relaciones sociales**

Desde hace varios años la institución organiza para el mes de diciembre, una actividad en conjunto con la organización “Obras del Espíritu Santo”, en la cual se insta a los empleados a donar un regalo para los niños de escasos recursos que viven en los barrios del sur de la capital. Asimismo, en fechas especiales se formalizan actividades que fomentan los valores cívicos y religiosos, como por ejemplo la celebración de actos cívicos (25 de julio, 15 de setiembre) y celebraciones religiosas como misas los miércoles de cada semana y en el mes de junio cuando se celebra la actividad en honor al Sagrado Corazón de Jesús.

## **1.9. Servicios internos**

Con el fin de mantener una buena salud de los empleados, el Ministerio cuenta con servicio de consultorio médico, odontología, psicología y fisioterapia.

## **1.10. Problemas que presenta la organización**

A lo largo de los años, la buena imagen del Ministerio de Obras Públicas y Transportes ha venido disminuyendo ante la ciudadanía por varios factores, entre ellos la condición de las vías, muchas de las cuales tienen deterioros muy visibles, como por ejemplo los baches. Sumado a esto se encuentra la lentitud en el avance

de proyectos importantes que han durado muchos años en ejecutarse, o que fueron mal diseñados; de manera que al final no rindieron las expectativas existentes.

Casos recientes presentes en los últimos años y que han generado mucha polémica han sido la “Ruta 1856”, un proyecto para construir una ruta paralela al río San Juan, la cual dejó pérdidas millonarias, puesto que esta no se concluyó y el dinero se mal gastó. Otro caso particular ha sido el problema del puente sobre el río Virilla, en la autopista “General Cañas” (una de las rutas más transitadas del país), a la cual se le han hecho reparaciones costosas sin que se solucione definitivamente el problema.

Unido a lo anterior, los frecuentes atascos de tránsito generados por el exceso de vehículos, el transporte ilegal de personas, las concesiones que se han gestionado, entre otros, han provocado que las personas tengan una mala imagen de la citada institución.

#### **1.11. Otras características**

Como complemento a lo que se ha indicado anteriormente, se muestra a continuación otros aspectos importantes sobre el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

### **1.11.1 Logros**

Por la naturaleza y trayectoria que tiene la institución, son muchos los logros que se han obtenido; sólo por mencionar algunos de los últimos en el tema de infraestructura se encuentran las adjudicaciones para los proyectos de construcción del paso a desnivel en la rotonda de Paso Ancho, el avance en la construcción del tramo Cañas – Liberia, así como el tramo de la nueva carretera a San Carlos (Sifón – La Abundancia). De igual manera en el área de transporte se está creando la ampliación en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, además de la puesta en marcha de las rutas intersectoriales luego de varios años de estar este proyecto estancado.

Estos son sólo algunos de los muchos logros que la institución ha obtenido recientemente, todos con un efecto que impacta de forma directa sobre el desarrollo del país en general.

### **1.11.2 Actividades**

Las actividades que desarrolla la institución corresponden con las obras públicas y el transporte, de tal manera que son muchas las labores en las que se enfoca el Ministerio, motivo por el cual es uno de los más grandes a nivel de todo el Poder Ejecutivo. En síntesis, dichas actividades se enfocan en la construcción de obras públicas así como en la administración y su operación, incluidos los elementos

que intervienen sobre ellas (en este caso, el transporte en sus diferentes modalidades).

### **1.11.3 Productos / Servicios**

Como se mencionó anteriormente, la construcción y administración de las obras de infraestructura es la actividad principal del Ministerio, de forma que los servicios que ofrece a los usuarios –a nivel nacional por el ámbito de acción– corresponden con el otorgamiento de permisos (para taxis, buses, barcos, etc.), regulación del uso de las citadas obras (a través de la ley de tránsito), sin dejar de lado que las carreteras son, además de un producto, un servicio, dado que brinda a la población la oportunidad de movilizarse de un lugar a otro para efectuar sus actividades (laborales, académicas, familiares, etc.).

### **1.11.4 Población**

Las actividades que genera la institución en el área de infraestructura y transporte influyen sobre toda la población costarricense, debido a que toda persona, independientemente de la edad, condición social, nivel académico, etc., necesita trasladarse de un lugar a otro para sus actividades cotidianas, a través de alguna carretera administrada por el MOPT, sea caminando o utilizando algún medio de transporte (bicicleta, vehículo propio, autobús, taxi), los cuales también

están administrados por la citada institución, a través de leyes, como por ejemplo la Ley de Tránsito.

#### **1.11.5 Marco jurídico**

Existen muchas leyes –con sus respectivas modificaciones- relativas a la creación del Ministerio así como también de sus diferentes departamentos y órganos adscritos. A continuación se citan las más importantes.

Ley No.3155 del 5 de agosto de 1963, crea el Ministerio de Transportes. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

Ley No.4786 del 5 de julio de 1971, reforma la Ley-3155 y crea el Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (<http://www.mopt.go.cr>, 2015)

Estas son las dos leyes que permitieron la creación del Ministerio; existen muchas otras –con sus respectivas reformas- que también dieron sustento para la conformación de los departamentos y órganos adscritos a la institución (como por ejemplo el Consejo Nacional de Vialidad, el Consejo de Seguridad Vial, entre otros) así como las competencias que rigen en materia de infraestructura y transporte. A la fecha se han emitido varios decretos ejecutivos para reformar algunos

reglamentos (como el de transporte de estudiantes y la nueva ley de tránsito por ejemplo) para estar acorde con las nuevas necesidades de la población nacional.

El Decreto Ejecutivo N° 37016-MOPT –referente al “Reglamento al Artículo 6 de la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria N° 8114”- establece algunas de las competencias de la Dirección de Planificación Sectorial, las cuales se transcriben a continuación:

Artículo 11.- Requisitos para la presentación de los datos de evaluación de la Red Vial Nacional.

Los datos de evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada serán presentados por el LanammeUCR contemplando las condiciones técnicas existentes en la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, tales como las unidades de medición, los formatos de los archivos de cómputo necesarios, los sistemas de ubicación geográfica requeridos (número de ruta, sección de control, estacionamientos, u otros que sean aplicables para tal finalidad).

Para que el LanammeUCR cumpla con lo anterior, la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT deberá comunicarle oportunamente, los cambios que sufra la red vial, así como los cambios de las secciones de control; para lo cual entre otros aspectos evaluará los cambios que reporte la Dirección de Ingeniería de Tránsito.

Artículo 12.- Remisión de datos e informe final, en lo que respecta a la evaluación de la red vial nacional.

Los resultados de las evaluaciones de la Red Vial Nacional serán transmitidos por LanammeUCR de forma oportuna a la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, para que sean utilizados como insumos, con los cuales la administración elaborará los planes estratégicos de intervención o de cualquier otro proceso de gestión elaborado por la Administración.

Lo anterior según las siguientes condiciones:

a) Datos en bruto:

Serán remitidos a solicitud de la Dirección de Planificación Sectorial para el procesamiento por parte de esta Dependencia, cuando se trate de análisis muy específicos de esa dirección y previa solicitud formal.

b) Resultados de la medición:

Los datos de las evaluaciones que hayan sido procesados se transmitirán oficialmente en el primer trimestre de cada año a la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT (...)  
(<http://www.gaceta.go.cr>, 2015)

### **1.11.6 Contacto, dirección, teléfono**

La persona que funge como contacto por parte de la institución para la ejecución de la presente investigación es la Ing. Silvia Elena Vásquez Álvarez, quien labora para la Dirección de Planificación Sectorial. El número telefónico para contactarla es 2523-2000, ext. 2901.

### **1.11.7 Canales de comunicación**

El Ministerio cuenta con página web para dar información sobre los procedimientos para gestionar trámites, mostrar los proyectos que están en ejecución actualmente, el directorio telefónico agrupado por cada dependencia, entre otros. El sitio web es <http://www.mopt.go.cr>.

Además, en virtud del auge en la comunicación por redes sociales como Facebook, existe el perfil “Ministerio de Obras Públicas y Transportes”, el cual a enero del 2015 cuenta con poco más de 64 mil seguidores. Dicho perfil es utilizado para dar información cuando una ruta presenta problemas de tránsito, anuncios sobre servicios de la institución (como las citas de las pruebas de manejo) además de recibir las quejas y sugerencias de los usuarios.

## **1.12. Diagnóstico**

Antes de comenzar con la presente investigación, es necesario proporcionar un diagnóstico que permita mostrar los elementos que intervienen de forma directa o indirecta en la situación por estudiar.

### **1.12.1. Antecedentes del problema**

En la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, se cumplen diferentes actividades referentes a los proyectos de infraestructura y transporte. En el caso de los proyectos de infraestructura, la planificación y elaboración de planes estratégicos para el mantenimiento de las carreteras del país, se constituye en una actividad sumamente importante porque a ella se le asigna el monto más alto del presupuesto de la institución.

Para que esas actividades se apliquen de la mejor manera, es necesario efectuar una adecuada gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, para que los citados proyectos de infraestructura generen los resultados esperados. Dicha gestión requiere de la obtención de datos provenientes de dependencias internas y externas a la institución, en formatos diferentes, los cuales deben procesarse nuevamente para generar la información final.

Sin embargo, esta información está dispersa, almacenada en lugares diferentes, de manera que cuando se desea consultar, se pierde tiempo en ubicarla y accederla, lo cual atrasa el proceso de gestión arriba indicado. Además de lo anterior, al no existir una integración de la citada información, aumenta el riesgo que los datos se pierdan o que se utilicen versiones desactualizadas, lo que genera errores que al final se traducirán en resultados menos exactos en cuanto a la gestión estratégica de los pavimentos.

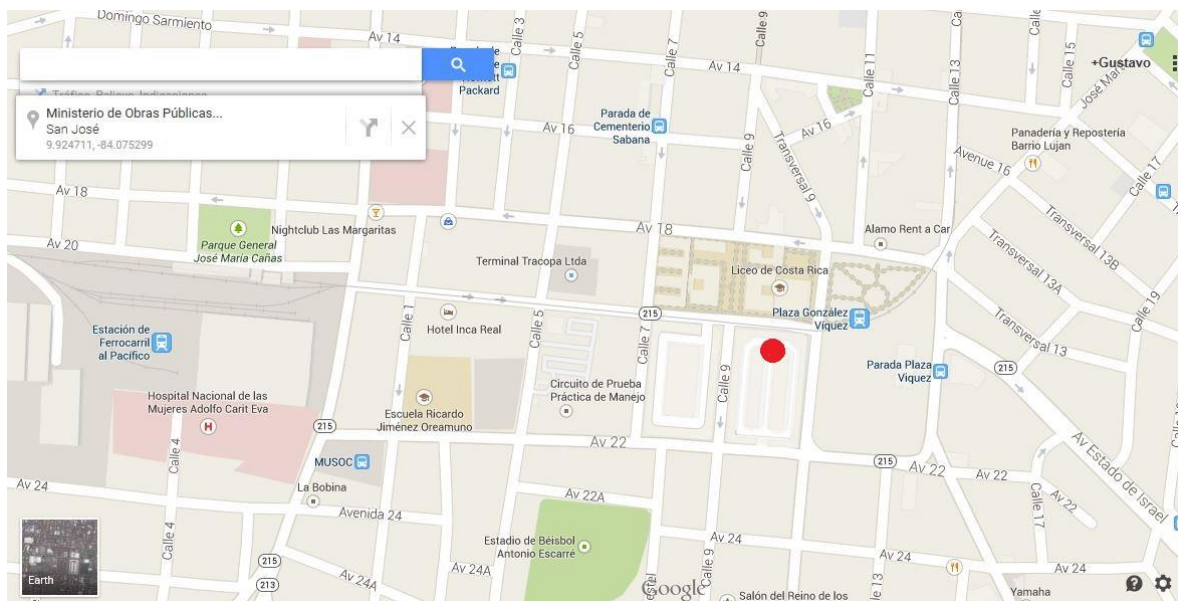
#### **1.12.2. Lugar de la investigación**

La investigación se completa en el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, en las oficinas de la Dirección de Planificación Sectorial, específicamente en el Departamento de Medios de Transportes.

#### **1.12.3. Ubicación geográfica de la investigación**

La ubicación geográfica del lugar en donde se efectúa la investigación es en San José, costado oeste de la Plaza González Víquez, en el edificio principal de la institución.

## Ilustración 2: Ubicación geoespacial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes



Fuente: <https://www.google.co.cr/maps>, 2015

### 1.12.4. Motivo de la investigación

Como se indicó anteriormente, las funciones que ejecuta la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio son muy importantes porque trazan las líneas en cuanto a los proyectos de infraestructura y transporte que la institución desarrolla a lo largo del tiempo.

En el tema de los pavimentos, la gestión estratégica de la información sobre ellos se torna en el tema principal respecto a infraestructura, pues a nivel del presupuesto que se le asigna al Ministerio, la construcción y mantenimiento de la

red vial nacional pavimentada, es el rubro al cual se le asignan más recursos económicos.

La gestión estratégica requiere de información que debe ser analizada para determinar mejores resultados y tomar decisiones. Dicha información proviene de diferentes fuentes, resultado de procesos que se cumplen en otras dependencias. Existen algunas herramientas informáticas que intervienen en la recolección y generación de esta información, sin embargo no existe una unificación que permita trabajar con ella de manera más rápida, más dinámica.

Lo anterior origina el motivo de la presente investigación: determinar la importancia de que exista una herramienta informática para administrar la información necesaria en el proceso de gestión estratégica de los pavimentos de la red vial nacional.

#### **1.12.5. Delimitación de la investigación**

Este estudio se enfoca en el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos generados en la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio.

Se analizarán los datos que se requieren para dicha gestión, así como el tratamiento que se le da a estos. Es importante indicar que dichos datos son

recopilados por diferentes fuentes, tanto internas como externas a la institución, de manera que lo que se estudiará es el formato en el que llegan dichos datos a la Dirección de Planificación Sectorial, y su incorporación en el proceso de gestión previamente indicado.

#### **1.12.6. Rango de acción de la investigación**

El rango de acción de esta investigación serán aquellos funcionarios de la Dirección de Planificación Sectorial que participan del proceso de gestión estratégica de la información sobre pavimentos, así como también aquellos que aunque no forman parte del citado proceso, sí necesitan de la respectiva información resultante.

#### **1.12.7. Tiempo de duración de la investigación**

En cuanto al tiempo de duración de la investigación, se establece un período de ocho meses, que inició en enero del 2015 y culminará en agosto del mismo año.

#### **1.12.8. Justificación de la investigación**

Como en la actualidad, el uso de la tecnología se convierte en un valioso recurso que utilizan las organizaciones para mejorar la eficiencia en sus actividades, se hace necesario determinar la manera de incorporar herramientas informáticas en

dichas actividades, con el fin de lograr que la información sea más fácil de consultar, lo cual se traduce en una disminución en los tiempos de respuesta así como resultados de análisis más precisos, lo cual ayuda en una mejor toma de decisiones.

Es por esto que se investiga el tema de la gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, con el fin de mejorar dicho proceso a través de la ayuda de las herramientas informáticas, concretamente de una aplicación que procese los datos y permita su fácil consulta y exportación hacia otras aplicaciones informáticas que requieren de ellos para producir los resultados finales de la mencionada gestión estratégica.

#### **1.12.9. Planteamiento del problema**

En la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, se desarrollan diferentes actividades referentes a los proyectos de infraestructura y transporte. En el caso de los proyectos de infraestructura, la planificación y elaboración de planes estratégicos para el mantenimiento de las carreteras del país, se constituye en una actividad sumamente importante puesto que a ella se le asigna el monto más alto del presupuesto de la institución.

Por tal motivo, se hace indispensable practicar una adecuada gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, para que los citados proyectos de infraestructura generen los resultados esperados. Para efectuar dicha actividad

se requiere de la obtención de datos provenientes de dependencias internas y externas a la institución, en formatos diferentes. Dichos datos deben procesarse nuevamente para generar la información requerida para la gestión estratégica de los pavimentos. No existe actualmente una herramienta informática que integre y almacene dicha información, razón por la cual surge la siguiente pregunta:

¿Con el desarrollo de una aplicación informática se puede mejorar la gestión estratégica y la integración de la información de los pavimentos de la red vial nacional en la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes?

#### **1.12.10. Delimitaciones (Alcances y Limitaciones)**

En cuanto a los alcances de la presente investigación se encuentran el desarrollo de una aplicación informática que permitirá integrar la información que se utiliza para la gestión estratégica de los pavimentos, en una base de datos, la cual tendrá accesos por medio de usuarios para controlar la manipulación de dicha información, además que permitirá proporcionar consultas más expeditamente.

De igual manera, al estar la información ubicada en un solo lugar, se disminuirá el riesgo de pérdida de datos, y permitirá mantener la consistencia de estos, así como un histórico que tendrá la funcionalidad de evaluar los cambios de

la información en el tiempo, algo muy utilizado en la gestión estratégica de la información sobre los pavimentos.

Con respecto a las limitaciones, la principal podría ser el tiempo de creación de la herramienta informática, no obstante con una adecuada planificación del tiempo para las actividades se podría reducir dicha limitante.

### **1.12.11. Objetivos**

#### **1.12.11.1. Objetivo general de la investigación**

Analizar la forma como se establece actualmente la gestión estratégica de información de los pavimentos de la red vial nacional, para determinar las contingencias para resolver la mejor manera de ejecutar dicha gestión.

#### **1.12.11.2. Objetivo general de la propuesta**

Desarrollar una aplicación informática que permita una adecuada gestión estratégica de la información y la integración de los datos de los pavimentos de la red vial nacional.

### **1.12.11.3. Objetivos específicos**

Definir las características de los pavimentos, con el fin de determinar qué datos se necesitan para generar una adecuada gestión estratégica.

Identificar las fuentes de datos e información que intervienen en la gestión estratégica de los pavimentos, con el objeto de establecer quién las brinda y qué aportan a dicha gestión.

Analizar la conectividad y compatibilidad que las herramientas informáticas existentes brindan al proceso de gestión estratégica de los pavimentos, con el propósito de determinar si son funcionales a dicha gestión.

Determinar los requerimientos del sistema basados en las necesidades y problemas del usuario, y a partir de ellos desarrollar una aplicación informática para la gestión estratégica de la información de los pavimentos de la red vial nacional, que integre las herramientas tecnológicas de que dispone el usuario.

### **1.12.12. Variables**

Los autores Hernández, Fernández y Baptista, definen el término variable de la siguiente manera: “Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.” (2010, p. 123).

De lo anterior se desprende que una variable es indispensable para medir el comportamiento de algún elemento que esté siendo objeto de estudio, según el ámbito que el investigador le brinde.

Las variables que se utilizan en la presente investigación son las siguientes:

- Características de los pavimentos
- Fuentes de datos
- Conectividad
- Compatibilidad
- Requerimientos del sistema

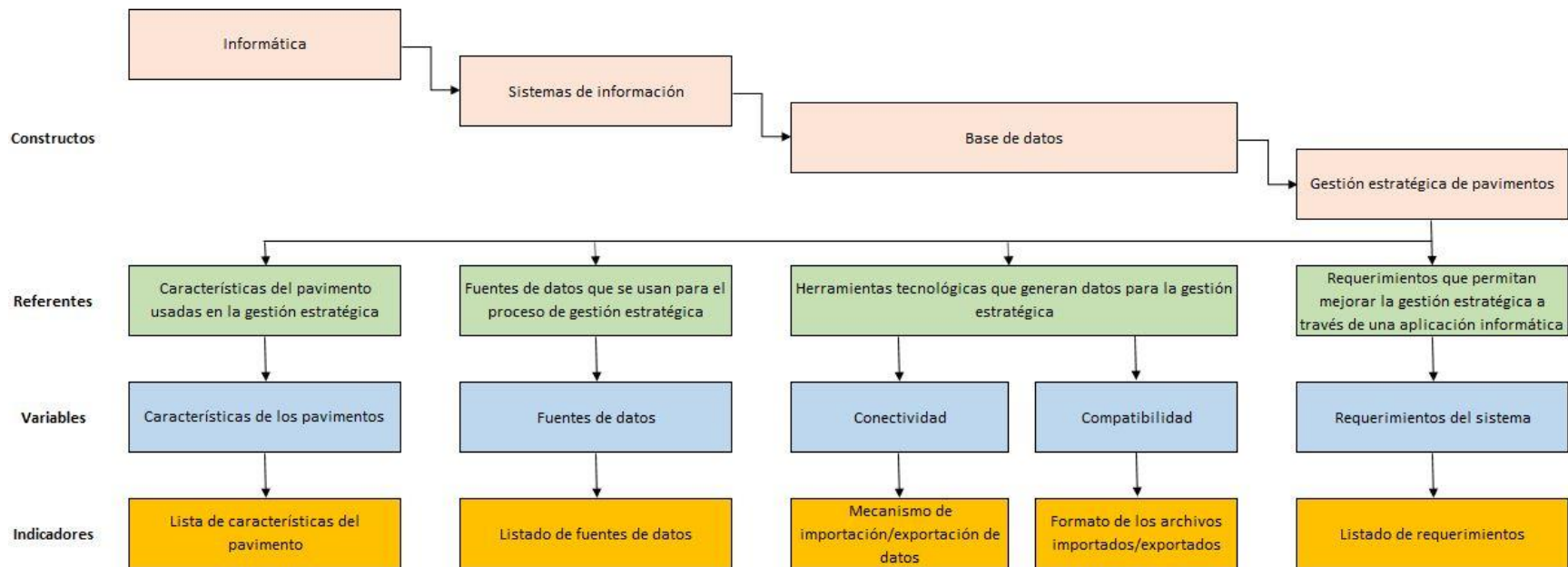
### **1.12.13 Mapa conceptual**

El mapa conceptual es una representación gráfica, esquematizada, de los principales componentes que abarcan el objeto de estudio. Al respecto, Hernández et al. (2010) señalan: “Los mapas conceptuales permiten relacionar de manera fácil los conceptos y puntos relevantes.” (p. 39)

En la siguiente página se muestra el detalle del mapa conceptual correspondiente al presente trabajo de investigación. Se han utilizado 4 referentes, 5 variables y 5 indicadores, los cuales sirven como instrumentos en la investigación.

Ilustración 3: Mapa conceptual

**Desarrollo de una aplicación informática para la gestión estratégica y la integración de la información de los pavimentos de la red vial nacional para la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes en el año 2015**



Fuente: elaboración propia, 2015

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

El marco teórico describe cada uno de los componentes del mapa conceptual, a través del análisis de las teorías y demás elementos de referencia que puedan existir en torno al tema de investigación, para definir, a criterio del investigador, la que podría ser la mejor teoría, la mejor perspectiva o el mejor modelo por seguir. Según Hernández et al. (2010):

Un buen marco teórico no es aquel que contiene muchas páginas, sino que trata con profundidad únicamente los aspectos relacionados con el problema, y que vincula de manera lógica y coherente los conceptos y las proposiciones existentes en estudios anteriores. (p. 66).

De lo anterior se puede concluir que se debe consultar toda la información existente sobre el tema del objeto por investigar, para de esta forma conocer antecedentes, analizarlos y establecer la perspectiva que puede adoptar el investigador. De igual manera, a la hora de analizar los resultados obtenidos, el marco teórico sirve como parámetro para confrontar su información con la obtenida en el análisis de dichos resultados.

## 2.1. Informática

En la actualidad, la tecnología está presente en todos los ámbitos de la vida del ser humano (salud, trabajo, estudio, diversión, entre otros); y esta avanza a un ritmo acelerado por los descubrimientos científicos y las mejoras que se hacen a los inventos y técnicas ya existentes. Dentro del ámbito de la tecnología se encuentra la informática, la cual, según el sitio web de la Real Academia Española se define como “Conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores”. (<http://www.rae.es>, 2015).

Ordenador es sinónimo de computadora, definición que Parsons (2008) establece como: “dispositivo que acepta, captura, procesa datos, almacena información y produce un resultado de acuerdo con un programa guardado”. (p. 729).

Como puede observarse, el término informática va de la mano con computadora, dado que cuando se habla de automatización de la información, el medio que se utiliza para aplicarla es la computadora.

En la Dirección de Planificación Sectorial, la informática juega un papel importante en el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, debido a que en una primera etapa se obtienen datos de varias fuentes,

los cuales se reprocesan para generar información nueva que se necesita en el proceso de gestión citado. Y esto se desarrolla en un ambiente dinámico, porque los datos se reciben, se procesan y se generan nuevos datos que servirán de entrada para otros procesos relacionados con la gestión indicada.

## **2.2. Sistemas de información**

Un sistema de información es un conjunto de elementos que sirve para apoyar las actividades de una organización, mediante el procesamiento de datos y la generación de información que se utilizará para la toma de decisiones.

Al respecto Parsons (2008) menciona sobre sistema de información lo siguiente: “Sistema de computadora que recopila, almacena y procesa información, casi siempre en el contexto de una organización”. (p. 745).

Según Collado (2002) citado por Mora (2014): “Un sistema de información es un sistema que reúne, almacena, procesa y distribuye conjuntos de información entre los diferentes elementos que configuran una organización, y entre la organización misma y su entorno”. (p. 7).

Se concluye de lo anterior que un sistema de información es una herramienta fundamental que apoya las actividades de una organización, basado en las etapas

básicas del flujo de información: ingreso, procesamiento y salida de información, según las necesidades que sobre ella existan.

En el lugar donde se elabora la presente investigación, existe un sistema de información que permite, a partir de datos que recibe de otras fuentes, modelar y generar nueva información que se utiliza para la toma de decisiones en cuanto a las inversiones que se deben hacer en el mantenimiento de las carreteras de la red vial nacional.

### **2.3. Base de datos**

Actualmente es muy común el término base de datos, porque es la herramienta tecnológica que se utiliza para la administración de la información concerniente a las actividades de una organización, independientemente de su ámbito de acción (comercio, educación, salud, etc.).

Existen muchas definiciones al respecto. Cobo (2007) conceptualiza el término de la siguiente manera:

Una base de datos es un conjunto de datos almacenados sin redundancias innecesarias en un soporte informático y accesible simultáneamente por distintos usuarios y aplicaciones. Los datos

deben estar estructurados y almacenados de forma totalmente independiente de las aplicaciones que utilizan. (p. 7).

De la definición anterior puede concluirse que una base de datos es todo un conjunto de información almacenada mediante una relación definida, que permite así que esta tenga un significado particular y sea funcional según el fin para la cual fue creada.

Los archivos de bases de datos necesitan de un sistema que los administre; esto es lo que se conoce como “sistemas administradores de bases de datos” (SABD). A través de ellos se puede interactuar fácilmente con la información almacenada, mediante las acciones para ingresar, consultar, modificar y eliminar datos, además de poseer opciones de seguridad, tanto física como lógica, para proteger el acceso y la información contenida en dichas bases.

Dentro de los productos SABD que existen en el mercado se pueden mencionar los siguientes:

- a) SQL Server
- b) Oracle
- c) PostgreSQL
- d) Informix
- e) MySQL

Algunos de estos productos se venden, otros se brindan de manera gratuita con condiciones (como limitaciones o restricciones de uso) y otros se pueden obtener de manera totalmente gratuita. Por ejemplo, el fabricante mundial Microsoft Corporation vende el SQL Server, pero brinda de manera gratuita –sujeto a algunas condiciones- el producto SQL Server Express. En el caso del denominado “software libre”, se encuentra el PostgreSQL.

Lo importante es que si una organización no tiene el suficiente dinero para comprar algún SABD de los que ofrece actualmente el mercado, puede utilizar alguna versión gratuita en tanto el tema de la compatibilidad no sea un problema con el programa informático que se pretende utilizar.

En la Dirección de Planificación Sectorial existen algunas bases de datos creadas en SQL Server Express, las que contienen información sobre la red vial nacional, el tránsito vehicular, los deterioros de una ruta, etc.; elementos que se necesitan para concretar la gestión estratégica de la información sobre los pavimentos.

## **2.4. Red vial**

El término red vial tiene diferentes conceptos. Vásquez (2009) indica: “En su definición general, una red vial es un conjunto o sistema de vías interconectadas entre sí, que permiten el movimiento de personas, bienes y servicios de un lugar a otro” (p.13).

Al Ministerio de Obras Públicas y Transportes le corresponde la administración de dichas vías, según la “Ley General de Caminos”, la cual establece los dos tipos de clasificación de los caminos: red vial nacional y red vial cantonal.

### **2.4.1. Red vial nacional**

Según la citada ley, esta red es la que se compone de todas las rutas en las cuales le corresponde al MOPT su total administración. Se clasifica en los siguientes tipos:

1. Carreteras primarias: red de rutas troncales, para servir de corredores, caracterizados por volúmenes de tránsito relativamente altos y con una alta proporción de viajes internacionales, interprovinciales o de larga distancia.
2. Carreteras secundarias: Rutas que conecten cabeceras cantonales importantes –no servidas por carreteras primarias- así como otros centros de

población, producción o turismo, que generen una cantidad considerable de viajes interregionales o intercantonales.

3. Carreteras terciarias: rutas que sirven de colectoras del tránsito para las carreteras primarias y secundarias, y que constituyen las vías principales para los viajes dentro de una región, o entre distritos importantes.

Es importante mencionar que la numeración de las rutas se efectúa con base en estas clasificaciones, de manera que las rutas que tienen números entre 1 y 99 pertenecen a las rutas primarias; de la 100 a la 299 son rutas secundarias y de la 300 en adelante se denominan rutas terciarias.

Como ejemplo de lo anterior, la ruta “1” es la que inicia en Sabana Este (estatua de León Cortés) y finaliza en la frontera norte (Peñas Blancas). Esta ruta es una de las más importantes del país, tanto por la cantidad de tránsito que circula por ella como por la interconectividad que permite para entrar y salir de nuestro país, sea para fines comerciales (importación y exportación de mercancías), turísticos, etc.

Actualmente toda la red vial nacional tiene una longitud aproximada de 7.770,80 kilómetros (según datos suministrados por el Departamento de Medios de Transporte, de la Dirección de Planificación Sectorial, para el año 2015).

### **2.4.2. Red vial cantonal**

Continuando con la “Ley General de Caminos” de Costa Rica, se establece en ella que la red vial cantonal está conformada por aquellas rutas cuya administración es totalmente responsabilidad de las municipalidades. Esta red también tiene clasificación, la cual se detalla a continuación:

1. Caminos vecinales: caminos públicos que suministren acceso directo a fincas y a otras actividades económicas rurales; unen caseríos y poblados con la Red Vial Nacional, y se caracterizan por tener bajos volúmenes de tránsito y altas proporciones de viajes locales de corta distancia.
2. Calles locales: vías públicas incluidas dentro del cuadrante de un área urbana, no clasificadas como travesías urbanas de la Red Vial Nacional.
3. Caminos no clasificados: caminos públicos no clasificados dentro de las categorías descritas anteriormente, tales como caminos de herradura, sendas, veredas, que proporcionen acceso a muy pocos usuarios, quienes sufragarán los costos de mantenimiento y mejoramiento.

Actualmente la red vial cantonal tiene una longitud aproximada de 35.275,19 kilómetros (según datos suministrados por el Departamento de Medios de Transporte, de la Dirección de Planificación Sectorial, para el año 2015),

correspondientes a caminos que las propias municipalidades han solicitado al MOPT que registren; existen muchos caminos que están pendientes de este proceso, pero depende de cada municipalidad completarla o no de forma expedita. De esta manera, la longitud correspondiente es mucho mayor a la indicada. Es conveniente indicar que cada año esa longitud varía, por los nuevos caminos que se registran, además que algunas rutas cantonales pueden pasar a ser nacionales y viceversa.

Toda la información referente a la numeración de las rutas y las longitudes de la red vial nacional y cantonal fue suministrada por el Departamento de Medios de Transportes de la Dirección de Planificación Sectorial.

## **2.5. Gestión estratégica de pavimentos**

La gestión estratégica de pavimentos es un proceso que se enfoca en algunos elementos técnicos atinentes al pavimento –los cuales se indicarán más adelante- de manera que es necesario definir primero este concepto junto con sus características.

### **2.5.1. Pavimento**

Existen varias definiciones respecto al término pavimento. Según Montejo (2006):

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmite durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (p. 1).

De esta manera se entiende por pavimento al conjunto de capas estructurales que forman una carretera, diseñadas para resistir las cargas generadas por el peso de los diferentes vehículos que circulan por ella.

### 2.5.1.1 Tipos de pavimento

Según los tipos de pavimento, sigue indicando Montejo (2006):

- Pavimentos flexibles: estos pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.
- Pavimentos semi-rígidos: aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos.
- Pavimentos rígidos: son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico. (p. 3 - 5)

En el caso de la red vial nacional, la cual se compone de superficies de asfalto, concreto y lastre y predomina el asfalto, independientemente de la condición en que esta se encuentra. De ahí que el presente estudio se enfoque en la Red Vial Nacional pavimentada.

### 2.5.1.2 Capas que conforman un pavimento

Un pavimento se compone principalmente de cuatro capas, tal y como lo indica Salazar (2008):

- Capa subrasante: es el terreno de cimentación del pavimento. Puede ser el suelo natural, debidamente recortado y compactado; o puede ser, debido a los requerimientos del diseño geométrico, cuando el suelo natural es deficiente, y el material seleccionado de relleno es de buena calidad.
- Capa sub-base: es una capa de materiales pétreos, de buena graduación, construida sobre la subrasante. Esta capa, al igual que la anterior, deberá cumplir con los requerimientos de compactación y de calidad a que se hace referencia para la capa subrasante.
- Base: constituye la capa intermedia entre la capa de rodamiento y la sub-base. Generalmente se usa en los pavimentos flexibles.
- Carpeta: superficie de rodamiento constituida por materiales endurecidos para pasar minimizados los esfuerzos hacia las

terracerías. Pueden ser materiales granulares con liga o sin ella, o más comúnmente de concreto asfáltico o hidráulico. (p. 6)

Los datos de las diferentes capas arriba indicadas se necesitan para el proceso de gestión de pavimentos, y se obtienen de varias fuentes, algunas propias del ministerio y otras de instituciones gubernamentales como el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR).

### **2.5.1.3 Características de un pavimento**

Un pavimento debe tener una serie de características para que sea funcional, las cuales señala Montejo (2006):

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permita una adecuada comodidad a los

usuarios en función de las longitudes de ondas de las deformaciones y de la velocidad de circulación.

- Debe ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, deber ser adecuadamente moderado.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito. (p. 2)

En Costa Rica durante muchos años el estado de la red vial se ha deteriorado mucho, provocado por diferentes factores, entre ellos el insuficiente mantenimiento preventivo, pues en muchos casos se efectúan trabajos en la vía cuando esta ya tiene serios problemas estructurales (baches, grietas, hundimientos, etc.) y no antes de que comience a deteriorarse seriamente. La consecuencia directa de esto es que a nivel de costos resulta más caro reparar un daño cuando tiene mucho tiempo de existir que dar un mantenimiento preventivo antes de que suceda, o cuando está comenzando a ocurrir.

Por eso es importante la gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, porque a través de ésta se determina el tipo de labor de mantenimiento

que requiere una ruta, según parámetros técnicos, con el fin de evitar que suceda el daño o minimizar su impacto cuando ya está presente, en sus inicios.

#### **2.5.1.4 Factores por considerar para el diseño de un pavimento**

La gestión estratégica de la información sobre pavimentos abarca tanto rutas que se diseñan por primera vez (obra nueva) como rutas ya existentes (mantenimiento preventivo y/o correctivo). Existen elementos indispensables a la hora de diseñar un pavimento. Montejo (2006) los señala a continuación:

- El tránsito: interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas (...) esperadas en el carril de diseño (el más solicitado, que determinará la estructura del pavimento de la carretera) durante el período de diseño adoptado (...)
- La subrasante: de la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea este flexible o rígido (...)
- El clima: los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura (...)

- Los materiales disponibles: son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. (...) (p. 8 - 10)

Lo que se ha indicado en apartados anteriores respecto al pavimento, tiene el propósito de mostrar parte de los elementos que intervienen en su gestión estratégica. El término gestión proviene del verbo gestionar, el cual lo define el sitio web de la Real Academia Española como: “Hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o deseo cualquiera.” (RAE, 2015).

De esta manera, al hablar de gestión estratégica se refiere entonces a todas las acciones enfocadas en la definición de alguna estrategia para algo, lo cual en el tema que ocupa esta investigación, se relaciona con las estrategias para la gestión de los pavimentos. Vásquez (2009) expone lo siguiente:

La gestión de pavimentos es el conjunto de operaciones que tienen por objetivo conservar adecuadamente y por un determinado período, una carretera o una red vial en condiciones apropiadas de seguridad, comodidad y capacidad estructural, bajo las condiciones ambientales locales, minimizando los costos monetarios, sociales y ecológicos. Para esto se utiliza una serie de métodos que ayudan a seleccionar la estrategia óptima, para poder construir y mantener los pavimentos con un nivel de servicio aceptable, en un período

dado. Considerando una serie de alternativas de costo-beneficio, que ayudan a invertir de la mejor forma los fondos públicos. (p. 8)

En la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT se ejecuta como parte de las actividades, la definición de estrategias para el mantenimiento de las carreteras nacionales asfaltadas. De ahí la importancia de contar con información actualizada y real sobre el estado de las vías nacionales. Esta proviene de diferentes fuentes y lugares, las cuales todas en conjunto permiten hacer un análisis de lo que se requiere para conservar el buen estado de las rutas.

## **2.6. Fuentes de datos**

El término dato es comúnmente usado en diferentes áreas (científica, financiera, estadística, etc.). Cortés (2006) afirma: “Un dato representa un hecho absoluto” (p. 17)

Pons, Marín, Medina, Acid y Vila (2009) aseguran: “Dato es el que representa el rastro que va registrando la actividad de la empresa en el sistema”. (p. 9)

Por lo anterior se concluye que un dato es un valor registrado de un hecho o situación determinada, el cual servirá posteriormente para obtener información al combinarse con otros datos.

Al hablar de fuentes de datos, se refieren al origen de donde estos provienen, y quién se encarga de generar los datos y al mismo tiempo, de suministrarlos.

La recolección de datos para la gestión estratégica proviene de diferentes fuentes, las cuales pueden generarse de la propia Dirección de Planificación Sectorial, o venir de otras dependencias del Ministerio o incluso de otros entes gubernamentales, tal y como se indicará seguidamente.

### **2.6.1. Inventario vial**

El inventario vial es una lista con las características físicas del pavimento, tales como el tipo (asfalto, concreto, tratamiento superficial), la cantidad y ancho de los carriles, longitud de la ruta, etc. Asimismo, se registran otros elementos que están presentes en la ruta, como por ejemplo los puentes, alcantarillas, señales de tránsito, intersecciones, etc.

Según Vargas (2014), se debe saber qué se tiene, cuánto se tiene y dónde se tiene; de ahí la importancia que se realice un buen proceso de inventario vial. Esta es una de las funciones que durante años ha efectuado la Dirección de Planificación Sectorial, a través de funcionarios que han recorrido las rutas nacionales para efectuar el levantamiento de esta información.

### **2.6.2. Tránsito promedio diario (TPD)**

Este es un dato sumamente valioso en la gestión de pavimentos. Es una simple aplicación de una fórmula matemática, la que define Montejo (2006): “Es el volumen de tránsito durante un período determinado, dividido por el número de días del período”. (p. 18)

Estos datos del “TPD” se obtienen en la propia Dirección de Planificación Sectorial, mediante aparatos electrónicos que se encuentran instalados en varios puntos del territorio nacional, los cuales registran la cantidad de vehículos que circulan por determinadas rutas nacionales.

A partir de dichos datos es posible obtener las tasas de crecimiento (porcentaje estimado en que el tránsito aumenta cada año) así como la composición por tipo de vehículo, a saber, vehículo liviano, carga liviana, bus y camión pesado (sea de 2, 3, 4, 5 o más ejes).

Es importante conocer los tipos de vehículos, pues el peso de estos está directamente asociado con el nivel de daño que producen en el pavimento, de manera que cuanto más peso tenga un vehículo, mayor deterioro produce.

### **2.6.3. Deterioros**

Otra información importante es la concerniente a los deterioros del pavimento. Aquí se incluyen las grietas, los huecos y demás elementos que alteran negativamente su condición.

Los datos de deterioro también se generan tanto en la Dirección de Planificación Sectorial como en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR), y este último envía la información a la Dirección en forma digital.

### **2.7. Herramientas informáticas**

En términos generales, una herramienta es un elemento que ayuda a que una determinada labor o tarea se cumpla más fácil y rápidamente. Aplicando el concepto al área de la informática –que ya se definió en párrafos anteriores- una herramienta informática es un programa o “software” que apoya en alguna actividad donde se maneja información.

El Diccionario de la Real Academia Española brinda la siguiente definición sobre software: “Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.” (RAE, 2015)

Según Rodríguez y Martínez (2006), software se define como: “todo código utilizable en computadores, guardado en algún tipo de almacenamiento permanente. Sin embargo existen muchos tipos de software: aplicaciones, módulos, utilitarios, controles, herramientas de desarrollo, ambientes de pruebas, interfaces, cálculos masa, etc.” (p. 124)

De las definiciones anteriores se puede establecer que el software de una computadora es todo lo que concierne a su parte intangible (lo que no se puede ver o tocar), aquellas instrucciones que le indican a la computadora qué hacer, y lo constituyen los programas que son creados para un fin determinado. De esta manera, existen programas que realizan funciones en diferentes áreas: comercial, salud, educación, etc.

En el caso del área técnica, existen muchos programas que se convierten en un apoyo fundamental para generar información que le permite a una organización tomar decisiones importantes según su área de negocio.

Actualmente en la Dirección de Planificación Sectorial se utilizan tres herramientas informáticas que permiten obtener datos que se utilizan en la gestión de pavimentos, los cuales se mencionarán a continuación.

### **2.7.1. Viziroad**

En el año 2011, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en colaboración con el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), adquirió el software “Viziroad”, el cual es un programa que se utiliza para el registro de datos en campo sobre el estado de las rutas nacionales. La compañía consultora EGIS BCEOM International fue la que suministró dicho software.

Los datos que el mencionado programa permite registrar, se relacionan con el inventario vial (los elementos que existen en una vía, como puentes, alcantarillas, cantidad de carriles, tipo de superficie, etc.) así como los datos de la condición de la ruta (los daños que presenta, como por ejemplo huecos, grietas, deformaciones, etc.). Estos datos son fundamentales para el proceso de gestión estratégica de pavimentos.

### **2.7.2. HDM**

El “Highway Design and Maintenance Standards Model” (HDM) es un software implementado por el Banco Mundial para analizar el comportamiento de las vías durante un período específico. Dicho software funciona a través de la modelación de situaciones que podrían pasar en un futuro, en aspectos como la condición del pavimento, el tipo de mantenimiento que este requerirá en un largo plazo, el aumento del tránsito vehicular, etc.

Este programa informático trabaja con datos que se generan del anterior software, “Viziroad”, previo reprocesamiento de ellos antes de ser ingresados al “HDM”. Esta aplicación tiene varias versiones, actualmente la más reciente es el “HDM-4”.

### **2.7.3. Sistema administrador de la información de tránsito**

Este software fue desarrollado por la Dirección de Planificación Sectorial, y su función principal es administrar toda la información que se genera respecto al tránsito vehicular.

Como ya se indicó anteriormente, la información del tránsito promedio diario (TPD) es un insumo necesario para la gestión estratégica de pavimentos, toda vez que es un factor que influye directamente sobre su propia condición.

## **2.8. Compatibilidad**

En el área de la computación, el término compatibilidad es de uso muy frecuente. Según el sitio web de la Real Academia Española, es la característica de compatible, y sobre este último indica: “Que puede funcionar directamente con otro dispositivo, aparato o programa.” ([www.rae.es](http://www.rae.es), 2015).

De esta manera, la compatibilidad abarca tanto el hardware (la parte física, los dispositivos) como el software (programas) de la computadora.

A nivel de programas de cómputo, surgen algunas veces problemas de compatibilidad debido a que se presentan conflictos entre el sistema operativo de la computadora y algún programa que se intente instalar sobre dicho sistema. Un claro ejemplo de esto son los programas que fueron creados hace varios años para que funcionaran con la versión del sistema operativo que en ese momento estaba vigente, y al momento de hacer alguna actualización o cambio de versión en dicho sistema, ya no funciona correctamente.

Para solucionar este problema de compatibilidad, muchas organizaciones toman la decisión de quedarse con equipos de cómputo viejos y sistemas operativos con versiones antiguas, o una solución más práctica es utilizar software para crear “máquinas virtuales”, cuya funcionalidad es que permite crear virtualmente una computadora dentro de la computadora real, a la cual se le instala la versión del sistema operativo que sea compatible con el programa que se necesita utilizar.

De las herramientas informáticas con que cuenta la Dirección de Planificación Sectorial, solamente la denominada “Viziroad” presenta problemas de compatibilidad con el sistema operativo, debido a que dicha herramienta fue creada hace algunos años para que funcionara con el sistema operativo “Windows XP” o

“Windows Vista”, mientras que las computadoras de la citada Dirección poseen “Windows 7”, una versión más actualizada que las antes mencionadas.

## **2.9. Conectividad**

El término conectividad se utiliza en muchos ámbitos, tal y como lo menciona el sitio web de la Real Academia Española: “En diversas especialidades, capacidad de conectarse o hacer conexiones” (RAE, 2015).

En la rama de la computación, dicho término podría utilizarse para referirse a la capacidad que tendría uno o varios dispositivos de una computadora, para conectarse entre sí, a nivel de hardware. En el caso de las redes de computadoras, se utilizaría para indicar la capacidad de conectar dos o más computadoras entre sí, mediando tanto hardware como software.

Para la presente investigación, la conectividad está enfocada en la capacidad que las herramientas informáticas existentes en la Dirección de Planificación Sectorial, puedan conectarse para compartir el resultado del procesamiento de información que genera cada una.

## 2.10. Requerimientos de sistema

Los requerimientos de sistema son las especificaciones detalladas sobre lo que debe hacer un software que se planea elaborar. Rodríguez, García y Lamarca (2007) manifiestan, en torno a los requerimientos lo siguiente:

Los requerimientos son las especificaciones técnicas y de uso que debe cumplir el proyecto y, por lo tanto, varían de uno a otro. Normalmente profundizan en los análisis realizados en las fases anteriores, son más detallados y pretenden ser definitivos. Frecuentemente pueden tener naturaleza contractual, puesto que se plasman en peticiones de propuesta (request for proposal, RFP) a los proveedores y en anexos de los contratos. (p. 68).

El sitio de consulta en internet “definicion.de” habla sobre los requerimientos de la siguiente manera: “En ingeniería del software y el desarrollo de sistemas, un requerimiento es una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio.” (www.definicion.de, 2015)

Un requerimiento es la identificación de una situación particular que se ha estudiado en un momento determinado. Es por eso que en una de las etapas preliminares del desarrollo de un sistema informático, se habla del “levantamiento de requerimientos”; es decir, el establecer cuáles son las necesidades que un futuro

sistema de cómputo va a suplir. Cabe destacar que luego del levantamiento de requerimientos viene otra parte importante: su análisis, para determinar así la viabilidad de hacer una propuesta de solución que permita cumplir con todo lo que el requerimiento involucra.

Kendall & Kendall (2005) indican respecto a la forma como se obtienen los requerimientos: “entre las herramientas que se utilizan para determinar los requerimientos de información de un negocio se encuentran métodos interactivos como las entrevistas, los muestreos, la investigación de datos impresos y la aplicación de cuestionarios (...)” (p. 11)

### **2.10.1. Requerimientos funcionales**

Los requerimientos funcionales especifican las acciones que debe hacer el sistema informático que se pretende desarrollar. Al respecto Sommerville (2005) manifiesta: “Los requerimientos funcionales describen lo que el sistema debe hacer. Estos requerimientos dependen del tipo de software y del enfoque general tomado por la organización al redactar requerimientos.” (p. 110).

Según lo anterior, los requerimientos funcionales consisten en el detalle de lo que el sistema debe hacer, y éstos podrían agruparse por usuario y por funcionalidad para tener un mejor orden a la hora de analizar los mismos.

En el caso de los requerimientos funcionales por usuario, la integración de la información es un elemento muy importante, ya que esto permite que la gestión que se realice sobre ella (sea que un usuario ingrese datos o simplemente los consulte) se haga de una forma más completa, más rápida y garantizando la confiabilidad de la información.

El sitio web de la Real Academia Española define el término integración de la siguiente manera: “Acción y efecto de integrar”; y sobre éste indica: “Hacer que alguien o algo forme parte de un todo.” (RAE, 2015).

De esta forma, la integración de información consiste en unificar diferentes tipos de información en una sola, siguiendo alguna lógica previamente determinada y para un fin específico, como por ejemplo el tema de la presente investigación, en donde se ha indicado que la gestión de pavimentos es un proceso que interactúa con varios tipos de datos que provienen de diferentes fuentes, y que se necesitan unificar para poder ser utilizados en dicha gestión.

En el caso de la funcionalidad del sistema, la automatización de procesos constituye uno de los fines sobre los que se desarrollan las aplicaciones informáticas.

El término automatización proviene del verbo automatizar, el cual es definido por el sitio web de la Real Academia Española como: “Aplicar la automática a un

proceso, a un dispositivo.”; y sobre el concepto de automática, una de sus definiciones es la siguiente: “Ciencia que trata de sustituir en un proceso el operador humano por dispositivos mecánicos o electrónicos.” (RAE, 2015).

De lo anterior se desprende uno de los objetivos fundamentales de todo sistema informático: tener la capacidad de hacer, por el usuario, actividades que éste realiza de manera rutinaria, logrando así una reducción en el tiempo establecido para dichas actividades, así como también –en tanto el software esté bien diseñado- reducir la posibilidad de error.

En el proceso de gestión estratégica de pavimentos, interactúan datos provenientes de diferentes fuentes, los cuales requieren de cálculos matemáticos y procesamiento de los mismos para producir nuevos datos que serán utilizados en el proceso en mención.

### **2.10.2. Requerimientos no funcionales**

Los requerimientos no funcionales son aquellos que no describen la funcionalidad del sistema, sino las situaciones que están asociadas indirectamente a éste, y que deben existir para que el mismo funcione. Sobre éstos, Sommerville (2005) manifiesta lo siguiente:

Aquellos requerimientos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste como la fiabilidad, el tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento. De forma alternativa, definen las restricciones del sistema como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y las representaciones de datos que se utilizan en los sistemas. (p. 111).

La interoperabilidad es un requisito no funcional, y este término es definido en el sitio web del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) de la siguiente manera: “Habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.” (<http://www.ieee.org/index.html>, 2015)

El proceso de gestión de pavimentos se apoya en herramientas informáticas que existen en la Dirección de Planificación Sectorial y que interactúan entre sí, intercambiando archivos de datos, de manera que la salida de información de una herramienta se constituye en la entrada de información de la otra, razón por la cual la interoperabilidad se encuentra presente.

Otro requerimiento no funcional es la usabilidad, definida por el sitio web “Diccionario de Informática y Tecnología Alegsá” de la siguiente manera: “la usabilidad suele referirse a la elegancia y claridad con que los usuarios pueden

interactuar con un programa de computadora, un sitio web, un periférico o un sistema.” ([www.alegsa.com.ar](http://www.alegsa.com.ar), 2015).

De lo anterior se desprende que la usabilidad es un factor que influye en el éxito de un sistema de información, ya que si éste es fácil de utilizar, el usuario tendrá una mayor disposición para aprovechar al máximo todos los recursos que dicho sistema puede ofrecerle.

# **CAPÍTULO III**

## **MARCO METODOLÓGICO**

El capítulo III describe toda la metodología empleada en la elaboración de la investigación; los tipos y su enfoque, los sujetos de la información, la descripción detallada de las variables utilizadas, así como de los instrumentos usados para medirlas, y finalmente el tratamiento que se le dará a la información que se pretende recopilar.

### **3.1. Tipo de investigación**

Según Hernández et al. (2010), existen cuatro tipos de investigación: exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa.

En el caso del presente estudio se utilizan dos tipos de investigación, las cuales se explicarán a continuación.

#### **3.1.1. Investigación exploratoria**

Respecto a la investigación de tipo exploratoria, Hernández et al. (2010) describe lo siguiente:

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no

investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas... (p. 79)

En el caso de esta investigación se utiliza este tipo, en virtud que el tema de la existencia de un sistema informático para la gestión estratégica de la información sobre los pavimentos no ha sido abordado anteriormente, de manera que se deben explorar los elementos, el ambiente que permite que dicha gestión se efectúe, desde la perspectiva del apoyo en una herramienta informática que ayude en este proceso.

### **3.1.2. Investigación descriptiva**

En relación con el tipo de investigación descriptiva, sigue indicando Hernández et al. (2010) respecto a esta:

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas... (p. 80)

Este tipo de investigación también se encuentra en el presente estudio, dado que para conocer el proceso de la gestión de pavimentos, se debe describir el lugar donde se efectúa dicha gestión, así como las fuentes de información que permiten la elaboración de dicha actividad, además de las personas que intervienen en el proceso y los resultados derivados.

### **3.2. Enfoque metodológico**

Hernández et al. (2010) manifiestan que a lo largo de la historia de la ciencia han surgido diferentes corrientes de pensamiento, sin embargo existen dos corrientes principales para indagar: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo de la investigación. (p. 4)

El presente estudio se hace bajo el enfoque cualitativo, para lo cual siguen señalando los anteriores autores al respecto lo siguiente: “utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación”. (p. 7)

De lo anterior puede concluirse que un enfoque cualitativo permite determinar, con base en el análisis de datos recopilados – por ejemplo a través de opiniones de las personas involucradas en una actividad establecida- cómo se desarrolla un proceso o actividad particular (como en este caso la gestión de pavimentos) y al mismo tiempo evaluar si se efectúa de una manera óptima o no.

### 3.3. Sujetos de la información

Los sujetos de la información, según Hernández et al (2010) son: "...los participantes, objetos, sucesos o comunidades de estudio (las unidades de análisis), lo cual depende del planteamiento de la investigación y de los alcances del estudio". (p. 172).

De esta manera, los sujetos de la información para el presente estudio son las personas que intervienen en el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, los cuales se describen de la siguiente manera:

- a) **Coordinador:** es quien se encarga de analizar la información que se necesita para la gestión estratégica de pavimentos, así como también la información resultante de dicho proceso. De igual manera, revisa que los datos provenientes de las fuentes involucradas en la gestión, sean correctos y estén dentro de los parámetros válidos.
- b) **Asistente:** es la persona que apoya al coordinador en las tareas que este le asigne, las cuales también incluyen el análisis de datos, sean para la gestión o para su resultado.

- c) **Personal técnico:** es quien se encarga de procesar o recopilar los datos de las diferentes fuentes y entregarlos al coordinador para su procesamiento respectivo.
- d) **Usuario de consulta:** es la persona que aunque no interviene en el proceso de gestión de pavimentos, sí requiere consultar la información resultante de dicho proceso.

### 3.4. Población y muestra

Luego de definir quiénes son los sujetos de muestra, se debe establecer la población y muestra para la obtención de los datos.

Respecto a la población, Hernández et al (2010) indican, citando a Selltiz et al. (1980): “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. (p. 174)

En el caso de esta investigación, la población la constituyen algunos funcionarios de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, debido a que estos son los que intervienen directa o indirectamente en el proceso de gestión estratégica de pavimentos, además que tienen conocimientos en el tema de pavimentos, red vial, tránsito, etc.; elementos que como se dijo en el capítulo anterior, se requieren para la citada gestión.

En cuanto al concepto de muestra, Hernández et al. (2010) brindan la siguiente definición: "... la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán los datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población". (p. 173).

De esta manera, y como la población de estudio es pequeña (5 personas) la muestra será igual a la población.

### **3.5. Tipo de muestreo**

De acuerdo con Hernández et al. (2010), la muestra se identifica como: "Un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia". (p. 394).

En el caso de la presente investigación, la muestra será un grupo de personas, compuesto por los funcionarios de la Dirección de Planificación Sectorial que intervienen en el proceso de gestión estratégica de los pavimentos.

Continúan indicando Hernández et al. (2010) que existen cuatro tipos de muestra: muestra de participantes voluntarios, en donde las personas se ofrecen como participantes del estudio; la muestra de expertos, en la cual se indica que en

algunos estudios se necesita la opinión de expertos en un determinado tema; la muestra de casos – tipo, en donde lo principal es la profundidad y calidad de la información más que la cantidad; y finalmente la muestra por cuotas, utilizada mayormente en estudios de opinión y de marketing.

Para la presente investigación se utilizará la muestra de expertos y tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, escogiendo a los expertos, porque se entrevistará a los funcionarios de la Dirección de Planificación Sectorial que trabajan directamente en el proceso de gestión estratégica de pavimentos, los cuales son ingenieros civiles que tienen experiencia en la parte técnica de dicho proceso.

### **3.6. Fuentes de la información**

Como su nombre lo indica, las fuentes de información son los lugares de donde se obtendrá la información. Existen diferentes tipos de fuentes, las cuales permiten recopilar de una mejor manera la información respectiva a una investigación. La utilización de varias de ellas permitirá un conocimiento más profundo sobre la información que se está recopilando, y por ende, podría ayudar a elaborar un análisis más detallado y exacto.

### **3.6.1. Fuentes primarias**

Según Hernández et al. (2010): “Las referencias o fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes”. (p. 53).

Para efectos del trabajo de investigación, las fuentes primarias por utilizar son los resultados de las entrevistas que se aplicarán a los diferentes sujetos que laboran en la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

### **3.6.2. Fuentes secundarias**

Sobre las fuentes secundarias, Hernández et al. (2010) citando a Danhke (1989) se refieren de la siguiente manera: “Son listas, compilaciones y resúmenes de referencias o fuentes primarias publicadas en un área de conocimiento en particular. Es decir, reprocesan información de primera mano”. (p. 51).

Como fuentes secundarias por utilizar en este trabajo de investigación están libros y páginas web.

### 3.7. Variables

Según Hernández et al. (2010): “Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”. (p. 93). Agregan además: “Las variables adquieren valor para la investigación científica cuando llegan a relacionarse con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o una teoría. En este caso se les suele denominar constructos o construcciones hipotéticas”. (p. 124)

El presente trabajo de investigación está constituido por cuatro objetivos específicos, los cuales contienen igual cantidad de referentes. Para éstos se establecieron cinco variables, las cuales serán medidas por igual número de indicadores.

La tabla n°1 que aparece a continuación, muestra la definición conceptual, instrumental y operacional de las variables de la presente investigación:

*Tabla 1: Definición de variables*

Objetivos específicos	Variables	Indicadores	Conceptualización	Instrumentalización	Operacionalización
<p>Definir las características de los pavimentos, con el fin de determinar qué datos se necesitan para efectuar una adecuada y pertinente gestión estratégica.</p>	<p>Características de los pavimentos</p>	<p>Lista de características del pavimento</p>	<p>Un pavimento debe tener una serie de características para que sea funcional, las que señala Montejo (2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.</li> <li>•Ser resistente ante los agentes de intemperismo.</li> <li>•Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.</li> <li>•Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como</li> </ul>	<p>Entrevista al Coordinador</p>	<p>Entrevista #1, preguntas de la 1 a la 5</p>

Objetivos específicos	Variables	Indicadores	Conceptualización	Instrumentalización	Operacionalización
			<p>longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de ondas de las deformaciones y de la velocidad de circulación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Debe ser durable.</li> <li>•Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.</li> <li>•El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.</li> <li>•Debe ser económico.</li> <li>•Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.</li> </ul> <p>(p. 2)</p>		

Objetivos específicos	Variables	Indicadores	Conceptualización	Instrumentalización	Operacionalización
Identificar las fuentes de datos e información que intervienen en la gestión estratégica de los pavimentos, con el objeto de establecer quién las brinda y qué aportan a dicha gestión	Fuentes de datos	Listado de fuentes de datos	<p>El término dato es comúnmente usado en diferentes áreas (científica, financiera, estadística, etc.). Cortés (2006) afirma: "Un dato representa un hecho absoluto" (p. 17)</p> <p>Pons, Marín, Medina, Acid y Vila (2009) aseguran: "Dato es el que representa el rastro que va registrando la actividad de la empresa en el sistema". (p. 9)</p> <p>Por lo anterior se concluye que un dato es un valor registrado de un hecho o situación determinada, el cual servirá posteriormente para obtener información al combinarse con otros datos</p>	Entrevista al asistente y al personal técnico	Entrevista #2, preguntas de la 1 a la 7
	Conectividad	Mecanismo de importación/ex	El término conectividad se utiliza en muchos	Entrevista al coordinador y al personal técnico	Entrevista #3, preguntas 5, 7

Objetivos específicos	Variables	Indicadores	Conceptualización	Instrumentalización	Operacionalización
<p>Analizar la conectividad y compatibilidad que las herramientas informáticas existentes brindan al proceso de gestión estratégica de los pavimentos, con el propósito de determinar si son funcionales a dicha gestión.</p>		<p>portación de datos</p>	<p>ámbitos, tal y como lo menciona el sitio web de la Real Academia Española: “En diversas especialidades, capacidad de conectarse o hacer conexiones.” (RAE, 2015).</p> <p>En la rama de la computación, dicho término podría utilizarse para referirse a la capacidad que tendría uno o varios dispositivos de una computadora, para conectarse entre sí, a nivel de hardware. En el caso de las redes de computadoras, se utilizaría para indicar la capacidad de conectar dos o más computadoras entre sí, mediando tanto hardware como software</p>		
	<p>Compatibilidad</p>	<p>Formato de los archivos</p>	<p>Según el sitio web de la Real Academia Española, es la</p>	<p>Entrevista al coordinador y al personal técnico</p>	<p>Entrevista #3, preguntas 1, 2, 3, 4, 6</p>

Objetivos específicos	Variables	Indicadores	Conceptualización	Instrumentalización	Operacionalización
		importados/ex portados	característica de compatible, y sobre este último indica: "Que puede funcionar directamente con otro dispositivo, aparato o programa". (www.rae.es, 2015).		
Determinar los requerimientos del sistema basados en las necesidades y problemas del usuario, que permitan la creación de una aplicación informática para la gestión estratégica de la información de los pavimentos de la red vial nacional, y que integre las herramientas tecnológicas de que dispone el usuario	Requerimientos del sistema	Listado de requerimientos	En ingeniería del software y el desarrollo de sistemas, un requerimiento es una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio". (www.definicion.de, 2015)	Entrevista al coordinador, personal técnico y al usuario de consulta	Entrevista #4, preguntas de la 1 a la 7

Fuente: elaboración propia, 2015

### **3.8. Descripción de instrumentos**

En todo proceso de investigación, la recolección de datos es fundamental, pues constituyen la materia prima que permitirá obtener los resultados esperados en la citada investigación, una vez que se haga su análisis respectivo.

Los instrumentos constituyen esas herramientas para la obtención de datos. Según Hernández et al. (2010), un instrumento de medición adecuado es: "...aquel que registra datos observables que presentan verdaderamente los conceptos o variables que el investigador tiene en mente". (p. 199).

Existen varios instrumentos para recolectar datos, algunos de los cuales se describen brevemente a continuación.

#### **3.8.1. Observación**

Según Hernández et al (2010), la observación "consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas que se manifiestan. Se recolecta información sobre la conducta más que de percepciones". (p. 260).

### **3.8.2. Cuestionario**

El cuestionario es uno de los instrumentos más utilizado para la obtención de datos. Al respecto, Hernández et al (2010) lo definen de la siguiente manera: “Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables por medir” (p. 217).

### **3.8.3. Entrevista**

Hernández et al (2010) se refieren al instrumento de la entrevista de la siguiente manera: “es una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)”. (p. 418).

En la presente investigación se utilizará este tipo de instrumento para todos los sujetos de la información, puesto que permite tener una comunicación más directa con ellos, en virtud que se necesita conocer la apreciación y las experiencias de cada sujeto respecto al proceso de gestión estratégica de pavimentos.

De esta manera, se aplicará una entrevista con cinco preguntas para medir la variable “características de los pavimentos”; otra con siete preguntas para la variable “fuentes de datos”; otra entrevista compuesta de siete preguntas para las

variables “compatibilidad” y “conectividad”; y finalmente una entrevista de 7 preguntas para la variable “requerimientos del sistema”.

### **3.9. Tratamiento de la información**

Para cada una de las entrevistas mencionadas en el apartado anterior, se le entregará, a cada entrevistado, un documento impreso con las preguntas correspondientes, cuyas respuestas serán anotadas de forma manual. Posteriormente, se transcribirán dichas respuestas utilizando el programa procesador de palabras “Microsoft Word”, para finalmente proceder con el análisis de la información y la interpretación de los resultados obtenidos.

**CAPÍTULO IV**

**ANÁLISIS DE LOS DATOS**

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos mediante el análisis de los datos recopilados en la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, lugar donde se desarrolla la investigación. Para ello se completaron los procesos de digitación, análisis e interpretación de los datos.

Sobre el análisis e interpretación de datos cualitativos, Hernández et al. (2010) manifiestan: "...la recolección y el análisis ocurren prácticamente en paralelo; además, el análisis no es estándar, dado que cada estudio requiere de un esquema o "coreografía" propia de análisis". (p. 439).

El análisis de los datos es el eje sobre el cual se podrá determinar qué está ocurriendo en el entorno que ha sido objeto de estudio, y de ahí poder establecer las conclusiones respectivas, siempre con base en la información obtenida, la cual, no está de más indicar, debe ser procesada de una forma cuidadosa y objetiva, si se quieren resultados reales y exactos.

A continuación, se analizará la información obtenida mediante las entrevistas aplicadas a los sujetos indicados en el capítulo III. Cada uno de los apartados que conforman este capítulo corresponden a las variables utilizadas en la investigación.

#### **4.1. Referente: características del pavimento usadas en la gestión estratégica**

##### **4.1.1. Variable: características de los pavimentos**

Con respecto a las características de los pavimentos existen muchas, las cuales a su vez se clasifican en varios tipos. Dichas características se agrupan en físicas, estructurales o según la condición del pavimento. Adicionalmente hay otros elementos que se toman como características del pavimento aunque no pertenecen directamente a este, como por ejemplo el tránsito vehicular y las labores de mantenimiento que se presentan sobre la carretera, debido a que para la gestión de pavimentos se debe conocer qué se tiene (elementos que conforman la vía), en qué condición se encuentra y cómo se pueden corregir los problemas existentes (labores de mantenimiento vial).

Estas características son medidas a través de datos que se obtienen en la ubicación de la ruta, por medio de dispositivos electrónicos muy especializados, tales como cámaras de alta definición y sensores, así como también de forma manual; en este último caso, una vez obtenidos los datos, se deben digitar y almacenar en un archivo de computadora.

Los datos que poseen las características mencionadas son de tipo texto (de longitud variable), numérico (entero y decimal) así como de georeferenciación. En

cuanto a las unidades de medida, se manejan varias: centímetro, metro, kilómetro, metro cuadrado, etc.

La recolección de los datos sobre las características de los pavimentos – concretamente las concernientes a su condición y estructura - es elaborada por el LanammeUCR y CONAVI, instituciones externas al MOPT; el Laboratorio de Materiales del MOPT también genera ciertos datos sobre la estructura del pavimento. Una vez recopilados y procesados estos datos, se remiten a la Dirección de Planificación Sectorial para el proceso de gestión estratégica de pavimentos.

Aquellos datos referentes al inventario vial (elementos que conforman una ruta) se obtienen en la propia Dirección de Planificación Sectorial, a través de funcionarios que laboran ahí y que se desplazan al campo a recopilar los datos manualmente, para luego ser digitalizados por medio de una herramienta informática.

Algunos de los datos recopilados requieren ser clasificados según indicadores establecidos por las metodologías que se emplean en ingeniería civil, para los pavimentos. Ejemplo de esto es el “IRI” (Índice de Rugosidad Internacional), el cual permite determinar el nivel de rugosidad (deformaciones verticales) del pavimento; cuanto menor sea el valor obtenido a través del equipo que se emplea para medirlo, mejor condición posee la vía, según la tabla que se muestra a continuación.

*Tabla 2: Clasificación del IRI*

<b>Clasificación</b>	<b>Índice de regularidad internacional IRI (m/km)</b>
Bueno	Entre 0,0 y 3,0
Regular	Entre 3,0 y 5,0
Malo	Entre 5,0 y 7,0

Fuente: LanammeUCR, 2015

Para una adecuada gestión estratégica de los pavimentos, es necesario no solamente contar con la información sobre sus características, sino también se requiere un histórico de las labores de mantenimiento y reparaciones que se han efectuado en una ruta, así como los costos asociados a dichas labores. Esta información es suministrada por el CONAVI, porque es la institución que se encarga de efectuar el mantenimiento de la red vial nacional.

## **4.2. Referente: fuentes de datos que se usan para el proceso de gestión estratégica**

### **4.2.1. Variable: fuentes de datos**

Las fuentes que generan los datos necesarios para la gestión estratégica de pavimentos pueden agruparse en internas y externas. En el caso de las internas, la Dirección de Planificación Sectorial obtiene los datos del inventario vial, del tránsito y la flota vehicular, por medio de las herramientas informáticas existentes (mencionadas en capítulos anteriores), así como de forma manual, llenando formularios con datos que luego son digitados para almacenarlos en archivos de

computadora. Los datos sobre la estructura del pavimento son suministrados por el Departamento de Geotecnia y Materiales del MOPT.

En cuanto a las fuentes externas de datos, el LanammeUCR es la institución que se encarga de brindar los datos sobre la condición estructural del pavimento, mientras que el CONAVI suministra lo concerniente a las labores de mantenimiento y sus costos.

El proceso de gestión estratégica de los pavimentos se produce cada año, con los datos que proveen las fuentes antes indicadas. El proceso para solicitar los datos a las fuentes es a través de un oficio firmado por el director de la Dirección de Planificación Sectorial. No existe un tiempo determinado en el suministro de los datos por parte de las fuentes; algunas tardan días y otras semanas, especialmente cuando son estudios particulares.

Una vez que se reciben los datos de las diferentes fuentes, estos se trasladan al coordinador -el encargado del proceso de gestión de pavimentos- para que proceda con lo que corresponda a dicha gestión. A su vez, el coordinador distribuye los datos entre el personal técnico, para que los revisen y analicen, según lo que se necesite, pues puede darse el caso que por alguna razón no se utilice una porción de los datos recibidos. De igual manera, se hace una verificación sobre ellos, puesto que se han dado casos en los que se presentan errores, como por ejemplo repetición de datos.

Los datos son recibidos en formato digital e impreso. En el primer caso, la mayoría de archivos son en formato Excel, aunque también se reciben en archivo plano de texto (extensión “txt”) por su gran volumen. Cierta información es recibida en formato impreso, para lo cual el personal técnico debe digitalizarla en archivo de computadora, en formato Excel.

Los datos del tránsito vehicular son los que tienen un volumen grande, dado que por ejemplo un archivo de texto puede tener un tamaño de más de 15 megabytes y poseer más de 200.000 líneas que deben ser procesadas. Los datos que provee el LanammeUCR en archivo de Excel, pueden contener más de 1.000 líneas, las que también deben ser procesadas y confrontadas contra otros datos que existan de otras fuentes.

### **4.3. Referente: herramientas tecnológicas que generan datos para la gestión estratégica**

#### **4.3.1. Variables: conectividad, compatibilidad**

Las herramientas informáticas de la Dirección para el proceso de gestión estratégica de pavimentos son tres: el “Viziroad 4.5”, el “Programa Administrador de la Información del Tránsito” y el “HDM-4”.

En el caso del “Viziroad”, la funcionalidad de este software consiste en registrar en un archivo de texto los datos correspondientes a cada elemento que forma la red vial nacional (inventario vial), entiéndase puentes, alcantarillas, tipo de superficie, carriles, señales de tránsito, etc.; y ubicar cada uno de esos elementos en el kilómetro en donde se encuentra realmente en la ruta.

El “Programa Administrador de la Información del Tránsito” es un software desarrollado en la Dirección de Planificación Sectorial, que permite almacenar en una base de datos (SQL Server Express), la información sobre el tránsito vehicular, así como también generar reportes parametrizados.

El software “HDM-4” es un programa que permite modelar el comportamiento que tendrá una determinada ruta en un futuro, en cuanto a deterioro y la capacidad del tránsito. De esta forma, dicho programa permite también indicar el tipo de labores de mantenimiento y/o reparación que deberán hacerse a dicha ruta, según la cantidad y tipo de vehículos que circulan por ella, así como también según el tipo de clima de la zona donde se encuentre la ruta.

De esta manera, este software se encarga de “recolectar” toda la información -generada por los dos programas mencionados más la que proviene de las fuentes de datos externas- que se necesita para emprender la gestión de pavimentos, debido a que al final dicho programa genera, para cada ruta, los posibles deterioros que tendrá esta en una cantidad de años definida, así como los trabajos de

mantenimiento que deberán operarse, lo que le da al usuario la posibilidad de elegir entre varias alternativas y según el presupuesto que se le haya asignado a dichos trabajos.

Como ya se dijo anteriormente, el “Programa Administrador de la Información del Tránsito” utiliza una base de datos para almacenar la información; las otras dos herramientas informáticas utilizan archivos de datos como medio de almacenamiento.

Por consiguiente, resultan fundamentales los temas de la compatibilidad y la conectividad entre las herramientas informáticas existentes, variables que se midieron en esta investigación.

En cuanto a la compatibilidad entre dichas herramientas, según el formato de los archivos importados y exportados que ofrecen los citados programas, el formato Excel está disponible en todas. Para el caso de los archivos de exportación del software “HDM-4”, este tiene la opción de exportar también a Microsoft Access o generar archivos de bases de datos (conocidos como archivos “dbf”, cuya funcionalidad es que pueden ser leídos con cualquier programa diseñado para manejo de bases de datos, como Access, Fox, Excel, Clipper, etc.).

Según lo mencionado anteriormente, no se nota que existan problemas de incompatibilidad entre los archivos que manejan las citadas herramientas informáticas entre sí.

Con respecto a la conectividad, no existe ningún mecanismo que permita enlazar directamente a las herramientas informáticas mencionadas; tampoco existe una base de datos en común que permita integrar la información que genera cada una de esas herramientas.

Para que el software “HDM-4”, que como se dijo anteriormente, es el que se encarga de generar toda la información sobre la gestión de los pavimentos, utilice los datos que se obtienen de las otras herramientas, deben pasarse los datos a una tabla de Excel que tenga la estructura previamente definida por el citado software. Dicho proceso es manual, porque la estructura del archivo de Excel que necesita el “HDM-4” (columnas y tipos de datos) no coincide con la estructura del archivo de salida (también de Excel) que genera la herramienta “Viziroad”.

Comentan algunos de los entrevistados, que el uso de dichas herramientas informáticas no es muy agradable, ya que éstas no son muy interactivas con el usuario, y algunas veces estos programas emiten mensajes al usuario que son poco claros, o existen pantallas que posee botones pero éstos no están bien rotulados y generan confusión sobre la acción que realizan.

#### **4.4. Referente: requerimientos que permitan mejorar la gestión estratégica a través de una aplicación informática**

##### **4.4.1. Variable: requerimientos del sistema**

En cuanto a los requerimientos del sistema para el proceso de gestión estratégica de los pavimentos, los entrevistados manifiestan que aunque se cuenta con herramientas informáticas que apoyan en dicha gestión, estas no están integradas, de manera que los datos que producen deben unirse de forma manual, ya sea para utilizarlos en otra etapa del proceso o para consulta.

De igual manera, en dicho proceso se requieren realizar algunas actividades de forma manual, tales como la asignación de los números de sección de control a cada uno de los deterioros. Esta labor consume mucho tiempo.

Por la razón anterior, existe la necesidad de crear un sistema que permita integrar toda la información que se genera en el citado proceso de gestión, en una base de datos, la cual permita al mismo tiempo, efectuar diferentes consultas y generar salidas de información que serán utilizadas por el software "HDM-4", que como se dijo en el capítulo II de esta investigación, es un software que permite modelar el comportamiento de una vía en cuanto a su condición (nivel de deterioro y tipo de mantenimiento que requerirá a un rango de tiempo definido).

El proceso de gestión estratégica de los pavimentos se gestiona una vez al año, con los datos actualizados que brindan las diferentes fuentes. Sin embargo, no siempre dichas fuentes actualizan los datos cada año, de manera que en estos casos lo que se hace para el citado proceso es utilizar los datos de años anteriores.

No existen problemas a la hora de formular el proceso de gestión, aunque es evidente que dicho proceso demora más tiempo porque se ejecuta manualmente, y la información se encuentra dispersa, dificultando algunas veces consultarla de forma rápida y oportuna.

Con respecto al acceso y consulta a la información que se genera en el proceso de gestión de pavimentos, esta queda almacenada en la computadora que utiliza el coordinador de dicho proceso, de manera que cuando alguien necesita consultar dicha información, debe solicitarla al citado funcionario. También se dan casos en los que funcionarios solicitan los datos que se obtuvieron inicialmente (brindados por las fuentes de datos mencionadas en capítulos anteriores) y que se utilizan para el proceso de gestión. En este caso esos funcionarios les preguntan a los técnicos que participan del citado proceso, porque al ser ellos quienes trabajan con los datos recibidos, poseen en sus computadoras esa parte de la información.

En cuanto al hardware y software de la Dirección de Planificación Sectorial, todas las computadoras que utilizan los funcionarios encargados del proceso de gestión de pavimentos tienen las mismas características; son computadoras con

suficiente espacio de almacenamiento, procesador rápido y gran capacidad de memoria RAM. El sistema operativo que tienen instalado es Windows 7 Profesional, con el paquete de programas de oficina Office 2013 en español. Algunos funcionarios tienen otros programas más específicos para sus funciones, como el “AutoCAD”, “ArcGIS”, además de los ya mencionados en capítulos anteriores, “Viziroad” y “HDM-4”.

Los datos que se requieren para la gestión de pavimentos, no sólo se emplean para dicha labor, sino que además son utilizados en otras actividades propias de la Dirección de Planificación Sectorial, como estudios de tránsito, análisis de deterioros de pavimento, etc. Una vez que se concluye el proceso de gestión de pavimentos, la información se almacena para consultas diversas, o para la próxima vez que se efectúe dicho proceso, puesto que como se comentó anteriormente, hay casos en los que debe utilizarse información anterior ante el faltante de datos actualizados.

Si bien es cierto toda la información que se obtiene del citado proceso puede ser consultada por otros funcionarios de la Dirección, no existe un procedimiento de quién es el responsable de entregar la información a los funcionarios solicitantes, con lo cual podría darse el caso que se entregue información desactualizada, pues como se dijo anteriormente, los datos pueden estar en más de una computadora.

**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

El capítulo V describe las conclusiones y recomendaciones, después de haber finalizado el proceso de análisis de los datos que arrojaron los instrumentos aplicados en la investigación. Según Hernández et al. (2010):

En esta parte se: a) derivan conclusiones, b) explicitan recomendaciones para otras investigaciones (por ejemplo, sugerir nuevas preguntas, muestras, abordajes) y se indica lo que prosigue y lo que debe hacerse, c) evalúan las implicaciones de la investigación (teóricas y prácticas), d) establece cómo se respondieron las preguntas de investigación y si se cumplieron o no los objetivos, e) relacionan los resultados con los estudios previos, f) comentan las limitaciones de la investigación, g) destaca la importancia y significado de todo el estudio (Daymon, 2010), y h) discuten los resultados inesperados. (p. 535).

De esta manera, las conclusiones y recomendaciones constituyen la parte en la que el investigador, guiado por los objetivos que dieron pie a la investigación, determina lo que está sucediendo con los elementos del objeto de estudio y cómo pueden cambiar estos. Además, dan pie para que se puedan tomar decisiones que permitan corregir o mejorar alguno o todos los elementos que influyen en una situación real, como por ejemplo en el presente estudio, donde se analizó el proceso de gestión estratégica de los pavimentos, en aras de determinar la manera de mejorarlo con la ayuda de una herramienta informática.

En el caso de esta investigación, se logró determinar que el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos se puede mejorar a través de la implementación de un sistema de información que a su vez, integre todos los datos que intervienen en dicho proceso, debido a que actualmente dichos datos se encuentran dispersos, lo cual aumenta el tiempo para buscarlos y consultarlos, además que al no estar toda la información en un solo medio de almacenamiento, se corre el riesgo de perder datos valiosos.

### 5.1. Objetivo específico nº 1

Definir las características de los pavimentos, con el fin de determinar qué datos se necesitan para elaborar una adecuada gestión estratégica de ellos.

#### 5.1.1. Variable nº 1: características de los pavimentos

*Tabla 3: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable características de los pavimentos*

Conclusión	Recomendación
Los datos sobre las características de los pavimentos –insumos necesarios para el proceso de gestión de pavimentos- provienen de diferentes fuentes y no todos vienen listos para ser utilizados en dicho proceso.	Establecer algún procedimiento para validar la forma como se reciben dichos datos, con el fin de velar porque estos sean más fáciles de consultar y utilizar en el proceso de gestión de pavimentos.

Conclusión	Recomendación
	Integrar los datos que se reciben de las diferentes fuentes en una base de datos que permita tener la información en un solo lugar, más segura y disponible para los que necesiten utilizarla.

Fuente: elaboración propia, 2015

## 5.2. Objetivo específico nº 2

Identificar las fuentes de datos e información que intervienen en la gestión estratégica de los pavimentos, con el objeto de establecer quién las brinda y qué aportan a dicha gestión.

### 5.2.1. Variable nº 1: fuentes de datos

*Tabla 4: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable fuentes de datos*

Conclusión	Recomendación
Los datos que se recopilan de las diferentes fuentes son almacenados en varios equipos de cómputo, lo cual dificulta el acceso rápido a los mismos	Diseñar un sistema de información que permita almacenar los datos en un solo lugar, lo cual garantice la integridad y fácil acceso a éstos, aprovechando que

Conclusión	Recomendación
<p>así como el poder consultar varios datos a la vez.</p> <p>Algunos de los datos recopilados se deben procesar nuevamente de forma manual, para poder enlazarlos entre sí.</p>	<p>se cuenta con el recurso tecnológico para ello.</p> <p>Utilizar un sistema de información que automatice los procesos de análisis y consultas que se gestionan con los datos recibidos de las fuentes, a fin de promover la eficiencia y reducir la posibilidad de errores al operar el proceso manualmente.</p> <p>Usar el recurso tecnológico existente, para que por medio de un “software” se puedan almacenar los datos resultantes de las fuentes, de manera que al momento de consultarlos, se pueda hacer sin tener que recurrir a los datos que fueron suministrados de forma impresa o en archivos de computadoras.</p>

### 5.3. Objetivo específico nº 3

Analizar la conectividad y compatibilidad que las herramientas informáticas existentes brindan al proceso de gestión estratégica de los pavimentos, con el propósito de determinar si son funcionales a dicha gestión.

#### 5.3.1. Variable nº 1: compatibilidad

*Tabla 5: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable compatibilidad*

Conclusión	Recomendación
No existen problemas de compatibilidad entre los archivos que utilizan las herramientas informáticas entre sí, para el proceso de gestión de pavimentos, ya que dichas herramientas utilizan archivos de Microsoft Excel.	Aunque no existen problemas de este tipo, sí se podría mejorar este proceso si se contara con una aplicación que permita integrar los datos de los archivos generados por cada una de las herramientas informáticas en una base de datos, y así tener mayor facilidad a la hora de utilizarlos.

Fuente: elaboración propia, 2015

### 5.3.2. Variable nº 2: conectividad

*Tabla 6: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable conectividad*

Conclusión	Recomendación
<p>Existen problemas de conectividad entre los datos que proveen las herramientas informáticas existentes en la Dirección de Planificación, porque no poseen campos comunes que permitan enlazar dichos datos entre sí.</p>	<p>Desarrollar un software que permita unificar toda la información necesaria para el proceso de gestión de pavimentos, que al mismo tiempo permita darle un manejo más ágil a los datos de entrada como a los de salida.</p>
<p>Se desprende de lo anterior que existe dispersión de la información de entrada y salida al proceso de gestión de pavimentos, con lo cual se demora más tiempo en unirla para ser utilizada.</p>	<p>Con un software se podría enlazar esta información para que sea más fácil de utilizar por la herramienta “HDM-4”, que como se mencionó en el capítulo anterior, es el encargado de recolectar toda la información y procesarla para generar la modelación que permite determinar en un futuro la condición de las rutas que son objeto de análisis.</p>

Fuente: elaboración propia, 2015

#### 5.4. Objetivo específico nº 4

Determinar los requerimientos del sistema basados en las necesidades y problemas del usuario, que permitan la creación de una aplicación informática para la gestión estratégica de la información de los pavimentos de la red vial nacional, y que integre las herramientas tecnológicas de que dispone el usuario.

##### 5.4.1. Variable nº 1: requerimientos del sistema

*Tabla 7: Conclusiones y recomendaciones sobre la variable requerimientos del sistema*

Conclusión	Recomendación
Existen herramientas informáticas que apoyan mucho en la gestión de pavimentos, sin embargo, no existe integración de toda la información que se usa en torno a dicho proceso.	Definir, mediante el levantamiento de requerimientos, la manera como se puede integrar la información, mediante la creación de un sistema informático para agilizar la citada gestión, garantizando la interoperabilidad entre las herramientas informáticas existentes y el sistema que se vaya a desarrollar.

Conclusión	Recomendación
<p>Al no contar con un solo lugar en donde se almacenan los datos, el consultar información histórica puede demorar más tiempo, pues como se indicó en el capítulo anterior, cuando no se cuenta con datos actualizados deben usarse los últimos disponibles.</p>	<p>Desarrollar un sistema informático que contenga un módulo para consultar la información histórica con la que se cuenta, pues son varias las fuentes que aportan datos.</p>
<p>Si bien es cierto las herramientas informáticas existentes son un gran apoyo para el proceso de gestión de pavimentos, no existe una adecuada interacción entre éstas y los usuarios.</p>	<p>Diseñar un sistema de información que sea fácil de utilizar para el usuario, que sea interactivo con éste y que tenga una interfaz gráfica intuitiva, así como un manual de usuario donde se explique detalladamente el funcionamiento de cada una de las pantallas de dicho sistema.</p>
<p>Existen algunas actividades del proceso de gestión de pavimentos que son realizadas de forma manual, lo cual consume tiempo y aumenta la</p>	<p>Con un sistema de información, se pueden automatizar algunas actividades, lo cual reduciría el tiempo para las mismas, y de igual forma se reduciría la probabilidad de cometer un</p>

Conclusión	Recomendación
<p>posibilidad de incurrir en error por parte del usuario.</p> <p>Existen usuarios que necesitan de los datos obtenidos y/o generados del proceso de gestión de pavimentos, sin embargo no existe un mecanismo que permita consultar de forma ágil la información sobre dicha gestión.</p>	<p>error por algún dato mal digitado y/o calculado.</p> <p>Implementar un sistema informático que permita efectuar consultas parametrizadas, definidas por los diferentes usuarios que necesitan de la información sobre la gestión de pavimentos.</p>

Fuente: elaboración propia, 2015

**CAPÍTULO VI**

**PROPUESTA**

En este capítulo se presenta la propuesta ante la Dirección de Planificación Sectorial, con el fin de mejorar una de las actividades más importantes de la misma, concretamente la gestión estratégica de la información sobre los pavimentos de la Red Vial Nacional, según los objetivos planteados al inicio de esta investigación.

Dicha propuesta consiste en el desarrollo de un sistema de información que sea una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia en el proceso de gestión de pavimentos, así como también lograr la integración de la información, todo según las necesidades detectadas durante el presente estudio.

Dado que la institución cuenta con la tecnología adecuada, se puede aprovechar aún más a través de la implementación de un sistema de información que cumpla con los requerimientos de los diferentes usuarios de la Dirección de Planificación Sectorial que intervienen en el proceso de gestión estratégica de los pavimentos.

Por último, al desarrollar una herramienta informática para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, ello contribuye con el manejo adecuado de los recursos públicos, a través de la implementación de un producto informático diseñado a la medida de las necesidades de la Dirección de Planificación, y sin que la institución tenga que invertir en dicho producto.

## **6.1. ETAPA DE ANÁLISIS**

### **6.1.1. Antecedentes**

Una de las funciones de la Dirección de Planificación Sectorial es la de apoyar y asesorar al Ministro del MOPT en las áreas de infraestructura y transporte, para las cuales se elaboran planes a mediano y largo plazo para cada uno de los proyectos que se vayan a realizar. En el tema de infraestructura, le corresponde a dicha Dirección la gestión de carreteras, la cual a través de los citados planes, permiten que se desarrollen proyectos para obras nuevas o dar mantenimiento a las rutas ya existentes.

La Dirección de Planificación posee mucha información que se utiliza para la gestión de carreteras, como por ejemplo datos de tránsito, inventario vial, deterioros de las vías, etc. Algunos de estos datos son generados por funcionarios de la propia Dirección y otros provienen de fuentes internas y externas al MOPT.

Entre los datos que se originan en la propia Dirección se encuentran los correspondientes al inventario vial (los elementos que componen una ruta, a saber, los puentes, carriles, alcantarillas, tipo de superficie de pavimento, deslizamientos, etc.). Estos datos son suministrados por el Departamento de Medios de Transporte, el cual pertenece a la Dirección de Planificación Sectorial. Durante muchos años, un técnico ha recorrido la mayoría de rutas del país registrando manualmente en

formularios, los datos que presenta cada una de las rutas. Estos formularios se guardan en un archivo en la oficina, y fue hasta hace un par de años que mediante el uso de un software se comenzó a digitalizar esta información. Este software, llamado "Viziroad", fue adquirido en el año 2011 a una compañía estadounidense. Los datos que se registran con este software pueden ser exportados a archivos de texto o archivos de Excel.

En cuanto a los datos de deterioros (grietas, huecos, deformaciones, etc.), hay otra versión del mencionado software (Viziroad) que permite registrarlos propiamente en el campo. Esto se hizo hace un par de años mediante una computadora portátil, a la cual se conecta por los puertos seriales y USB, unos teclados especiales para registrar cada daño, así como también se conecta un dispositivo GPS y un odómetro, con lo cual el programa registra los datos de GPS sobre la ubicación del daño, así como el kilómetro de la ruta donde está el mismo.

Los datos de tránsito son otro elemento importante para la gestión de pavimentos. Los mismos se obtienen de unos dispositivos electrónicos que se colocan en varias rutas del país, y éstos permiten registrar la cantidad y tipo de vehículos que circulan por las carreteras. Estos aparatos poseen una batería cuya duración es de aproximadamente un mes a mes y medio, de manera que en ese lapso de tiempo un técnico se encarga de ir a recoger estos dispositivos y colocar otros para continuar con este proceso. Cuando el técnico llega a la oficina con los dispositivos, un funcionario se encarga de descargar los datos de cada uno de ellos

a una computadora; esto se realiza a través de otro software, el “Centurion”, mismo que suministró la empresa que le vendió los dispositivos electrónicos al MOPT. Una vez descargados los datos, los dispositivos son reseteados para borrar los datos que se almacenaron en ellos y son recargados de energía para volver a ser utilizados. Los reportes que genera el “Centurion” son básicos y no están muy adaptados a lo que la Dirección necesita en cuanto a la información de tránsito, de ahí que se creó un programa llamado “Programa Administrador de la Información de Tránsito” que se encarga de reprocesar los datos que se necesitan para la gestión de pavimentos.

En cuanto a las fuentes externas de datos existen tres tipos:

- A) Los departamentos que pertenecen al mismo Ministerio: por ejemplo el “Departamento de Geotecnia y Materiales”, el cual es un laboratorio grande donde se realizan pruebas para medir la resistencia y consistencia del pavimento. De aquí se obtienen los datos correspondientes a las capas que conforman el pavimento de una ruta, a saber, tipo de material y espesores de las mismas. Los resultados que se obtienen se remiten a la Dirección de Planificación en formato digital (archivo Excel) y/o impreso.
  
- B) Las instituciones adscritas al MOPT: son las que forman parte del Ministerio pero tienen cierta independencia en sus funciones, como por ejemplo:

- a. Consejo Nacional de Vialidad: se encarga de la parte de mantenimiento de las vías, así como la construcción de obra nueva por licitación. Dentro de los datos que remiten y se utilizan para la gestión de pavimentos, hay un informe de las intervenciones que se realizan (recarpeteo, asfaltado, etc.). La información se envía en formato impreso.
  
  - b. Consejo de Seguridad Vial: se encarga de velar por la seguridad tanto de los conductores como de los peatones que utilizan las vías. Los datos que aportan son referentes a los accidentes de tránsito que ocurren (tipo de accidente, ubicación del mismo en la vía, detalle de si hubo heridos/muertos, etc.). Dicha información es remitida en formato impreso.
- C) Otras instituciones: son aquellas que no pertenecen al MOPT pero que por la naturaleza de sus funciones, realizan estudios y análisis sobre la infraestructura vial. Ejemplo de esto es el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), institución que pertenece a la Universidad de Costa Rica. Posee mucho equipo especializado que permite determinar la condición del pavimento, a través de vehículos equipados con cámaras y sensores que miden diferentes datos. Esta información se remite a la Dirección de Planificación en formato digital.

Toda la información anterior se necesita cargar a un programa, el “HDM-4”, el cual es un software que se utiliza en la gestión de pavimentos. Este software modela y permite calcular a futuro cuánto podría durar en buen estado una determinada ruta, según la cantidad y tipo de vehículos que circulen por ella, así como el tipo de clima que afecte a la zona, etc. De igual manera, si se le agrega información de obras y costos, permite establecer qué tipo de intervención requerirá una carretera dentro de una cantidad de años indicada.

Respecto a la información mencionada anteriormente, es importante mencionar que la misma se encuentra dispersa en varios equipos de cómputo, ya que no existe una base de datos que integre toda esa información. De esta manera, la persona que trabaja con el software “Viziroad” tendrá la información en la computadora que usa, mientras que la persona que se encarga de usar el software “HDM-4” tendrá en su computadora, gran parte de los datos que necesita para trabajar con dicho programa, y para que este último pueda hacerlo, deberá pedirle al funcionario que trabaja con el “Viziroad” los datos que él posea.

### **6.1.2. Objetivo general**

Integrar los datos recolectados en la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, para contribuir con el proceso de gestión estratégica de los pavimentos.

#### **6.1.2.1. Objetivos específicos**

OA-1: Validar que el formato de los datos recopilados por las diferentes fuentes no tenga inconsistencias que impida la integración entre sí.

OA-2: Procesar los datos que requieran alguna conversión para poder ser utilizados durante el proceso de gestión de pavimentos.

OA-3: Registrar los datos en un único medio de almacenamiento, enlazados entre sí de manera lógica, para que la información que produzcan sea más expedita, funcional y accesible.

OA-4: Generar un módulo de consultas/reportes unificado para los diferentes usuarios que necesiten de los datos.

### 6.1.3. Diccionario de datos

El diccionario de datos es un catálogo que contiene la descripción y estructura de éstos, así como los procesos que interactúan con dichos datos. La importancia de este diccionario es que se convierte en el documento de consulta, de guía, sobre los procesos, flujos, almacenes y elementos de datos, los cuales se detallan a continuación.

- **Personas (puesto/rol de trabajo)**

Coordinador:

Descripción: es la persona encargada de realizar el proceso de gestión de pavimentos, alimentando al software que se utiliza para tal fin (“HDM-4”) con los datos recopilados de las diferentes fuentes (mencionadas en capítulos anteriores). Realiza toma de decisiones.

Registrador:

Descripción: es la persona encargada de manipular los datos, verificar que los mismos estén correctos y realizar cálculos/conversiones con ellos cuando corresponda, antes de ser utilizados por el coordinador. No realiza toma de decisiones.

Consultante:

Descripción: es la persona encargada de realizar consultas de los datos recopilados o generados durante el proceso de gestión de pavimentos. No realiza toma de decisiones.

- **Procesos que se realizan**

1. Recolectar datos:

Descripción: el Coordinador solicita los datos actualizados que requiere para la gestión de pavimentos a las siguientes fuentes: Departamento de Medios de Transporte, Departamento de Geotecnia y Materiales, LanammeUCR, CONAVI y COSEVI. Estos datos son suministrados en dos formatos:

- Formato digital: los datos de capas, deflectometría, deterioros, inventario, IRI y tránsito son brindados en archivo de Excel, por medio de correo electrónico o en disco compacto. El Coordinador verifica si dentro de los datos solicitados existen datos nuevos que deben ser incluidos en los archivos de formato Excel: “Capas”, “Deflectometría”, “Deterioros”, “Inventario”, “IRI” y “Tránsito”.
- Formato impreso: los datos de accidentes e intervenciones (trabajos que se realizan en las rutas) son suministrados de manera impresa. Al igual que en el caso anterior, el Coordinador verifica si dentro de los datos solicitados existen datos nuevos que deben ser incluidos en los

archivos de formato Excel: “Accidentes” e “Intervenciones”, para lo cual gira la orden al Registrador para que digite los datos en los citados archivos.

En ambos casos, el Coordinador verifica que los datos tengan el formato adecuado; por ejemplo, si se trabaja con medida en centímetros, que los datos recolectados tengan esa misma medida y que además el número de sección de control (identificador único) exista, ya que en algunas ocasiones hay datos con un número de sección de control que no existe.

## 2. Actualizar datos:

Descripción: el Registrador actualiza los datos recolectados en los archivos de Excel “Accidentes”, “Capas”, “Deflectometría”, “Deterioros”, “Intervenciones”, “Inventario”, “IRI”, “Sección de Control” y “Tránsito”. Antes de hacer la actualización, verifica si los datos requieren de un procesamiento adicional previo, a saber:

- Inclusión/exclusión de una sección de control: algunas veces se agrega una nueva sección de control, o se subdivide una existente en dos, aunque esto pocas veces sucede.
- Asignación del número de sección de control: los datos sobre deterioros vienen dados en el kilómetro de la ruta donde se encuentran

los mismos, de manera que hay que agregarle la sección de control respectiva, según la ubicación de dichos deterioros.

- Conversión de medida: los datos de deflectometría e IRI son generados por equipo especializado que captura los datos y produce valores numéricos que algunas veces difieren de los valores que utiliza el software “HDM-4”, razón por la cual deben realizarse operaciones matemáticas para convertir esos valores numéricos en otros acordes al citado software.

Una vez que se han verificado todos los datos, se procede a la actualización en los archivos citados anteriormente, para luego generar el archivo de Excel “RVN.xls”, el cual será utilizado como archivo de entrada por el software “HDM-4” para realizar el proceso de gestión estratégica de pavimentos.

### 3. Consultar datos:

Descripción: el Coordinador, Registrador y Consultante realizan consultas de los datos para diferentes fines (proceso de gestión estratégica de pavimentos, análisis estadísticos, análisis técnicos para valoración de proyectos, etc.) que se tienen en los archivos de formato Excel: “Accidentes”, “Capas”, “Deflectometría”, “Deterioros”, “Intervenciones”, “Inventario”, “IRI”, “Sección de Control” y “Tránsito”.

- **Almacenes de datos**

Datos de accidentes (archivo de computadora en formato Excel)

Objetivo: registro de los accidentes que reporta el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI).

Datos que contiene: número de ruta, provincia, cantón, ubicación, tipo de accidente, cantidad de personas heridas/muertas.

Datos de capas del pavimento (archivo de computadora en formato Excel)

Objetivo: registro de los datos sobre las diferentes capas y espesores de éstas, que conforman el pavimento de una determinada ruta.

Datos que contiene: número de ruta, sección de control, número de capa, tipo de material que la conforma, espesor.

Datos de deflectometría (archivo de computadora en formato Excel)

Objetivo: registro de los datos suministrados por el LanammeUCR sobre la deflectometría (uno de los parámetros para medir la condición estructural del pavimento).

Datos que contiene: número de sección de control, año del levantamiento, valor de deflectometría.

Datos de deterioros (archivo de computadora en formato Excel)

Objetivo: registro de los deterioros que se detectan en una ruta.

Datos que contiene: número de ruta, kilómetro inicial, kilómetro final, tipo de deterioro, nivel del deterioro.

Datos de intervenciones (folder impreso)

Objetivo: registro de las intervenciones (trabajos) que el CONAVI efectúa en las diferentes rutas nacionales.

Datos que contiene: fecha del trabajo, ruta, kilómetro inicial, kilómetro final, detalle de las labores realizadas.

Datos de inventario (archivo de computadora en formato Excel)

Objetivo: registro de los elementos que están presentes en cada sección de control que a su vez, conforman cada una de las rutas nacionales.

Datos que contiene: ancho de espaldón, ancho de la superficie de ruedo, cantidad de puentes/alcantarillas, cantidad de vehículos por kilómetro, cantón, descripción del tramo, distrito, estructura del pavimento, fecha en que se realizó el inventario, fecha en que se recalificó el inventario, longitud (de la sección), longitud acumulada (la suma de la longitud de cada sección según como aparezcan en la ruta), longitud por tipo de superficie (carpeta asfáltica, hormigón, lastre, tierra, tratamiento superficial bituminoso, tratamiento superficial simple; a su vez, cada tipo de material se clasifica según el estado: bueno, regular, malo), medida del derecho de vía,

número de carriles, número de sección, provincia, región, ruta, tipo de alineamiento, tipo de drenajes, tipo de espaldón, tipo de pendiente, tipo de señales de tránsito, tipo de superficie, tipo de superficie de ruedo, tipo de terreno, velocidad promedio, tránsito promedio vehicular, visibilidad.

Datos de IRI (Índice de Rugosidad) (archivo de computadora en formato Excel)

Objetivo: registro de los datos suministrados por el LanammeUCR sobre el índice de rugosidad (uno de los parámetros para medir la condición estructural del pavimento).

Datos que contiene: número de sección de control, año del levantamiento, valor de IRI.

Datos de sección de control (archivo de computadora en formato Excel)

Objetivo: registro de los datos correspondientes a las secciones de control que forman cada una de las rutas nacionales.

Datos que contiene: número de sección, provincia, cantón, región, número de ruta, secuencia, tramo, tipo de red vial, jerarquía, zona de conservación.

Datos de tránsito (archivo de computadora en formato Excel)

Objetivo: registro de datos históricos anuales del tránsito vehicular (promedio diario y composición porcentual por categorías) que circula por las diferentes rutas.

Datos que contiene: número de estación de conteo, año, TPD (tránsito promedio diario), porcentaje de vehículos de tipo livianos, carga liviana, buses, camiones de dos ejes, camiones de tres ejes, camiones de cuatro ejes y camiones de cinco o más ejes que circulan por la ruta.

- **Tecnología**

Computador de escritorio, dispositivo de almacenamiento externo (llave maya), correo electrónico institucional, internet, software “Viziroad” y “HDM-4”.

Descripción: los funcionarios del MOPT tienen asignadas computadoras de escritorio, así como también cada uno cuenta con dispositivos de almacenamiento externo (llaves mayas), correo electrónico e internet. Dos funcionarios de la Dirección de Planificación Sectorial utilizan el software “Viziroad” para el ingreso de datos sobre inventario vial, y otro funcionario utiliza el software “HDM-4” para realizar el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos. Sin embargo, dichos recursos no se aprovechan de forma plena debido a

que no existe un sistema informático que simplifique las actividades del proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos.

- **Redes / Organización / Reglas del negocio**

- Como medida de seguridad, todo funcionario del MOPT que tiene asignada una computadora, posee un usuario y contraseña para que ingrese al equipo, de manera que la manipulación que haga del mismo es de su entera responsabilidad.
- Aunque existe acceso a internet, hay muchos sitios web que están bloqueados por políticas de la institución (sitios de redes sociales, noticias, entretenimiento, etc.).
- Al existir diferentes tipos de usuario que utilizan los equipos de cómputo, la mayoría no tiene permiso para instalar programas; para esto debe hacerse una solicitud a la Dirección de Informática y ellos determinan la aprobación o no para instalar las aplicaciones solicitadas.

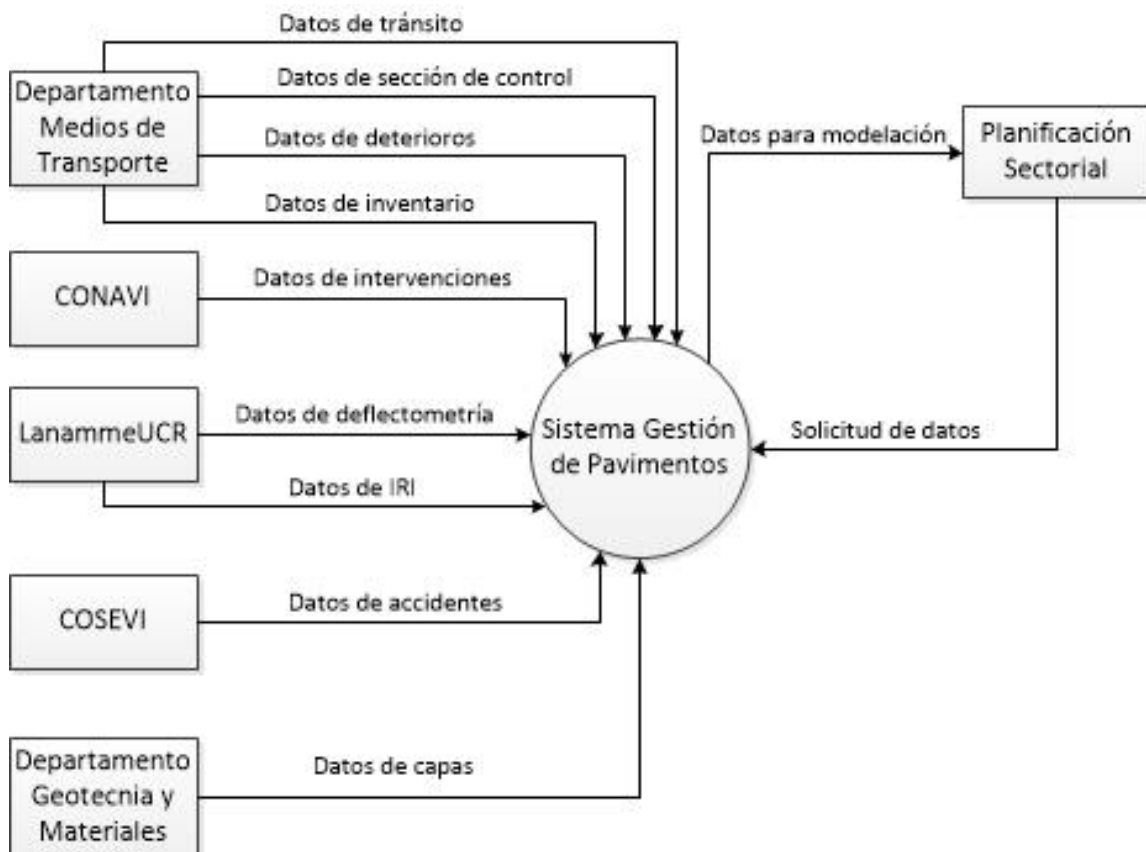
#### **6.1.4. Relación con otras actividades o sistemas**

Los datos mencionados anteriormente se utilizan para el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, proceso que se realiza mediante la utilización de dos software, el “Viziroad” que sirve para registrar la información del

inventario vial, y el software denominado “HDM-4”, el cual “recolecta” todos esos datos y genera nueva información, la cual determina aspectos tales como el tipo de deterioro que sufrirá una ruta en cierta cantidad de años, el tipo de intervención que deberá realizarse sobre ésta, etc.

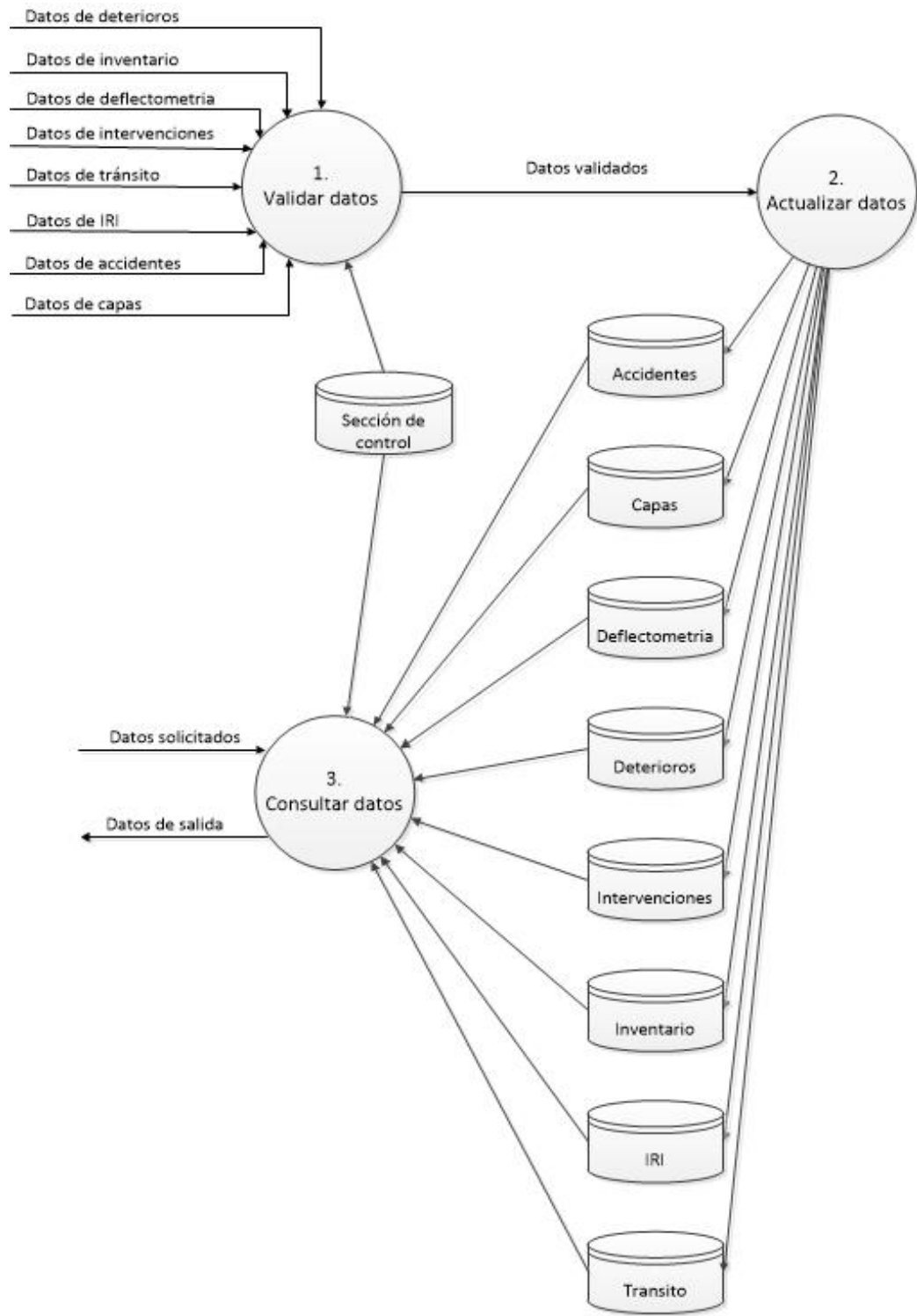
### 6.1.5. Diagramas de flujo de datos resultantes del análisis

*Ilustración 4: Diagrama de contexto – nivel 0*



Fuente: elaboración propia, 2015

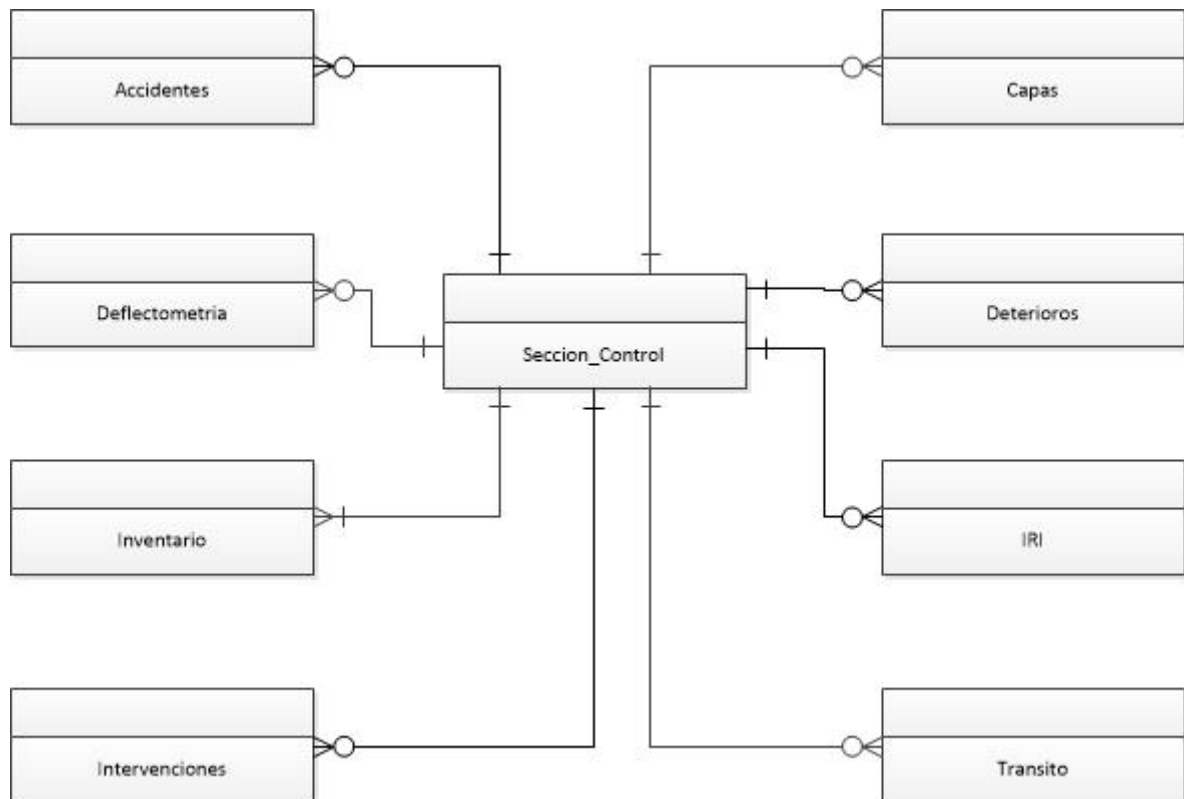
Ilustración 5: Diagrama 1 - nivel 1



Fuente: elaboración propia, 2015

### 6.1.6. Diagrama de entidad-relación resultante del análisis

*Ilustración 6: Diagrama entidad – relación*



Fuente: elaboración propia, 2015

### 6.1.7. Necesidades a resolver

- Necesidades: se definen como situaciones que son posibles de resolver pero el costo operativo para llevarlas a cabo es grande.
- Necesidades detectadas:
  - Dificultad para generar reportes parametrizados que combinen datos sobre accidentes, deflectometría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI, secciones de control y tránsito. Esto debido a que los datos se encuentran dispersos entre sí.
  - Dificultad para generar el archivo de Excel “RVN.xls” que necesita el software “HDM-4” para realizar la modelación correspondiente a la gestión estratégica de pavimentos. Esto ocurre porque algunos datos deben digitarse manualmente en el citado archivo, el cual contiene muchas columnas con datos.
  - Dificultad para generar un reporte donde se muestren los cambios que han sufrido los datos correspondientes al inventario vial. Esto debido a que no se cuenta con un archivo histórico único, en donde se reflejen los cambios que sufren los datos.

### 6.1.8. Problemas a resolver

- Problemas: se definen como situaciones que no son posibles de resolver en las circunstancias actuales ni con los recursos actuales.
- Problemas detectados:
  - Imposibilidad de asignar de manera automática, los respectivos números de sección de control a cada uno de los deterioros de la red vial nacional, importantes para el proceso de gestión estratégica de pavimentos. Esto debido a que no se cuenta con los datos de la sección de control integrados a los de deterioros.
  - Imposibilidad de mantener un registro actualizado de la información sobre las secciones de control, a saber, tipo de red vial estratégica, jerarquía, zona de conservación a la cual pertenecen, etc., que permita obtener información adicional que es utilizada por otros funcionarios de la Dirección de Planificación Sectorial. Lo anterior debido a que se manejan datos de las secciones de control en archivos separados, y algunos sufren modificaciones que no se reflejan en los otros.
  - Dependencia crítica de personas, ya que cuando el Coordinador del proceso de gestión de pavimentos está ausente, no es posible resolver de manera oportuna las consultas de información que realicen los usuarios para sus labores. Esto sucede porque no se cuenta con un acceso común a la información que se genera en la misma Dirección,

así como la que se recibe de las diferentes fuentes, internas y externas.

#### **6.1.9. Requerimientos del sistema – Etapa de análisis**

Para efectos del presente documento, entiéndase por “requerimiento” a una característica documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio. Se utilizan como datos de entrada en la etapa de diseño del producto. Establece **qué** debe hacer el sistema pero no **cómo** hacerlo.

A continuación se detallan los requerimientos identificados.

##### **RA-01**

Descripción: validar los datos recolectados de las diferentes fuentes antes de ser ingresados en los archivos.

Objetivos específicos asociados: OA-1

##### **RA-02**

Descripción: identificar aquellos datos recolectados que requieran de alguna conversión, asignación o cálculo matemático, y efectuar esto antes de ser ingresados en los archivos.

Objetivos específicos asociados: OA-2

**RA-03**

Descripción: registrar los datos referentes a accidentes, capas del pavimento, deflectometría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI y tránsito.

Objetivos específicos asociados: OA-3

**RA-04**

Descripción: realizar consultas/reportes parametrizados sobre la información referente a accidentabilidad, deflectometría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI, secciones de control y tránsito.

Objetivos específicos asociados: OA-4

**RA-05**

Descripción: generar el archivo de Excel "RVN", utilizado por el software "HDM-4" para el proceso de modelación de la condición de las rutas que conforman la red vial nacional.

Objetivos específicos asociados: OA-4

### 6.1.10. Matriz de rastreabilidad objetivos/requerimientos

*Tabla 8: Matriz de rastreabilidad objetivos/requerimientos*

	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05
OA-1	★				
OA-2		★			
OA-3			★		
OA-4				★	★

Fuente: elaboración propia, 2015

## 6.2. ETAPA DE DISEÑO

### 6.2.1. Objetivo general

Procesar los datos que se utilizan para el proceso de gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, en la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

### **6.2.2. Objetivos específicos**

OD-1: Implementar un mecanismo de seguridad que permita controlar el acceso y las acciones que los diferentes usuarios del sistema informático podrán realizar con la información almacenada en la base de datos.

OD-2: Realizar la validación de los datos recolectados sobre accidentes, capas del pavimento, deflectometría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI y tránsito, para la gestión de pavimentos, con el objetivo de que éstos no tengan inconsistencias y/o errores a la hora de ser almacenados.

OD-3: Efectuar el registro y control de los datos referentes a accidentes, capas del pavimento, deflectometría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI y tránsito, para que se integren dichos datos entre sí y permita una interacción con ellos más rápida y eficiente.

OD-4: Realizar el registro y control de la información correspondiente a las secciones de control, con el fin de que el resto de los datos que se recolectan y que se basan en dichas secciones, se integren de una manera eficaz.

OD-5: Generar el archivo de entrada que requiere el software “HDM-4” para realizar su función de modelación.

OD-6: Resolver de manera ágil las consultas y reportes de los registros mencionados en los objetivos anteriores.

### **6.2.3. Requerimientos del sistema – Etapa de diseño**

Para efectos del presente documento, entiéndase por “requerimiento” a una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio. Se utilizan como datos de entrada en la etapa de diseño del producto. Establece **qué** debe hacer el sistema pero no **cómo** hacerlo.

A continuación se detallan los requerimientos identificados.

#### **RD-01**

Descripción: registrar y consultar los usuarios del sistema informático y los perfiles que cada uno tiene asignado.

Objetivos específicos asociados: OD-1

#### **RD-02**

Descripción: permitir o denegar a los usuarios del sistema el acceso a los programas, así como las acciones que puedan efectuar o no sobre los datos, según el tipo de perfil que cada usuario tenga.

Objetivos específicos asociados: OD-1

**RD-03**

Descripción: validar de manera automática los datos recolectados sobre accidentes, capas del pavimento, deflectometría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI y tránsito, determinando si éstos poseen sección de control, en cuyo caso se debe verificar que ésta exista, teniendo en cuenta además, si se trata de datos nuevos o datos existentes que deben ser actualizados.

Objetivos específicos asociados: OD-2

**RD-04**

Descripción: generar una lista de los datos que se encuentren erróneos durante el proceso de validación.

Objetivos específicos asociados: OD-2

**RD-05**

Descripción: registrar y consultar los datos de accidentes, capas del pavimento, deflectometría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI y tránsito.

Objetivos específicos asociados: OD-3

**RD-06**

Descripción: generar de forma automática el archivo "RVN.xls", dando la opción al usuario para elegir cuáles campos de la tabla de datos que conforma dicho archivo deben o no ser actualizados.

Objetivos específicos asociados: OD-5

### **RD-07**

Descripción: registrar y consultar los datos referentes a cada una de las secciones de control.

Objetivos específicos asociados: OD-4

### **RD-08**

Descripción: asignar automáticamente la sección de control a los datos correspondientes a deterioros.

Objetivos específicos asociados: OD-3

### **RD-09**

Descripción: registrar y consultar el historial del inventario vial y los deterioros.

Objetivos específicos asociados: OD-3

### **RD-10**

Descripción: realizar consultas/reportes utilizando parámetros como fechas, tipos, etc., y que puedan ser exportados a Excel.

Objetivos específicos asociados: OD-6

#### 6.2.4. Matriz de rastreabilidad objetivos/requerimientos

*Tabla 9: Matriz de rastreabilidad objetivos/requerimientos*

	RD-01	RD-02	RD-03	RD-04	RD-05	RD-06	RD-07	RD-08	RD-09	RD-10
OD-1	★	★								
OD-2			★	★						
OD-3					★			★	★	
OD-4							★			
OD-5						★				
OD-6										★

Fuente: elaboración propia, 2015

#### 6.2.5. Controles de seguridad del sistema

El presente sistema posee un esquema de seguridad lógico, basado en la asignación de usuarios y sus respectivos roles, los cuales permiten que puedan o no realizar acciones sobre los datos almacenados.

Cuando inicia el sistema, éste solicita al usuario un nombre (de usuario) y una clave previamente suministrada para ingresar; si los datos son correctos, dependiendo del rol que tenga el usuario en el sistema, podrá acceder solamente a los programas que estén permitidos por dicho rol.

Un rol de usuario se refiere a cada uno de los diferentes tipos de actores que interactúan con el sistema informático, a quienes se les define qué acciones pueden realizar dentro de dicho sistema.

Los roles que se definieron para el presente sistema se describen a continuación.

- Administrador del sistema

Descripción: es el funcionario encargado de actualizar los datos referentes a los usuarios y sus respectivos roles.

- Registrador

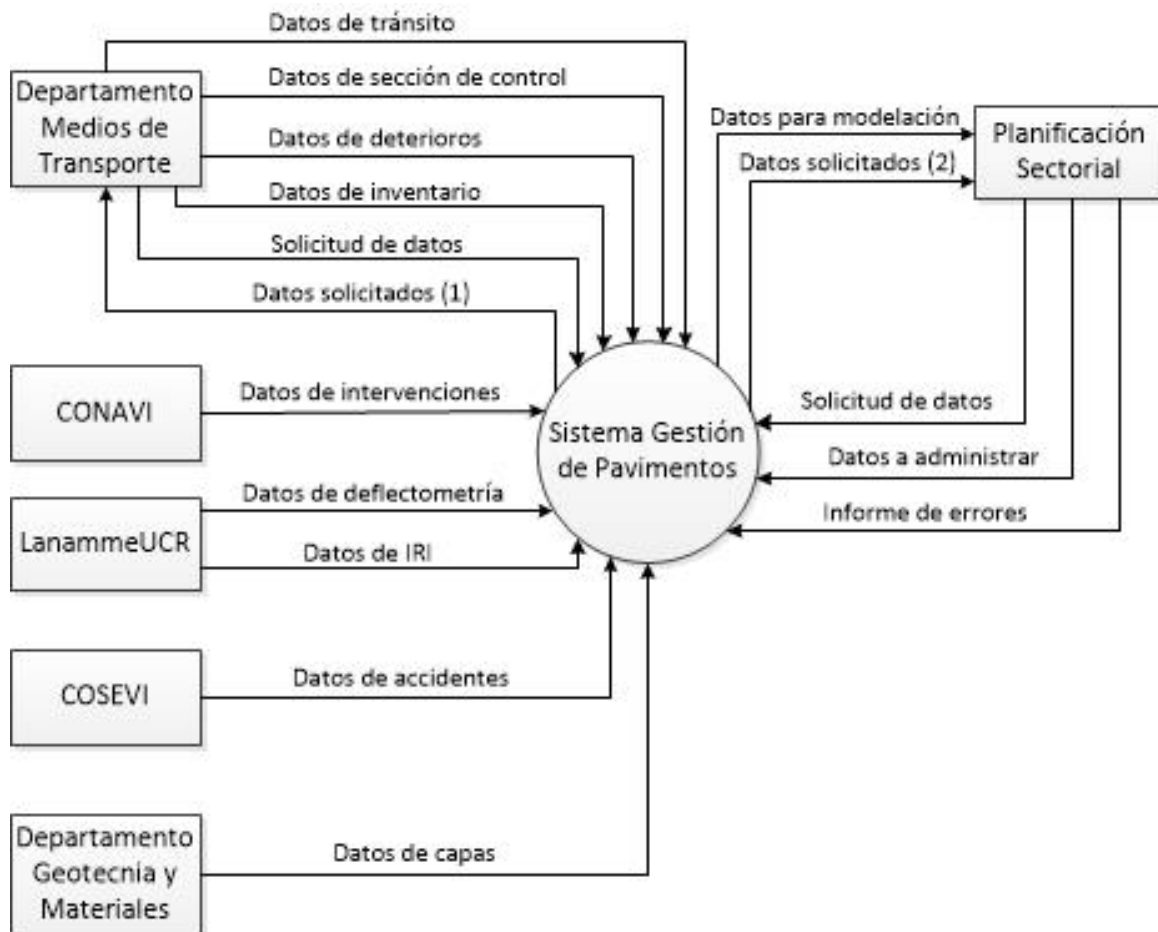
Descripción: es el funcionario encargado de registrar y consultar los datos de accidentabilidad, defletoetría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI y tránsito. No tiene ninguna restricción para modificar y consultar la información almacenada.

- Consultante

Descripción: es el funcionario que tiene acceso a la información sobre accidentabilidad, defletoetría, deterioros, intervenciones, inventario, IRI y tránsito. Solo puede consultar dicha información, no puede modificar los datos almacenados.

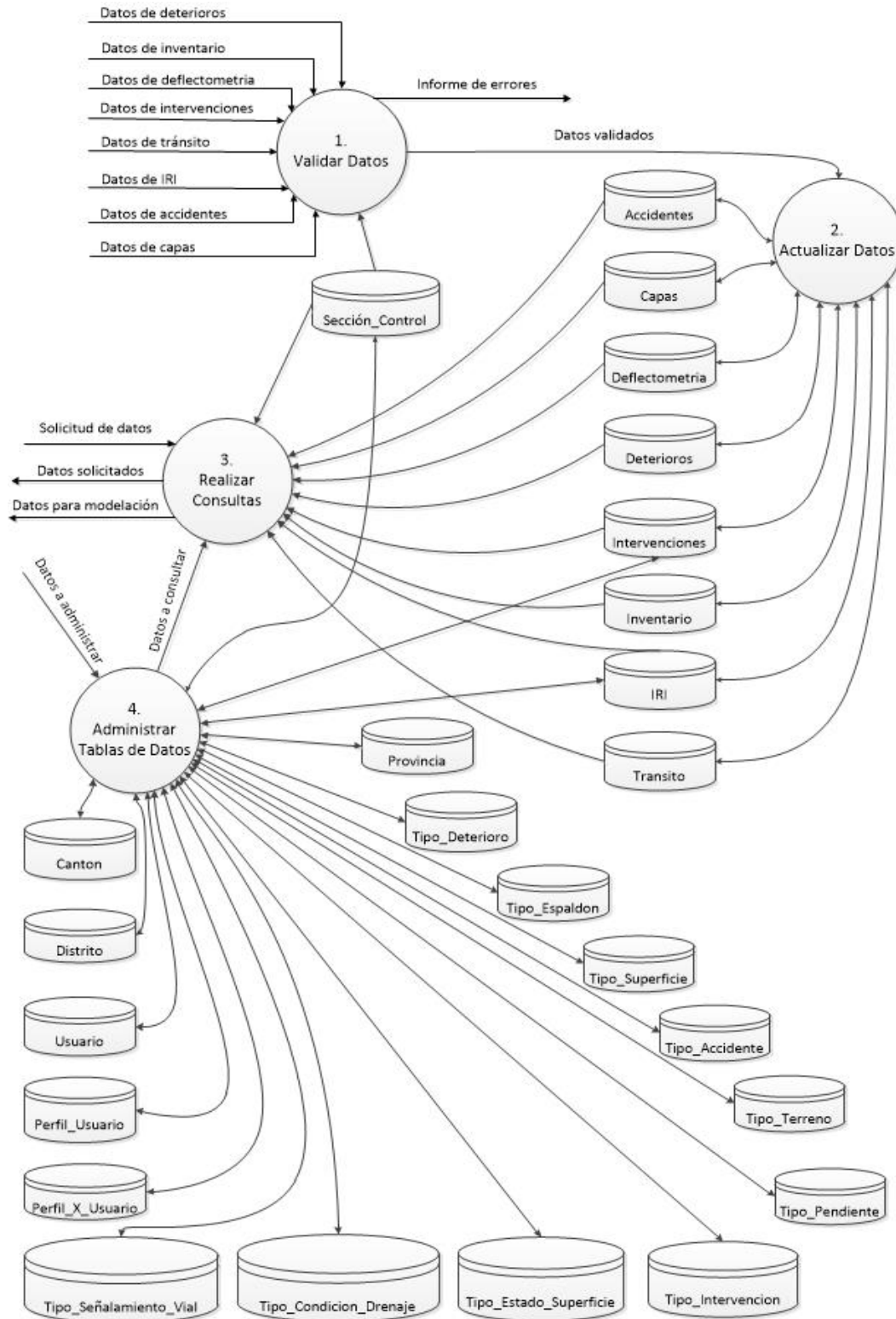
### 6.2.6. Diagramas de flujo de datos resultantes del diseño

*Ilustración 7: Diagrama de contexto – nivel 0*



Fuente: elaboración propia, 2015

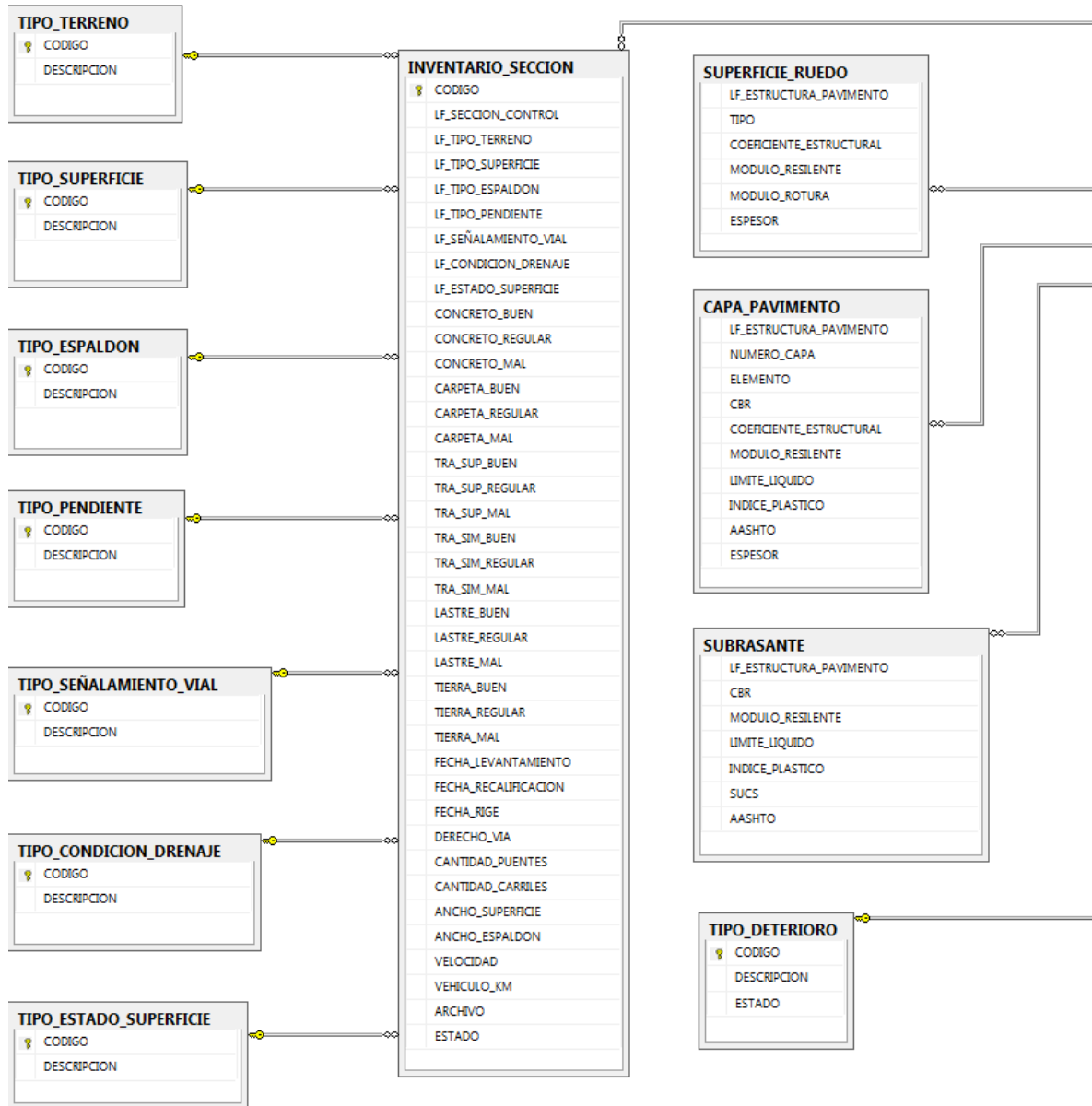
Ilustración 8: Diagrama 1 - nivel 1



Fuente: elaboración propia, 2015

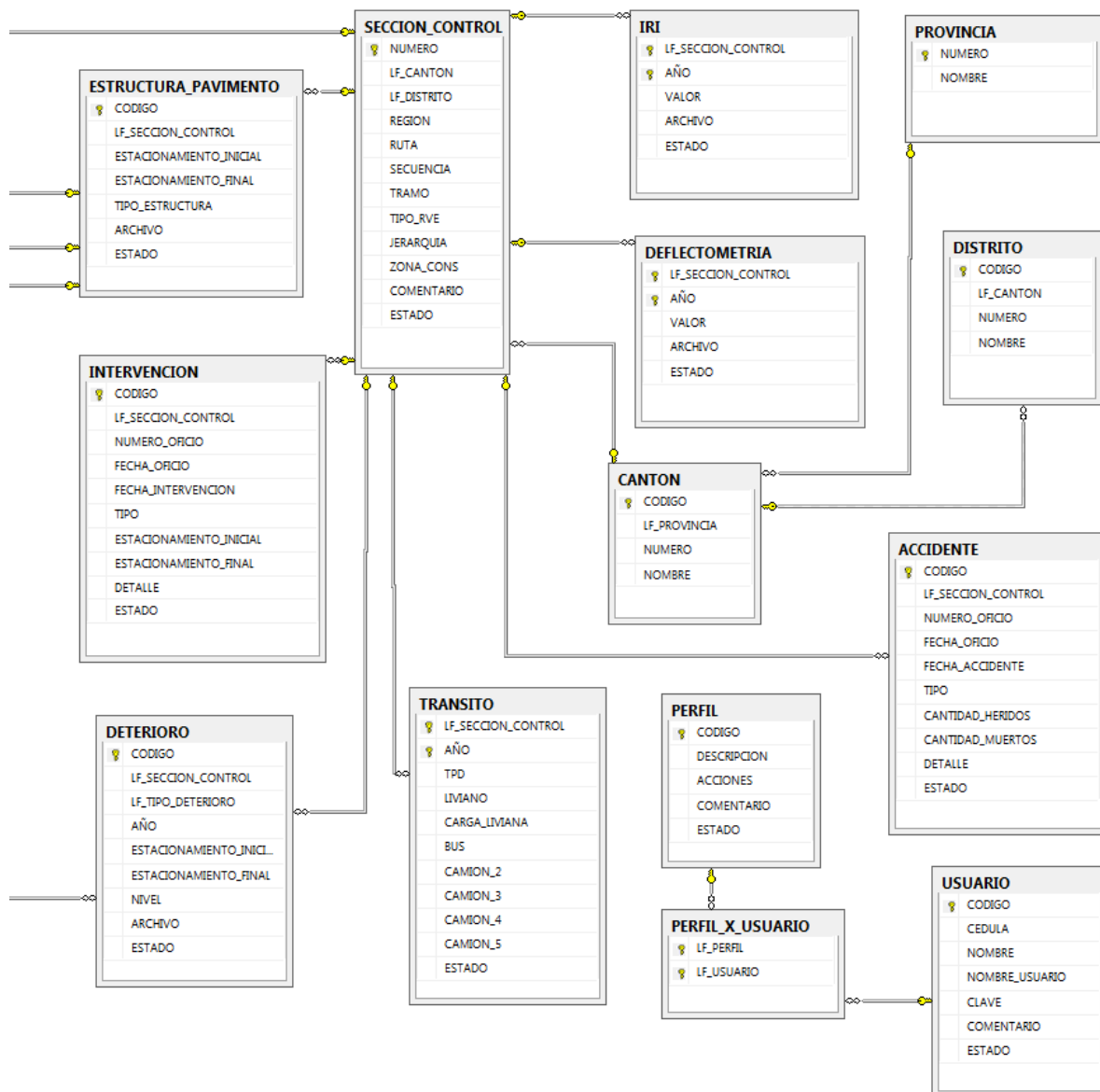
### 6.2.7. Modelo de la base de datos propuesto

Ilustración 9: Modelo de la base de datos propuesto (parte 1)



Fuente: elaboración propia, 2015

Ilustración 10: Modelo de la base de datos propuesto (parte 2)



Fuente: elaboración propia, 2015

### 6.2.8. Recursos necesarios

- Acceso a la red institucional del MOPT
- Servidor de datos que tenga instalado el sistema de base de datos SQL Server, y que éste pueda ser accesado por medio de red.
- Una computadora personal para cada usuario del sistema, con las características de hardware y software vigentes en el mercado. En dichas computadoras se instalará el programa ejecutable que accederá a la base de datos citada anteriormente, por medio de la red institucional.
- Impresora para imprimir los reportes que el sistema generará.

### 6.2.9. Diccionario de datos

El diccionario de datos es un catálogo donde se encuentran los detalles y las descripciones de los datos y procesos del sistema. Contiene además la definición de los procesos, flujos, almacenes y elementos de datos, importantes para comprender la lógica y el funcionamiento del sistema.

- **Procesos**

1. Validar datos

Archivos de entrada: Sección\_Control

Archivos de salida: Ninguno.

Descripción: proceso en el cual el Registrador valida que los datos tengan la respectiva sección de control, así como la misma unidad de medida que se utiliza y que aquellos datos que requieran de alguna conversión tengan el valor que les corresponde.

## 2. Actualizar datos

Archivos de entrada: Accidentes, Capas, Deflectometría, Deterioros, Intervenciones, Inventario, IRI, Tránsito.

Archivos de salida: Accidentes, Capas, Deflectometría, Deterioros, Intervenciones, Inventario, IRI, Tránsito.

Descripción: proceso en el cual el Registrador ingresa los datos en cada uno de los almacenes de datos.

## 3. Realizar consultas

Archivos de entrada: Accidentes, Canton, Capas, Deflectometria, Deterioros, Distrito, Intervenciones, Inventario, IRI, Perfil\_Usuario, Perfil\_X\_Usuario, Provincia, Seccion\_Control, Tipo\_Accidente, Tipo\_Condicion\_Drenaje, Tipo\_Deterioro, Tipo\_Espaldon, Tipo\_Estado\_Superficie, Tipo\_Intervencion, Tipo\_Pendiente, Tipo\_Señalamiento\_Vial, Tipo\_Superficie, Tipo\_Terreno, Transito, Usuario.

Archivos de salida: Accidentes, Canton, Capas, Deflectometria, Deterioros, Distrito, Intervenciones, Inventario, IRI, Perfil\_Usuario, Perfil\_X\_Usuario, Provincia, Seccion\_Control, Tipo\_Accidente, Tipo\_Condicion\_Drenaje,

Tipo\_Deterioro, Tipo\_Espaldon, Tipo\_Estado\_Superficie,  
 Tipo\_Intervencion, Tipo\_Pendiente, Tipo\_Señalamiento\_Vial,  
 Tipo\_Superficie, Tipo\_Terreno, Transito, Usuario.

Descripción: proceso en el cual el Coordinador, Registrador y Consultante, realizan consultas a los datos almacenados.

#### 4. Administrar tablas de datos

Archivos de entrada: Canton, Distrito, Intervenciones, Inventario,  
 Perfil\_Usuario, Perfil\_X\_Usuario, Provincia, Seccion\_Control,  
 Tipo\_Accidente, Tipo\_Condicion\_Drenaje, Tipo\_Deterioro,  
 Tipo\_Espaldon, Tipo\_Estado\_Superficie, Tipo\_Intervencion,  
 Tipo\_Pendiente, Tipo\_Señalamiento\_Vial, Tipo\_Superficie,  
 Tipo\_Terreno, Usuario.

Archivos de salida: Canton, Distrito, Intervenciones, Inventario,  
 Perfil\_Usuario, Perfil\_X\_Usuario, Provincia, Seccion\_Control,  
 Tipo\_Accidente, Tipo\_Condicion\_Drenaje, Tipo\_Deterioro,  
 Tipo\_Espaldon, Tipo\_Estado\_Superficie, Tipo\_Intervencion,  
 Tipo\_Pendiente, Tipo\_Señalamiento\_Vial, Tipo\_Superficie,  
 Tipo\_Terreno, Usuario.

Descripción: proceso en el cual el Coordinador registra los datos de las tablas principales del sistema.

- **Flujos de datos**

Datos a administrar

Descripción: corresponde a los datos sobre los códigos y descripciones que se pueden registrar en las tablas principales de la base de datos.

Datos que contiene: Codigo, Numero, Nombre, Cedula, Nombre\_Usuario, Clave, Comentario, Numero\_Oficio, Fecha\_Oficio, Fecha\_Intervencion, Estacionamiento\_Inicial, Estacionamiento\_Final, Detalle, Region, Ruta, Secuencia, Tramo, Tipo\_RVE, Jerarquia, Zona\_Cons, Numero\_Seccion\_Control, Tipo\_Terreno, Tipo\_Superficie, Tipo\_Espaldon, Tipo\_Pendiente, Señalamiento\_Vial, Condicion\_Drenaje, Estado\_Superficie, Concreto (y sus estados, bueno, regular, malo), Carpeta (y sus estados, bueno, regular, malo), Tratamiento (y sus estados, bueno, regular, malo), Lastre (y sus estados, bueno, regular, malo), Tierra (y sus estados, bueno, regular, malo), Fecha\_Levantamiento, Fecha\_Recalificacion, Fecha\_Rige, Derecho\_Via, Cantidad\_Puentes, Cantidad\_Carriles, Ancho\_Superficie, Ancho\_Espaldon, Velocidad, Vehiculo\_Kilómetro, Archivo.

Datos a consultar

Descripción: corresponde a los datos sobre los códigos y descripciones que se pueden consultar a las tablas principales de la base de datos.

Datos que contiene: Numero\_Seccion\_Control,Codigo, Provincia, Canton, Distrito, Región, Ruta, Secuencia, Tramo, Tipo\_RVE, Jerarquía, Zona\_Conservación, Tipo\_Terreno, Tipo\_Superficie, Tipo\_Espaldon, Señalamiento, Condición\_Drenaje, Estado\_Superficie, Estructura\_Pavimento, Fecha\_Inventario, Fecha\_Recalificacion, Fecha\_Proceso, Derecho\_Via, Numero\_Puentes, Numero\_Carriles, Ancho\_Superficie, Ancho\_Espaldon, Velocidad, Alineamiento\_Horizontal, Visibilidad, Vehiculo\_Kilómetro, Tipo\_Deterioro, Usuario, Contraseña, Tipo\_Perfil\_Usuario, Tipo\_Material\_Capa\_Pavimento, Espesor\_Capa.

#### Datos validados

Descripción: corresponde a los datos recolectados y que están validados.

Datos que contiene: Seccion\_Control, Año, Valor\_Deflectometria, Tipo\_Deterioro, Nivel, Tipo\_Terreno, Tipo\_Superficie, Tipo\_Espaldon, Señalamiento, Condición\_Drenaje, Estado\_Superficie, Estructura\_Pavimento, Fecha\_Inventario, Fecha\_Recalificacion, Fecha\_Proceso, Derecho\_Via, Numero\_Puentes, Numero\_Carriles, Ancho\_Superficie, Ancho\_Espaldon, Velocidad, Alineamiento\_Horizontal, Visibilidad, Vehiculo\_Kilómetro, Valor\_IRI, Año\_TPD, TPD, Porcentaje\_Livianos, Porcentaje\_Carga\_Liviana, Porcentaje\_Buses, Porcentaje\_Camion\_2\_Ejes,

Porcentaje\_Camion\_3\_Ejes,                      Porcentaje\_Camion\_4\_Ejes,  
 Porcentaje\_Camion\_5\_Ejes.

### Datos para modelación

Descripción: corresponde al archivo de Excel “RVN.xls” que necesita el software “HDM-4” para realizar el proceso de modelación.

Datos que contiene: Sect\_Id, Sect\_Name, Link\_Id, Link\_Name, Speed\_Flow, Traf\_Flow, Road\_Class, Clim\_Zone, Surf\_Class, Pave\_Type, Length, Cway\_Width, Shld\_Width, Num\_Lanes, Mt\_Aadt, Nm\_Aadt, Aadt\_Year, Direction, Rf, Num\_Rfs, Superelev, Curvature, Sigm\_Adral, Speed\_Lim, Enforcemnt, Xnmt, Xmt, Xfri, Surf\_Matrl, Hsnew, Hsold, Hbase, Res\_Modulu, Rel\_Compct, Snp\_Derive, Sn, Cbr, Snp\_Dry, D0, Benkel\_Def, Surf\_Stren, Base\_Stren, Subb\_Stren, Hsubbase, Subg\_Type, Kmodulus, Surf\_Thick, Slab\_Lenth, Elast\_Mod, Rupt\_Mod, Shrinkage, Thermalexp, Dowel\_Diam, Corr\_Coat, Joint\_Seal, Reinfsteel, Reinfplace, Base\_Thick, Base\_Modul, Base\_Type, Permeable, Cnstr\_Year, Surf\_D95, Surf\_Pi, Surf\_P02, Surf\_P425, Surf\_P075, Subg\_Pi, Subg\_P02, Subg\_P425, Subg\_P075, Subg\_D95, Subg\_Matrl, Compmethod, Cond\_Year, Roughness, Cracks\_Tot, Ravel\_Area, Phole\_Num, Edgebreak, Rut\_Depth, Text\_Depth, Skidresist, Drain\_Cond, Faulting, Spall\_Jnts, Crackslabs, Detercrack, Failureskm, Grav\_Thick, Defectsurf, Defectbase, Last\_Const, Last\_Surf, Last\_Prvt, Last\_Rehab,

Prev\_Aca, Prev\_Acw, Prev\_Nct, Lastgravel, Crack\_Crt, Ravel\_Rrf, Aca\_Init, Aca\_Prog, Acw\_Init, Acw\_Prog, Act\_Init, Act\_Prog, Ravel\_Init, Ravel\_Prog, Phole\_Init, Phole\_Prog, Edgeb\_Prog, Textd\_Fctr, Skidr\_Fctr, Skidr\_Sped, Rut\_Initdn, Rut\_Struct, Rut\_Plastc, Elanes, Patch\_Time, Drainlife, K\_Snpk, Dist\_Aca, Dist\_Acw, Dist\_Act, Rut\_Wear, Snp\_Ratio, Envir\_Fctr, Rough\_Fctr, Stud\_Tyres, Saltonroad, Drainage, Iri\_K0, Faultingk0, Spallingk0, Crackingk0, Crackdetk0, Failuresk0, Rough\_User, Surfloss, Surfgrvlos, Minsurfiri, Maxsurfiri, Subgtmloss, Subggrvlos, Minsubgiri, Maxsubgiri, Num\_Shldrs, Edge\_Step, Drain\_Type, Altitude, Shouldtype, Widn\_Width, Edgedrains, Drain\_Fctr, Nmt\_Separ, Nmtlanes, Nmt\_Ltype.

### Datos solicitados

Descripción: corresponde a los datos solicitados por el usuario a través de las consultas.

Datos que contiene: Fecha, Fecha\_Desde, Fecha\_Hasta, Tipo\_Accidente, Cantidad\_Heridos, Cantidad\_Muertos, Detalle, Seccion\_Control, Año, Valor\_Deflectometria, Tipo\_Deterioro, Nivel, Tipo\_Terreno, Tipo\_Superficie, Tipo\_Espaldon, Señalamiento, Condición\_Drenaje, Estado\_Superficie, Estructura\_Pavimento, Fecha\_Inventario, Fecha\_Recalificacion, Fecha\_Proceso, Derecho\_Via, Numero\_Puentes, Numero\_Carriles, Ancho\_Superficie,

Ancho\_Espaldon, Velocidad, Alineamiento\_Horizontal, Visibilidad,  
 Vehiculo\_Kilómetro, Valor\_IRI, Año\_TPD, TPD, Porcentaje\_Livianos,  
 Porcentaje\_Carga\_Liviana, Porcentaje\_Buses,  
 Porcentaje\_Camion\_2\_Ejes, Porcentaje\_Camion\_3\_Ejes,  
 Porcentaje\_Camion\_4\_Ejes, Porcentaje\_Camion\_5\_Ejes.

### Informe de errores

Descripción: corresponde a los errores encontrados durante el proceso de validación.

Datos que contiene: Línea, Valor, Tipo\_Error.

### Solicitud de datos

Descripción: corresponde a los datos que los diferentes usuarios del sistema pueden consultar.

Datos que contiene: Fecha, Tipo\_Accidente, Cantidad\_Heridos, Cantidad\_Muertos, Detalle, Seccion\_Control, Año, Valor\_Deflectometria, Tipo\_Deterioro, Nivel, Tipo\_Terreno, Tipo\_Superficie, Tipo\_Espaldon, Señalamiento, Condición\_Drenaje, Estado\_Superficie, Estructura\_Pavimento, Fecha\_Inventario, Fecha\_Recalificacion, Fecha\_Proceso, Derecho\_Via, Numero\_Puentes, Numero\_Carriles, Ancho\_Superficie, Ancho\_Espaldon, Velocidad, Alineamiento\_Horizontal, Visibilidad, Vehiculo\_Kilómetro, Valor\_IRI, Año\_TPD, TPD, Porcentaje\_Livianos,

Porcentaje\_Carga\_Liviana, Porcentaje\_Buses,  
Porcentaje\_Camion\_2\_Ejes, Porcentaje\_Camion\_3\_Ejes,  
Porcentaje\_Camion\_4\_Ejes, Porcentaje\_Camion\_5\_Ejes.

- **Almacenes de datos**

Accidente

Descripción: almacena los datos relacionados a los accidentes que ocurren en las carreteras nacionales.

Organización: Indexada, Llave primaria:Codigo, Llave foránea: Lf\_Seccion\_Control.

Tamaño de registro: 329.

Datos que contiene: Codigo, Lf\_Seccion\_Control, Numero\_Oficio, Fecha\_Oficio, Fecha\_Accidente, Tipo\_Accidente, Cantidad\_Heridos, Cantidad\_Muertos, Detalle, Estado.

Canton

Descripción: almacena la lista de los cantones.

Organización: Indexada, Llave primaria:Codigo, Llave foránea: Lf\_Provincia.

Tamaño de registro: 33.

Datos que contiene: Codigo, Lf\_Provincia, Numero, Nombre.

### Capa Pavimento

Descripción: almacena los datos de las capas que conforman el pavimento.

Organización: Indexada, Llave foránea: Lf\_Estructura\_Pavimento.

Tamaño de registro: 94.

Datos que contiene: Lf\_Estructura\_Pavimento, Numero\_Capa, Elemento, CBR, Coeficiente\_Estructural, Modulo\_Resilente, Limite\_Liquido, Indice\_Plastico, ASSHTO, Espesor.

### Deflectometria

Descripción: almacena los datos relacionados a la deflectometría por sección de control.

Organización: Indexada, Llave primaria: Lf\_Seccion\_Control + Año.

Tamaño de registro: 120.

Datos que contiene: Lf\_Seccion\_Control, Año, Valor, Archivo, Estado.

### Deterioro

Descripción: almacena los datos relacionados a los deterioros encontrados en las carreteras nacionales.

Organización: Indexada, Llave primaria:Codigo, Llaves foráneas: Lf\_Seccion\_Control, Lf\_Tipo\_Deterioro.

Tamaño de registro: 202.

Datos que contiene: Codigo, Lf\_Seccion\_Control, Lf\_Tipo\_Deterioro, Año, Estacionamiento\_Inicial, Estacionamiento\_Final, Nivel, Archivo, Estado.

### Distrito

Descripción: almacena los datos de los distritos.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo, Llave foránea: Lf\_Canton.

Tamaño de registro: 44.

Datos que contiene: Codigo, Lf\_Canton, Numero, Nombre.

### Estructura Pavimento

Descripción: almacena los datos generales sobre los espesores que conforman las capas del pavimento.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo, Llave foránea: Lf\_Seccion\_Control.

Tamaño de registro: 150.

Datos que contiene: Codigo, Lf\_Seccion\_Control, Estacionamiento\_Inicial, Estacionamiento\_Final, Tipo\_Estructura, Archivo, Estado.

### Intervencion

Descripción: almacena los datos relacionados a las intervenciones (trabajos) realizadas en las rutas nacionales.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo, Llave foránea: Lf\_Seccion\_Control

Tamaño de registro: 358.

Datos que contiene: Codigo, Lf\_Seccion\_Control, Numero\_Oficio, Fecha\_Oficio, Fecha\_Intervencion, Tipo\_Intervencion, Estacionamiento\_Inicial, Estacionamiento\_Final, Detalle, Estado.

### Inventario Seccion

Descripción: almacena los datos relacionados al inventario vial de cada sección de control que conforman las rutas nacionales.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo, Llaves foráneas: Lf\_Seccion\_Control, Lf\_Tipo\_Terreno, Lf\_Tipo\_Superficie, Lf\_Tipo\_Espaldon, Lf\_Tipo\_Pendiente, Lf\_Señalamiento\_Vial, Lf\_Condicion\_Drenaje, Lf\_Estado\_Superficie.

Tamaño de registro: 427.

Datos que contiene: Codigo, Lf\_Seccion\_Control, Lf\_Tipo\_Terreno, Lf\_Tipo\_Superficie, Lf\_Tipo\_Espaldon, Lf\_Tipo\_Pendiente, Lf\_Señalamiento\_Vial, Lf\_Condicion\_Drenaje, Lf\_Estado\_Superficie, Concreto\_Buen, Concreto\_Regular, Concreto\_Mal, Carpeta\_Buen, Carpeta\_Regular, Carpeta\_Mal, Tra\_Sup\_Buen, Tra\_Sup\_Regular, Tra\_Sup\_Mal, Tra\_Sim\_Buen, Tra\_Sim\_Regular, Tra\_Sim\_Mal, Lastre\_Buen, Lastre\_Regular, Lastre\_Mal, Tierra\_Buen, Tierra\_Regular, Tierra\_Mal, Fecha\_Levantamiento, Fecha\_Recalificacion, Fecha\_Rige, Derecho\_Via, Cantidad\_Puentes,

Cantidad\_Carriles, Ancho\_Superficie, Ancho\_Espaldon, Velocidad, Vehiculo\_Km, Archivo, Estado.

### IRI

Descripción: almacena los datos relacionados al índice de rugosidad del pavimento.

Organización: Indexada, Llave primaria: Lf\_Seccion\_Control + Año.

Tamaño de registro: 120.

Datos que contiene: Lf\_Seccion\_Control, Año, Valor, Archivo, Estado.

### Perfil

Descripción: almacena los datos relacionados a los tipos de perfiles de usuario que interactúan con el sistema.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo.

Tamaño de registro: 262.

Datos que contiene: Codigo, Acciones, Descripcion, Comentario, Estado.

### Perfil X Usuario

Descripción: almacena los datos relacionados a los tipos de perfiles por cada usuario que interactúan con el sistema.

Organización: Indexada, Llave primaria: Lf\_Perfil + Lf\_Usuario.

Tamaño de registro: 2.

Datos que contiene: Lf\_Perfil, Lf\_Usuario.

### Provincia

Descripción: almacena los datos del código y nombre de las provincias.

Organización: Indexada, Llave primaria: Numero.

Tamaño de registro: 16.

Datos que contiene: Numero, Nombre.

### Seccion\_Control

Descripción: almacena los datos relacionados a la sección de control de cada ruta.

Organización: Indexada, Llave primaria: Numero, Llaves foráneas: Lf\_Canton, Lf\_Distrito.

Tamaño de registro: 573.

Datos que contiene: Numero, Lf\_Canton, Lf\_Distrito, Region, Ruta, Secuencia, Tramo, Tipo\_RVE, Jerarquia, Zona\_Cons, Comentario, Estado.

### Subrasante

Descripción: almacena los datos relacionados a la capa subrasante que conforma la ruta.

Organización: Indexada, Llave foránea: Lf\_Estructura\_Pavimento.

Tamaño de registro: 62.

Datos que contiene: Lf\_Estructura\_Pavimento, CBR, Modulo\_Resilente, Limite\_Liquido, Indice\_Plastico, SUCS, AASHTO.

### Superficie Ruedo

Descripción: almacena los datos relacionados a la superficie de ruedo que conforma la ruta.

Organización: Indexada, Llave foránea: Lf\_Estructura\_Pavimento.

Tamaño de registro: 58.

Datos que contiene: Lf\_Estructura\_Pavimento, Tipo, Coeficiente\_Estructural, Modulo\_Resilente, Modulo\_Rotura, Espesor.

### Tipo Condicion Drenaje

Descripción: almacena los códigos de los tipos de condición de drenajes existentes en la ruta, especificados en el inventario vial.

Organización: Indexada, Llave primaria:Codigo.

Tamaño de registro: 151.

Datos que contiene: Codigo, Descripcion.

### Tipo Deterioro

Descripción: almacena los datos relacionados a los tipos de deterioro de las rutas.

Organización: Indexada, Llave primaria:Codigo.

Tamaño de registro: 42.

Datos que contiene: Codigo, Descripcion, Estado.

### Tipo Espaldon

Descripción: almacena los códigos de los tipos de espaldón especificados en el inventario vial.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo.

Tamaño de registro: 51.

Datos que contiene: Codigo, Descripcion.

### Tipo Estado Superficie

Descripción: almacena los códigos de los tipos de estado de la superficie del pavimento, especificado en el inventario vial.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo.

Tamaño de registro: 51.

Datos que contiene: Codigo, Descripcion.

### Tipo Pendiente

Descripción: almacena los códigos de los tipos de pendientes especificados en el inventario vial.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo.

Tamaño de registro: 101.

Datos que contiene: Codigo, Descripcion.

### Tipo Señalamiento Vial

Descripción: almacena los códigos de la condición del señalamiento vial especificado en el inventario vial.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo.

Tamaño de registro: 51.

Datos que contiene: Codigo, Descripcion.

### Tipo Superficie

Descripción: almacena los códigos de los tipos de superficie especificados en el inventario vial.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo.

Tamaño de registro: 151.

Datos que contiene: Codigo, Descripcion.

### Tipo Terreno

Descripción: almacena los códigos de los tipos de terreno especificados en el inventario vial.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo.

Tamaño de registro: 51.

Datos que contiene: Codigo, Descripcion.

### Transito

Descripción: almacena los datos relacionados al tránsito promedio diario (TPD) y la composición porcentual clasificada por tipo de vehículo.

Organización: Indexada, Llave primaria: Lf\_Seccion\_Control + Año.

Tamaño de registro: 102.

Datos que contiene: Lf\_Seccion\_Control, Año, Tpd, Liviano, Carga\_Liviana, Bus, Camion\_2, Camion\_3, Camion\_4, Camion\_5, Estado.

### Usuario

Descripción: almacena los datos relacionados a los usuarios registrados en el sistema.

Organización: Indexada, Llave primaria: Codigo.

Tamaño de registro: 337.

Datos que contiene: Codigo, Cedula, Nombre, Nombre\_Usuario, Clave, Comentario, Estado.

- **Elementos de datos**

### AASHTO

Alias: ninguno.

Descripción: tipo de norma de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 10 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Acciones

Alias: ninguno.

Descripción: las acciones que pueden realizar los usuarios según el perfil que posean.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 30 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Ancho Espaldon

Alias: ninguno.

Descripción: medida del ancho de espaldón de la vía.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Ancho Superficie

Alias: ninguno.

Descripción: rango de medida del ancho de la vía.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 15 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Año

Alias: ninguno.

Descripción: año en que se realizó el levantamiento del IRI.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números entre 1980 y 2050.

### Archivo

Alias: ninguno.

Descripción: nombre del archivo de donde se tomaron los datos.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 100 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Bus

Alias: ninguno.

Descripción: porcentaje de vehículos tipo bus.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Camion\_2

Alias: ninguno.

Descripción: porcentaje de vehículos tipo camión de 2 ejes.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Camion\_3

Alias: ninguno.

Descripción: porcentaje de vehículos tipo camión de 3 ejes.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Camion\_4

Alias: ninguno.

Descripción: porcentaje de vehículos tipo camión de 4 ejes.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Camion\_5

Alias: ninguno.

Descripción: porcentaje de vehículos tipo camión de 5 o más ejes.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Cantidad Carriles

Alias: ninguno.

Descripción: número de carriles que posee una vía.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números entre 1 y 8.

### Cantidad Heridos

Alias: ninguno.

Descripción: cantidad de personas heridas.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Cantidad Muertos

Alias: ninguno.

Descripción: cantidad de personas muertas.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

#### Cantidad Puentes

Alias: ninguno.

Descripción: cantidad de puentes y alcantarillas existentes en la vía.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 2 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

#### Carga Liviana

Alias: ninguno.

Descripción: porcentaje de vehículos de carga liviana.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

#### Carpeta Buen

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en carpeta asfáltica, en buen estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Carpeta Mal

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en carpeta asfáltica, en mal estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Carpeta Regular

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en carpeta asfáltica, en regular estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### CBR

Alias: ninguno.

Descripción: California Bearing Ratio (Relación de Soporte de California);  
valor de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Cedula

Alias: ninguno.

Descripción: número de cédula del usuario del sistema.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 10 caracteres.

Valores: caracteres 0 a 9.

### Clave

Alias: ninguno.

Descripción: contraseña para ingresar al sistema.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 15 caracteres.

Valores: cualquier letra o número del 0 a 9.

### Codigo

Alias: ninguno.

Descripción: identificador único de registro.

Tipo de dato: entero numérico.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Coeficiente Estructural

Alias: ninguno.

Descripción: valor del coeficiente estructural de la superficie de ruedo.

Tipo de dato: número decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números menores a 1.

### Comentario

Alias: ninguno.

Descripción: alguna nota adicional que se desee agregar.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 200 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Concreto Buen

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en concreto, en buen estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Concreto Mal

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en concreto, en mal estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Concreto Regular

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en concreto, en regular estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Derecho Vía

Alias: ninguno.

Descripción: medida del derecho de vía.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 15 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Descripcion

Alias: ninguno.

Descripción: detalle de algún código, tipo o elemento de lista.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 100 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Detalle

Alias: ninguno.

Descripción: explicación o complemento de información.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 200 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Elemento

Alias: ninguno.

Descripción: tipo de capa de pavimento.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 10 caracteres.

Valores: "BASE", "SUB-BASE"

### Espesor

Alias: ninguno.

Descripción: espesor de la capa.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Estacionamiento Final

Alias: ninguno.

Descripción: punto en donde inicia la medición de un elemento de la superficie.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 6 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Estacionamiento Inicial

Alias: ninguno.

Descripción: punto en donde inicia la medición de un elemento de la superficie.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 6 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Estado

Alias: ninguno.

Descripción: valor que indica el estado del registro.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 1 caracter.

Valores: "A": Activo, "E": Eliminado, "H": Histórico.

### Fecha Accidente

Alias: ninguno.

Descripción: fecha en que ocurrió un accidente.

Tipo de dato: fecha.

Tamaño: 8 dígitos.

Valores: cualquier fecha válida entre 01/01/1980 y el 31/12/2050.

### Fecha Intervencion

Alias: ninguno.

Descripción: fecha en que se realizó la intervención.

Tipo de dato: fecha.

Tamaño: 8 dígitos.

Valores: cualquier fecha válida entre 01/01/1980 y el 31/12/2050.

### Fecha Levantamiento

Alias: ninguno.

Descripción: fecha en que se realizó el levantamiento del inventario.

Tipo de dato: fecha.

Tamaño: 8 dígitos.

Valores: cualquier fecha válida entre 01/01/1980 y el 31/12/2050.

### Fecha Oficio

Alias: ninguno.

Descripción: fecha del oficio (documento).

Tipo de dato: fecha.

Tamaño: 8 dígitos.

Valores: cualquier fecha válida entre 01/01/1985 y el 31/12/2050.

### Fecha Recalificacion

Alias: ninguno.

Descripción: fecha en que se recalificó el inventario.

Tipo de dato: fecha.

Tamaño: 8 dígitos.

Valores: cualquier fecha válida entre 01/01/1985 y el 31/12/2050.

### Fecha Rige

Alias: ninguno.

Descripción: fecha a partir de la cual rige el inventario.

Tipo de dato: fecha.

Tamaño: 8 dígitos.

Valores: cualquier fecha válida entre 01/01/1985 y el 31/12/2050.

### Indice Plastico

Alias: ninguno.

Descripción: valor del índice plástico de la capa que conforma el pavimento.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Jerarquía

Alias: ninguno.

Descripción: orden de importancia de la sección de control.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 2 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Lastre Buen

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en lastre, en buen estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Lastre Mal

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en lastre, en mal estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Lastre Regular

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en lastre, en regular estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

Lf Canton

Alias: ninguno.

Descripción: código del cantón asociado.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 2 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

Lf Condicion Drenaje

Alias: ninguno.

Descripción: código de la condición del drenaje.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 2 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

Lf Distrito

Alias: ninguno.

Descripción: código del distrito.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Lf Estado Superficie

Alias: ninguno.

Descripción: código del estado de la superficie de ruedo.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 2 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Lf Estructura Pavimento

Alias: ninguno.

Descripción: código de la estructura del pavimento.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 2 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Lf Perfil

Alias: ninguno.

Descripción: código del perfil del usuario.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

Lf Provincia

Alias: ninguno.

Descripción: código de la provincia.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números mayores a cero.

Lf Seccion Control

Alias: ninguno.

Descripción: número de sección de control.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

Lf Señalamiento Vial

Alias: ninguno.

Descripción: código del tipo de señalamiento vial.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números mayores a cero.

Lf Tipo Deterioro

Alias: ninguno.

Descripción: código del tipo de deterioro de un pavimento.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 2 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

Lf Tipo Espaldon

Alias: ninguno.

Descripción: código del tipo de espaldón.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números mayores a cero.

Lf Tipo Pendiente

Alias: ninguno.

Descripción: código del tipo de pendiente.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números mayores a cero.

### Lf Tipo Superficie

Alias: ninguno.

Descripción: código del tipo de superficie de ruedo.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números mayores a cero.

### Lf Tipo Terreno

Alias: ninguno.

Descripción: código del tipo de terreno.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números mayores a cero.

### Lf Usuario

Alias: ninguno.

Descripción: código del usuario.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Limite Liquido

Alias: ninguno.

Descripción: valor máximo de líquido de una capa de pavimento.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Liviano

Alias: ninguno.

Descripción: porcentaje de vehículos livianos.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 4 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Modulo Resilente

Alias: ninguno.

Descripción: valor del módulo resiliente de una capa de pavimento.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Modulo Rotura

Alias: ninguno.

Descripción: valor del módulo de rotura de una capa de pavimento.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Nombre

Alias: ninguno.

Descripción: nombre de algún elemento.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 100 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Nombre Usuario

Alias: ninguno.

Descripción: nombre de usuario para identificarse en el sistema.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 10 caracteres.

Valores: cualquier letra o número.

### Numero

Alias: ninguno.

Descripción: número que identifica a un elemento, como una sección de control, provincia, cantón o distrito.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Numero Capa

Alias: ninguno.

Descripción: número de la capa que conforma un pavimento.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números mayores a cero.

### Numero Oficio

Alias: ninguno.

Descripción: identificador de un oficio (documento).

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 40 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Region

Alias: ninguno.

Descripción: número de la región a la que pertenece una sección de control, según la clasificación dada por el MOPT.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 1 dígito.

Valores: números mayores a cero.

### Ruta

Alias: ninguno.

Descripción: número de una ruta nacional.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Secuencia

Alias: ninguno.

Descripción: número que indica el orden en que aparece cada sección de control que conforma una ruta.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 2 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### SUCS

Alias: ninguno.

Descripción: valor según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 5 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Tierra Buen

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en tierra, en buen estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Tierra Mal

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en tierra, en mal estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Tipo Accidente

Alias: ninguno.

Descripción: tipo de accidente.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 15 caracteres.

Valores: "ATROPELLO", "COLISIÓN", "FALLA MECÁNICA",  
"INCENDIO", "OTRO", "VUELCO".

### Tipo Estructura

Alias: ninguno.

Descripción: tipo de estructura de pavimento.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 15 caracteres.

Valores: "FLEXIBLE", "SEMI-RÍGIDO", "RÍGIDO".

### Tipo Intervencion

Alias: ninguno.

Descripción: tipo de intervención que se realiza sobre una ruta.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 20 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Tipo\_RVE

Alias: ninguno.

Descripción: tipo de red vial estratégica.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 100 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Tipo\_Superficie

Alias: ninguno.

Descripción: Tipo de superficie de ruedo.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 20 caracteres.

Valores: "CARPETA ASFÁLTICA", "LOSA DE CONCRETO".

### TPD

Alias: ninguno.

Descripción: tránsito promedio diario.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

Tra Sim Buen

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en tratamiento simple, en buen estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

Tra Sim Mal

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en tratamiento simple, en mal estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

Tra Sim Regular

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en tratamiento simple, en regular estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

Tra Sup Buen

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en tratamiento superficial, en buen estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

Tra Sup Mal

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en tratamiento superficial, en mal estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

Tra Sup Regular

Alias: ninguno.

Descripción: longitud de la vía en tratamiento superficial, en regular estado.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 5 dígitos.

Valores: números mayores o iguales a cero.

### Tramo

Alias: ninguno.

Descripción: lugar desde donde inicia hasta donde termina una sección de control.

Tipo de dato: alfanumérico.

Tamaño: 255 caracteres.

Valores: cualquier valor alfanumérico.

### Valor

Alias: ninguno.

Descripción: valor de Deflectometría y de IRI.

Tipo de dato: numérico decimal.

Tamaño: 6 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Vehiculo\_Km

Alias: ninguno.

Descripción: promedio de la cantidad de vehículos por kilómetro.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Velocidad

Alias: ninguno.

Descripción: promedio de la velocidad de un vehículo.

Tipo de dato: numérico entero.

Tamaño: 3 dígitos.

Valores: números mayores a cero.

### Zona Cons

Alias: ninguno.

Descripción: zona de conservación vial, según la clasificación asignada por el CONAVI.

Tipo de dato: alfanumérico.

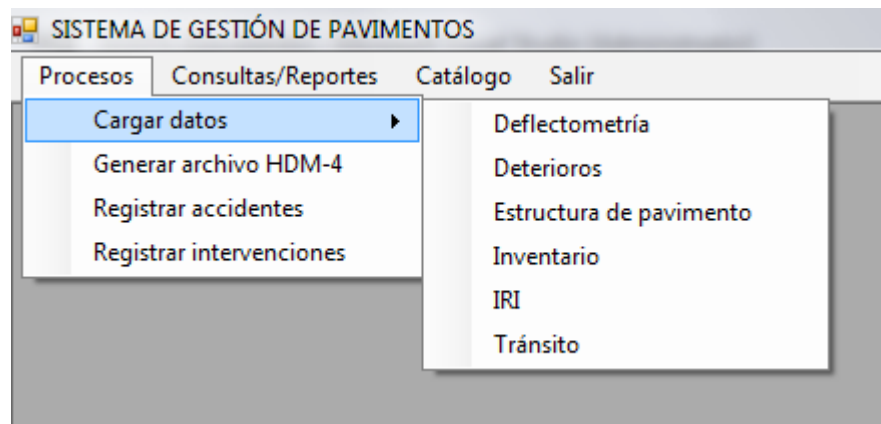
Tamaño: 3 caracteres.

Valores: números del 1 al 9, "SD", "-".

### 6.2.10. Diseño visual preliminar de menús, programas y reportes

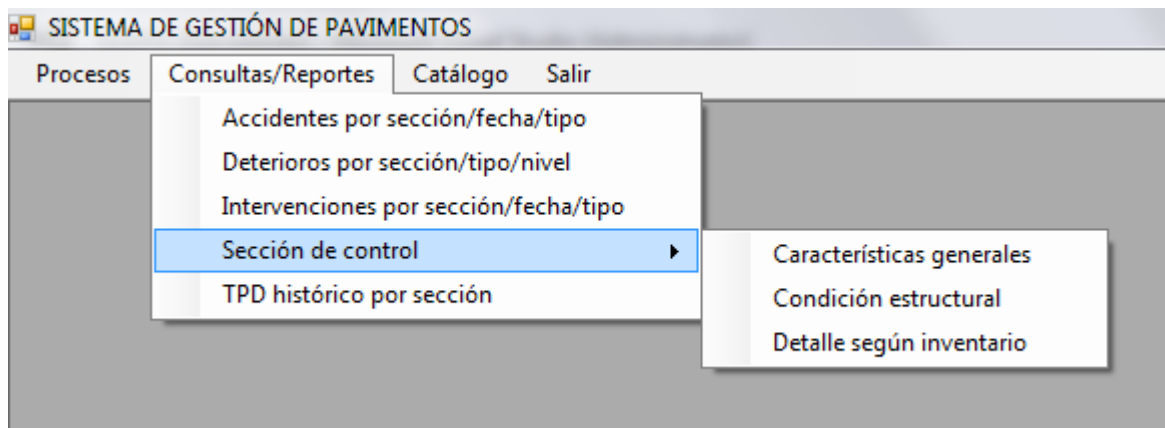
El menú principal del sistema está conformado de la siguiente manera:

*Ilustración 11: Pantalla submenú de procesos*



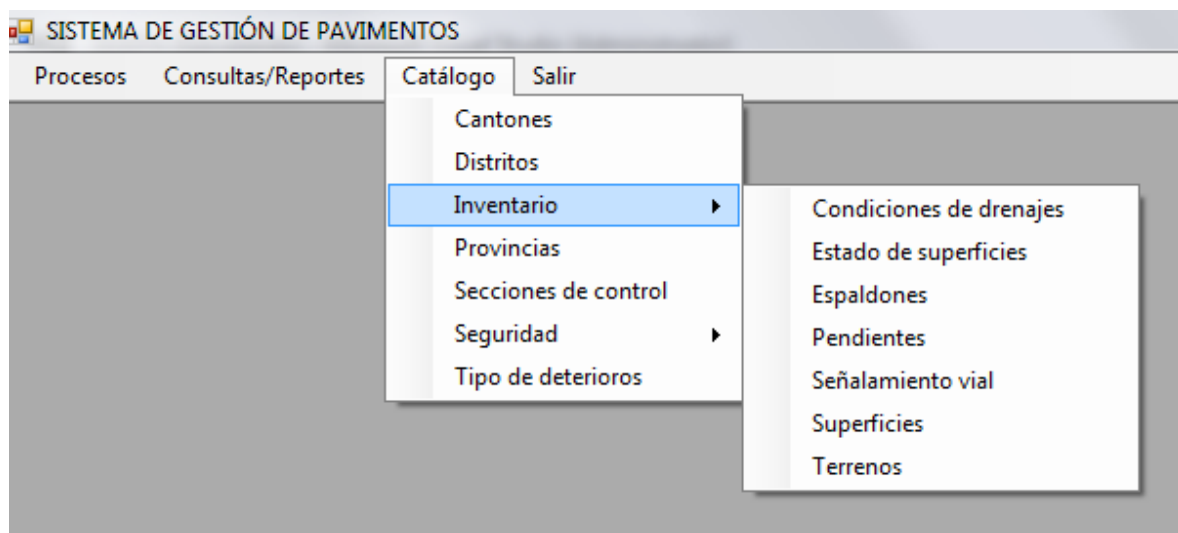
Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 12: Pantalla submenú de consultas/reportes*



Fuente: elaboración propia, 2015

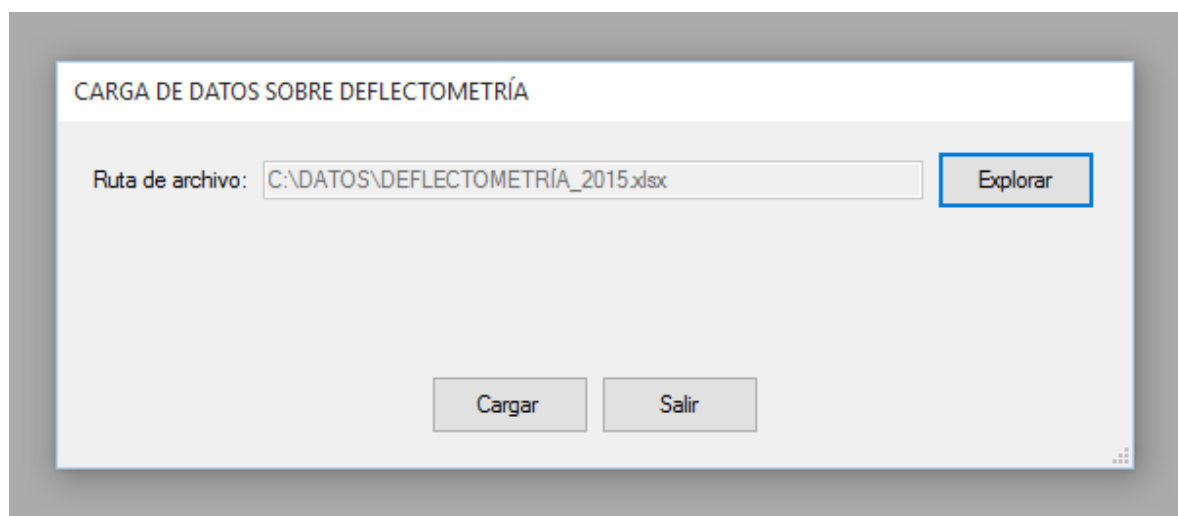
*Ilustración 13: Pantalla submenú de catálogo*



Fuente: elaboración propia, 2015

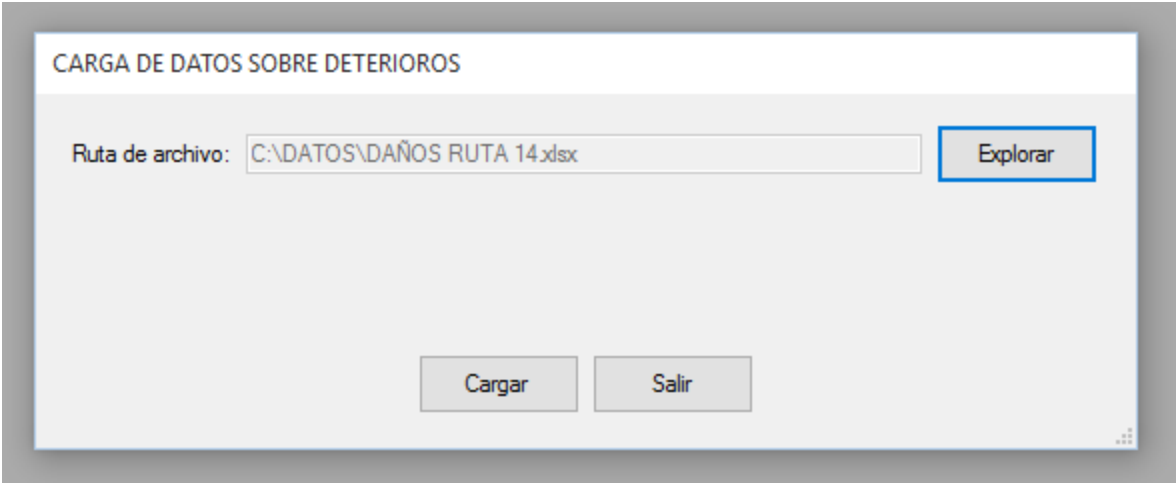
Programas del menú procesos

*Ilustración 14: Pantalla carga de datos de deflectometría*



Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 15: Pantalla carga de datos de deterioros*

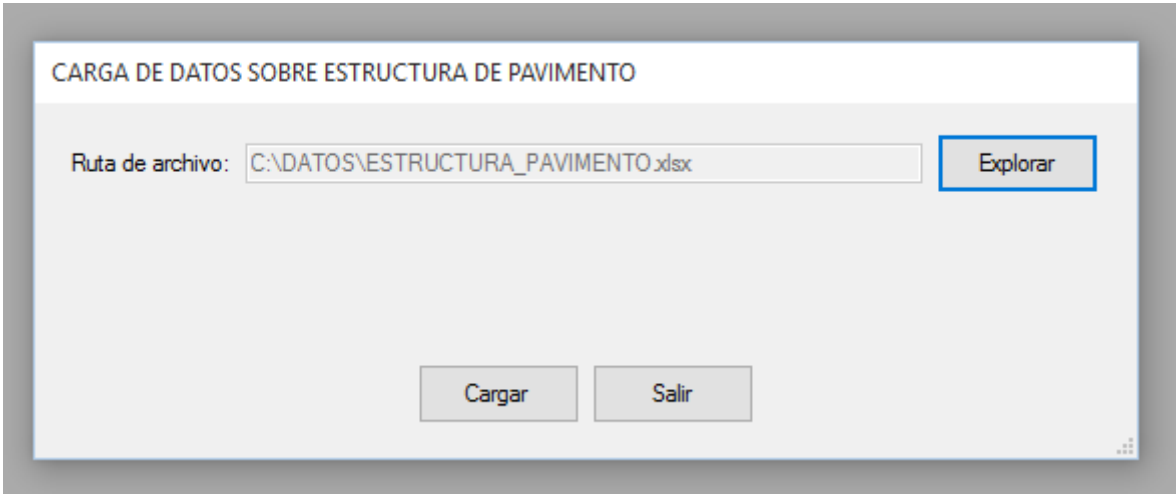


CARGA DE DATOS SOBRE DETERIOROS

Ruta de archivo:

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 16: Pantalla carga de datos sobre estructura de pavimento*

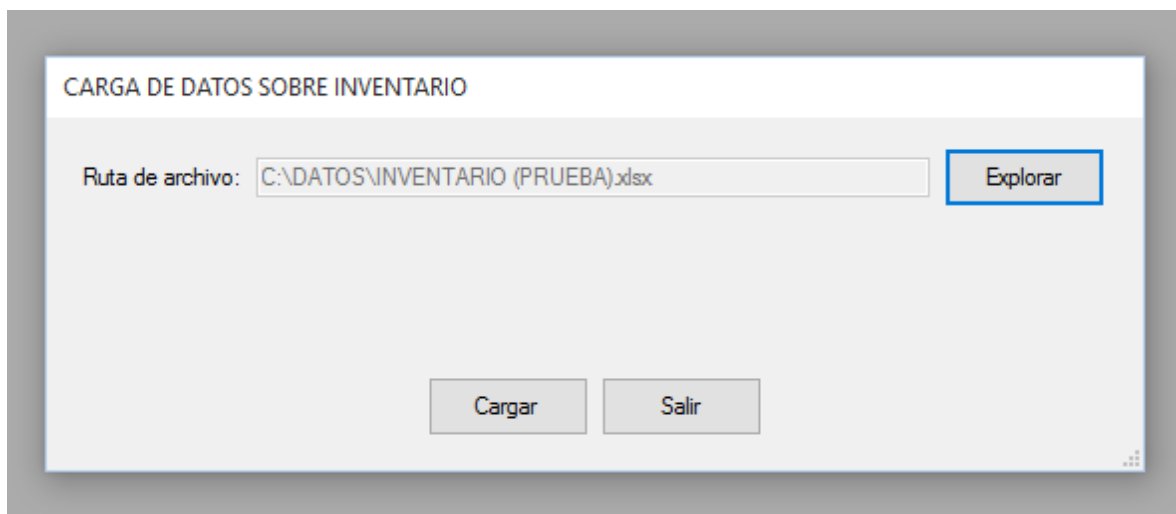


CARGA DE DATOS SOBRE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Ruta de archivo:

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 17: Pantalla carga de datos sobre inventario*

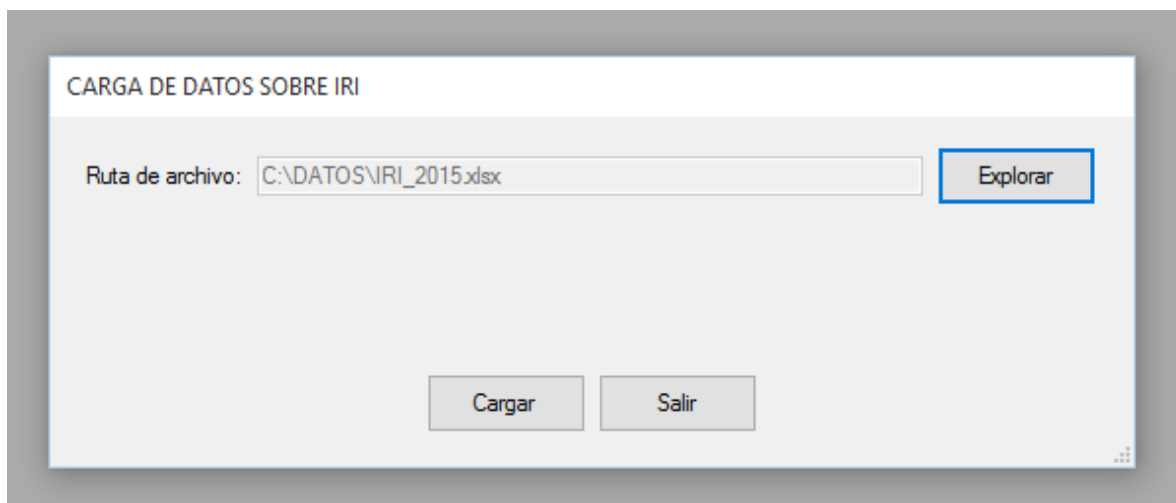


CARGA DE DATOS SOBRE INVENTARIO

Ruta de archivo:

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 18: Pantalla carga de datos sobre IRI*



CARGA DE DATOS SOBRE IRI

Ruta de archivo:

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 19: Pantalla carga de datos sobre tránsito*

CARGA DE DATOS SOBRE TRÁNSITO

Ruta de archivo:

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 20: Pantalla generación de archivo para HDM-4*

GENERACIÓN DE ARCHIVO PARA HDM-4

Ruta de archivo:

Seleccione el año de los datos:

Deflectometría:	<input type="text" value="2014"/>	▼
Deterioros:	<input type="text" value="2015"/>	▼
IRI:	<input type="text" value="2014"/>	▼
TPD:	<input type="text" value="2014"/>	▼

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 21: Pantalla registro de accidentes*

REGISTRO DE ACCIDENTES

Fecha Oficio: 21/ 9/2015 N° Oficio: CSV-2015-0045 Fecha Accidente: 31/ 8/2015

Tipo: COLISIÓN Sección de Control: 10001 Heridos: 2 Mueertos: 0

Detalle: FALSO ADELANTAMIENTO.

Nuevo Guardar Buscar Modificar Eliminar Cancelar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 22: Pantalla registro de intervenciones*

REGISTRO DE INTERVENCIONES

Fecha Oficio: 17/ 9/2015 N° Oficio: 456 Fecha Intervención: 7/ 9/2015

Tipo: MEJORAMIENTO Sección de Control: 21072

Estacionamiento Inicial: 3.897 Estacionamiento Final: 4.904

Detalle: COLOCACIÓN DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE Y DEMARCACIÓN DE LA VÍA.

Nuevo Guardar Buscar Modificar Eliminar Cancelar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

Submenú Catálogo contiene los siguientes programas:

*Ilustración 23: Pantalla catálogo de cantones*

CATÁLOGO DE CANTONES

Provincia:  N° Cantón:

Nombre:

	Provincia	N° Cantón	Nombre
▶	GUANACASTE	7	ABANGARES
	SAN JOSÉ	12	ACOSTA
	PUNTARENAS	6	AGUIRRE
	ALAJUELA	1	ALAJUELA
	SAN JOSÉ	10	ALAJUELITA
	ALAJUELA	11	ALFARO RUIZ
	CARTAGO	6	ALVARADO
	SAN JOSÉ	6	ASERRÍ
	ALAJUELA	5	ATENAS
	GUANACASTE	4	BAGACES

Nuevo Guardar Modificar Eliminar Cancelar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

Ilustración 24: Pantalla catálogo de distritos

CATÁLOGO DE DISTRITOS

Cantón: PUNTARENAS N° Distrito: 14

Nombre: ACAPULCO

	Cantón	N° Distrito	Nombre
▶	PUNTARENAS	14	ACAPULCO
	COTO BRUS	3	AGUABUENA
	CARTAGO	5	AGUACALIENTE (SAN FRANCISCO)
	UPALA	2	AGUAS CLARAS
	SAN CARLOS	4	AGUAS ZARCAS
	ALAJUELA	1	ALAJUELA
	ALAJUELITA	1	ALAJUELITA
	SAN RAMÓN	9	ALFARO
	SAN RAMÓN	8	ÁNGELES

Nuevo Guardar Modificar Eliminar Cancelar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

## Submenú Inventario

*Ilustración 25: Pantalla catálogo de tipo de condición de drenaje*

CATÁLOGO DE TIPOS DE CONDICIÓN DE DRENAJE

Código: 0 Descripción: INDEFINIDO

	Código	Descripción
▶	0	INDEFINIDO
	1	EL AGUA SE ESCURRE POR LA CALZADA
	2	LA MAYORÍA SON INADECUADOS, AGUA OCASIONAL EN CALZADA
	3	CON EROSIÓN O SOCAVACIÓN; NO TIENE HIDRÁULICA SUFICIENTE
	4	EN ALGUNOS SITIOS EL AGUA SE ESTANCA EN LA ENTRADA A ALCA...
	5	BUEN FUNCIONAMIENTO, ADECUADOS EN TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

Nuevo Guardar Modificar Eliminar Cancelar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 26: Pantalla de catálogo de tipos de estado de superficie*

CATÁLOGO DE TIPOS DE ESTADO DE SUPERFICIE

Código:  Descripción:

Código	Descripción
0	INDEFINIDO
1	MUY DETERIORADA, IRREGULAR O MATERIAL SUELTO
2	MUY IRREGULAR O BACHES FRECUENTES O EXTENSOS
3	BACHES FRECUENTES
4	PEQUEÑAS CORRUGACIONES
5	SUPERFICIE LISA

Fuente: elaboración propia, 2015

Ilustración 27: Pantalla de catálogo de tipos de espaldón

CATÁLOGO DE TIPOS DE ESPALDÓN

Código: 1 Descripción: PAVIMENTADO

	Código	Descripción
	0	NO EXISTE
▶	1	PAVIMENTADO
	2	MEJORADO
	3	TIERRA

Nuevo Guardar Modificar Eliminar Cancelar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 28: Pantalla de catálogo de tipos de pendiente*

CATÁLOGO DE TIPOS DE PENDIENTES

Código:  Descripción:

Código	Descripción
0	INDEFINIDO
1	SOSTENIDAS EN EXCESO DEL 7%
2	SOSTENIDAS ENTRE 5 Y 8%
3	ENTRE 3 Y 6%
4	GENERALMENTE MENORES DE 3%
5	MENORES DE 3% CON ALGUNAS CUESTAS DEL 5%

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 29: Pantalla de catálogo de tipos de señalamiento vial*

CATÁLOGO DE TIPOS DE SEÑALAMIENTO VIAL

Código:  Descripción:

Código	Descripción
0	INDEFINIDO
1	NO EXISTEN O SON INADECUADAS
2	MUY POCAS SEÑALES
3	ES REGULAR EN CANTIDAD Y UBICACIÓN
4	BASTANTE COMPLETO, FALTAN ALGUNAS GUÍAS
5	ADECUADAS EN CANTIDAD Y UBICACIÓN

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 30: Pantalla de catálogo de tipos de superficie*

CATÁLOGO DE TIPOS DE SUPERFICIE

Código:  Descripción:

Código	Descripción
0	INDEFINIDO
1	CARPETA ASFÁLTICA CON ESPESOR >= 3 CM
2	CARPETA ASFÁLTICA CON ESPESOR <= 3 CM O T.S.B. MÚLTIPLE
3	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO SIMPLE O BASE ESTABILIZA...
4	LASTRE O GRAVA
5	PIEDRA BRUTA
6	TIERRA MEJORADA
9	HORMIGÓN CON ESPESOR >= 3 CM

Fuente: elaboración propia, 2015

Ilustración 31: Pantalla de catálogo de tipos de terreno

CATÁLOGO DE TIPOS DE TERRENOS

Código:  Descripción:

	Código	Descripción
	0	INDEFINIDO
▶	1	LLANO (PENDIENTE ENTRE 0 Y 5%)
	2	ALGO ONDULADO (PENDIENTE ENTRE 6 Y 14%)
	3	MUY ONDULADO (PENDIENTE ENTRE 15 Y 25%)
	4	MONTAÑOSO (PENDIENTE MAYOR A 25%)

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 32: Pantalla de catálogo de perfiles de usuario*

**CATÁLOGO DE PERFILES DE USUARIO**

Descripción:

Acciones:

Comentario:

	Descripción	Acciones
▶	ADMINISTRADOR	CONTROL TOTAL
	CONSULTANTES	CONSULTA
	REGISTRADOR 1	EDICIÓN Y CONSULTA

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 33: Pantalla de catálogo de provincias*

CATÁLOGO DE PROVINCIAS

N° Provincia: 1      Nombre: SAN JOSÉ

	Número	Nombre
▶	1	SAN JOSÉ
	2	ALAJUELA
	3	CARTAGO
	4	HEREDIA
	5	GUANACASTE
	6	PUNTARENAS
	7	LIMÓN

Nuevo    Guardar    Modificar    Eliminar    Cancelar    Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 34: Pantalla de catálogo de secciones de control*

CATÁLOGO DE SECCIONES DE CONTROL

Número:	<input type="text" value="30101"/>	Provincia:	<input type="text" value="SAN JOSÉ"/>	Cantón:	<input type="text" value="SAN JOSÉ"/>
Distrito:	<input type="text" value="CARMEN"/>	Región:	<input type="text" value="0"/>	Ruta:	<input type="text" value="2"/>
Tramo:	<input type="text" value="PROVIDENCIA - LA ESE"/>				
Tipo Red:	<input type="text" value="CONECTORES DE INTEGRACIÓN TERRITORIAL"/>	Jerarquía:	<input type="text" value="0"/>	Zona Conservación:	<input type="text" value="1-1"/>
Comentario:	<input type="text"/>				

Fuente: elaboración propia, 2015

## Submenú Seguridad

Ilustración 35: Catálogo de perfiles de usuario

CATÁLOGO DE PERFILES DE USUARIO

Descripción: ADMINISTRADOR

Acciones: CONTROL TOTAL

Comentario:

	Descripción	Acciones
▶	ADMINISTRADOR	CONTROL TOTAL
	CONSULTANTES	CONSULTA
	REGISTRADOR 1	EDICIÓN Y CONSULTA

Nuevo Guardar Modificar Eliminar Cancelar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

*Ilustración 36: Registro de perfiles de usuario*

REGISTRO DE PERFILES DE USUARIO

Funcionario: SUSANA BRENES MEJÍA

Perfil	
<input type="checkbox"/>	ADMINISTRADOR
<input type="checkbox"/>	CONSULTANTE
<input checked="" type="checkbox"/>	REGISTRADOR
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

Guardar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

Ilustración 37: Catálogo de usuarios

**CATÁLOGO DE USUARIOS**

N° Cédula:

Nombre:

Usuario:

Clave:

Comentario:

	Nombre
▶	CARLOS SOTO
	GUSTAVO ADOLFO
	LIZETH CALDERON

Fuente: elaboración propia, 2015

Ilustración 38: Pantalla de catálogo de tipos de deterioro

CATÁLOGO DE TIPOS DE DETERIORO

Descripción: BLOQUE

	Descripción
▶	BLOQUE
	BORDE
	CUERO DE LAGARTO
	DEFORMACIÓN
	DESNIVEL
	DESPRENDIMIENTO
	EXUDACIÓN
	FISURA DE JUNTA
	FISURA LONGITUDINAL
	FISURA TRANSVERSAL

Nuevo Guardar Modificar Eliminar Cancelar Salir

Fuente: elaboración propia, 2015

## Especificación de Consultas/Reportes

- Accidentes por sección/fecha/tipo
  - Selectores: sección de control, fecha inicial y final, tipo
  - Datos de reporte: sección de control, fecha, tipo, heridos, muertos, detalle.
  
- Deterioros por sección/tipo/nivel
  - Selectores: sección de control, tipo, nivel
  - Datos de reporte: sección de control, tipo, año, estacionamiento inicial, estacionamiento final, longitud, nivel.
  - Totales de grupo y de reporte: subtotal de longitud por tipo de deterioro, longitud total por sección de control.
  
- Intervenciones por sección/fecha/tipo
  - Selectores: sección de control, fecha, tipo.
  - Datos de reporte: sección de control, fecha, tipo, estacionamiento inicial, estacionamiento final, longitud, detalle.
  - Totales de grupo y de reporte: longitud por tipo de intervención y longitud total de intervenciones.
  
- Sección de control: características generales
  - Selectores: sección de control, ruta, zona de conservación, tipo RVE, región, todos.

- Datos de reporte: ruta, número, tramo, zona de conservación, región, tipo RVE.
- Sección de control: condición estructural
  - Selectores: sección de control y estacionamiento inicial.
  - Datos de reporte: ruta, provincia, cantón, sección, tramo, estacionamiento inicial, estacionamiento final, tipo de estructura; tipo, coeficiente estructural, módulo resiliente, módulo rotura y espesor; todos referentes a la superficie de ruedo; número, elemento, CBR, coeficiente estructural, límite líquido, índice plástico, espesor; todos referentes a cada una de las capas que conforman el pavimento; CBR, módulo resiliente, límite líquido e índice plástico; todos referentes a la subrasante.
- Sección de control: detalle según inventario
  - Selectores: sección de control, fecha.
  - Datos de reporte: ruta, tramo, tipo de terreno, tipo de superficie, tipo de espaldón, tipo de pendiente, tipo de señalamiento, tipo de drenaje, tipo de superficie de espaldón, longitud en concreto, carpeta, tratamiento superficial, tratamiento simple, lastre y tierra; fecha de levantamiento, fecha de recalificación, ancho de derecho de vía, cantidad de puentes y carriles, ancho de superficie y espaldón, velocidad promedio y cantidad de vehículos por kilómetro.

- TPD histórico por sección
  - Selectores: sección de control
  - Datos de reporte: ruta, provincia, cantón, sección de control, tramo, año, TPD, liviano, carga liviana, bus, camión 2 ejes, camión 3 ejes, camión 4 ejes, camión 5 ejes.

## **6.3. MANUAL DE USUARIO**

### **6.3.1. Introducción**

El presente manual de usuario es una guía impresa que describe la forma de utilizar el “Sistema de Gestión de Pavimentos (SIGEPA)”. Todas las pantallas que posee el mismo se explican de una manera sencilla, en prosa, junto con ilustraciones para una mejor comprensión.

Cada opción del sistema aparece en este manual mayoritariamente en el mismo orden que la aplicación informática, y algunas pantallas, en virtud que tienen el mismo funcionamiento, han sido resumidas en una sola explicación para evitar la redundancia de texto y con ello lograr que este documento sea lo más conciso posible.

La estructura del mismo comienza con algunos detalles generales del sistema, luego con una descripción de los elementos que aparecen en cada una de las pantallas, y finalmente el detalle sobre el funcionamiento de ellas.

### **6.3.2. Aspectos generales del sistema**

El SIGEPA es un sistema informático que permite registrar de forma centralizada, aquellos datos que se utilizan para el proceso de gestión estratégica de pavimentos. El registro de dichos datos se hace a través de la importación de archivos en formato Excel que son procesados por la aplicación informática, logrando así la integración de ellos, ya que existen varias fuentes que suministran los citados datos. De igual manera, este sistema genera nuevos datos que son utilizados por otra herramienta informática. Podría decirse entonces que el SIGEPA permite recolectar datos, procesarlos y producir nuevos, así como también permite generar consultas y reportes de toda la información que tiene que ver con la gestión de pavimentos.

El sistema utiliza elementos comunes del ambiente gráfico que se encuentran en el sistema operativo “Windows”, versión “Vista” o “7”, razón por la cual un usuario que esté familiarizado con el uso de dicho ambiente, no tendrá ningún problema en utilizar esta herramienta informática, ya que la manipulación de ventanas, el uso del ratón y demás elementos gráficos, es exactamente el mismo.

La estructura bajo la cual funciona esta aplicación informática es “cliente – servidor”, de forma que la base de datos que utiliza el sistema se encuentra en un servidor de datos, y en cada una de las computadoras de los usuarios, estará instalada dicha aplicación, específicamente en el “Escritorio” de Windows, con un

ícono llamado "SIGEPA". Esto permite que varios usuarios puedan estar utilizando el sistema al mismo tiempo, de manera que se implementó un módulo de seguridad en el cual mediante un nombre de usuario y una contraseña, se permite o deniega el acceso y las acciones que se puedan realizar sobre la información almacenada.

### 6.3.3. Descripción de los elementos de las pantallas

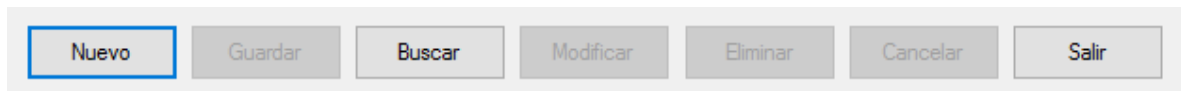
A continuación se describen los diferentes elementos que aparecen en las pantallas que conforman el sistema, así como la explicación de su funcionamiento.

- **Botón:** al presionarlo se ejecuta la acción que se describe en el mismo elemento. Los botones que aparecen en las pantallas son los siguientes:
  - **Nuevo:** habilita los combos, cuadros de texto, selectores de fecha y otros, para que puedan ser llenados o seleccionados.
  - **Buscar:** muestra una pantalla de búsqueda de datos, a través de diversos parámetros.
  - **Guardar:** permite guardar en la base de datos, un registro nuevo o uno modificado, previa validación de los mismos.

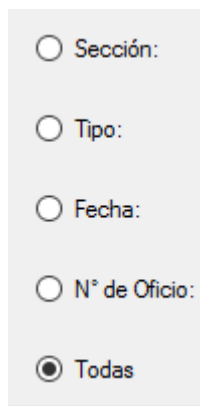
- **Modificar:** habilita los campos de la pantalla para modificar los datos que ésta contenga.
- **Eliminar:** elimina un registro de la base de datos. El tipo de eliminación es “lógico”, no “físico”; esto significa que el registro no se elimina del todo, sino que simplemente se “oculta” para que no aparezca más. Si se desea recuperar, el Administrador del sistema puede hacerlo. Solamente en el submenú “Catálogo”, las opciones de “Cantón”, “Distrito” e “Inventario” sí hacen una eliminación física, de forma que si se presiona el botón “Eliminar”, el registro es eliminado permanentemente, sin forma de recuperarlo.
- **Salir:** cierra la pantalla en la que el usuario esté actualmente y regresa a la anterior.

Es importante indicar que todos los anteriores botones funcionan de manera interactiva, habilitándose o deshabilitándose según la acción que el usuario vaya a realizar. Por ejemplo, si se presiona el botón “Nuevo”, se deshabilitan los botones “Buscar”, “Modificar”, “Salir”, porque si se va a agregar un nuevo registro, no se puede buscar, modificar o salir de la pantalla sin haber concluido la acción, de manera que los botones (que representan las acciones que el usuario puede hacer en ese momento) habilitados son “Guardar” o “Cancelar”. Si se inició una acción

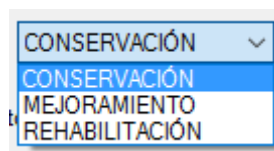
para agregar un nuevo registro, el usuario lo único que puede hacer es continuar con dicha acción (botón “Guardar”) o cancelarla (botón “Cancelar”).



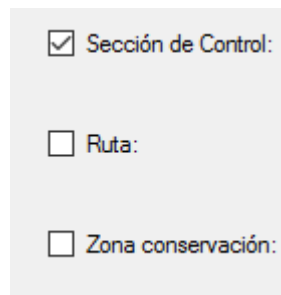
- **Botón de opción:** en una pantalla existen dos o más botones de estos, y se usan para elegir solamente uno de ellos.



- **Combo:** elemento que despliega una lista con valores, en la cual el usuario solo puede elegir uno. No permite ingresar ni borrar elementos.



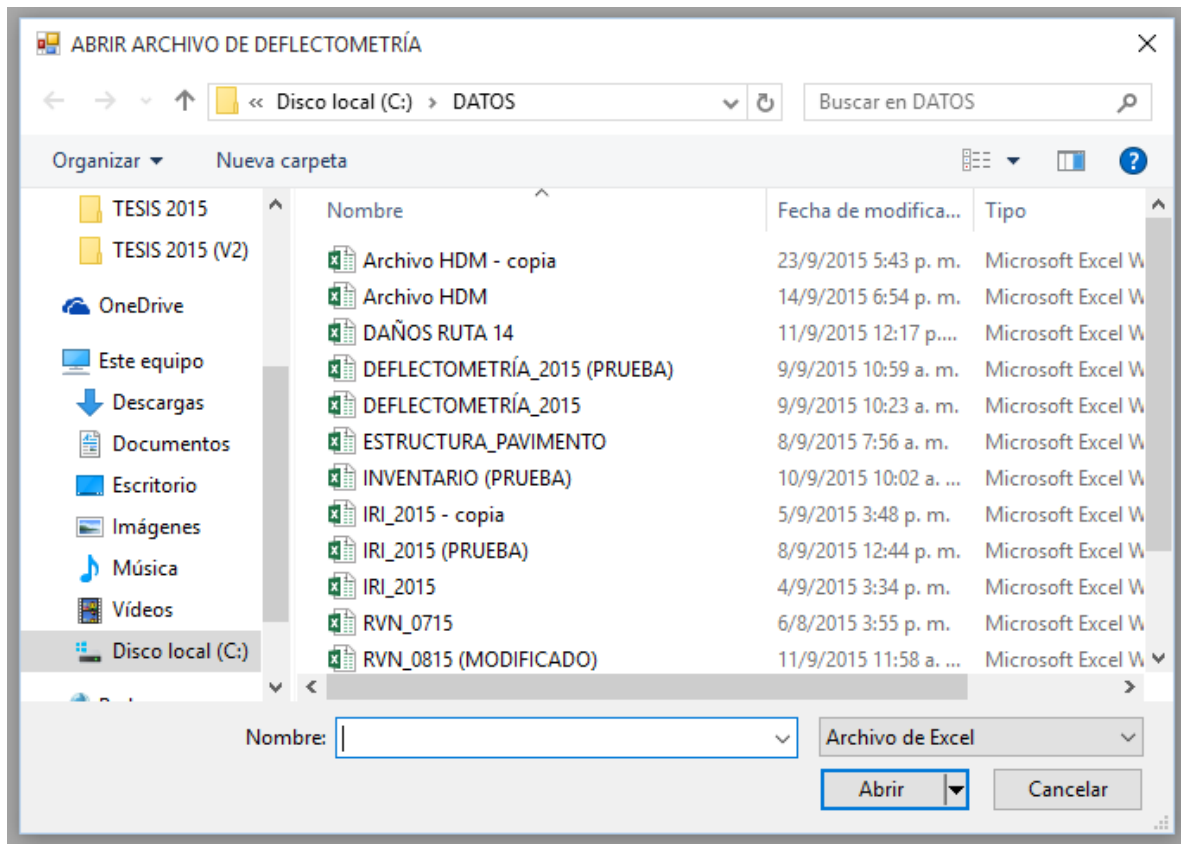
- **Cuadro de check:** es un elemento que se utiliza para marcar o desmarcar alguna opción, o para elegir uno o varias opciones. Este elemento es lo opuesto al botón de opción (en el cual de varias opciones solo se puede elegir una al mismo tiempo).



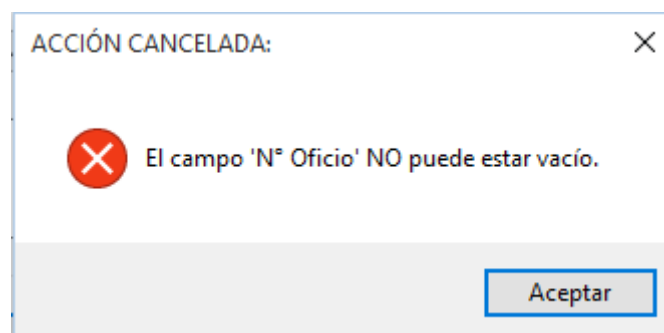
A screenshot of a dialog box with a light gray background. It contains three options, each with a checked checkbox and a label:

- Sección de Control:
- Ruta:
- Zona conservación:

- **Cuadro de diálogo:** es una pantalla igual a la que se utiliza en el sistema operativo “Windows”, la cual permite elegir un archivo de una ruta (directorio) específica. El usuario da clic sobre el archivo elegido y luego presiona el botón “Abrir” para continuar con la acción. El botón “Cancelar” detiene dicha acción.



- **Cuadro de mensaje:** es una pantalla pequeña que muestra el sistema para indicar algo, por ejemplo, si ocurrió un error o si se realizó alguna acción.





- **Pantalla de búsqueda:** esta pantalla aparece cuando se presiona el botón “Buscar”; posee varios de los elementos descritos anteriormente, y su finalidad es que el usuario selecciona algún parámetro de búsqueda, y luego presiona el botón “Buscar” de dicha pantalla. Si se encuentran datos según el parámetro digitado, éstos se cargan en el grid y luego el usuario da doble clic sobre la fila de éste y entonces estos datos se cargan en el formulario que llamó a esta pantalla de búsqueda, y esta última se cierra automáticamente. Si no se encontraron datos según el criterio de búsqueda, el sistema mediante un cuadro de mensaje, informa de tal situación. El botón “Cancelar” regresa a la pantalla anterior sin cargar ningún dato, sea que se haya buscado o no.

**BÚSQUEDA DE INTERVENCIONES**

Buscar por:

Sección: 10001

Tipo: ATROPELLO

Fecha: 27/ 9/2015

N° de Oficio:

Todas

Buscar

	Sección	N° Oficio	Fecha Oficio	Fecha Interv.	Tipo	Estac. Ini.	Estac. Fin	
▶	10001	123	2015-09-17	2015-07-01	MEJORAMIENTO	2.369	5.123	^
	10003	345	2015-09-17	2015-09-01	REHABILITACIÓN	7.360	8.230	
	21072	456	2015-09-17	2015-09-07	MEJORAMIENTO	3.897	4.904	
								▼

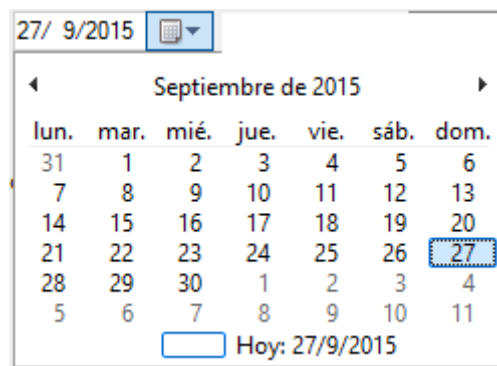
Cancelar

- **Pantalla de parámetros de consulta/reporte:** esta pantalla tiene un comportamiento similar a la pantalla de búsqueda, la diferencia está en que en ella el usuario puede elegir uno o varios parámetros que permiten filtrar la información que será mostrada en los diferentes reportes. Una vez seleccionados dichos parámetros, se presiona el botón “Generar” y el sistema carga el reporte respectivo. En caso que no se seleccione ningún parámetro, un cuadro de mensaje indicará tal condición y no continuará hasta que se elija al menos un parámetro. El botón “Salir” cierra esta pantalla y regresa a la anterior.

PARÁMETROS DE REPORTE DE SECCIONES DE CONTROL - DATOS GENERALES

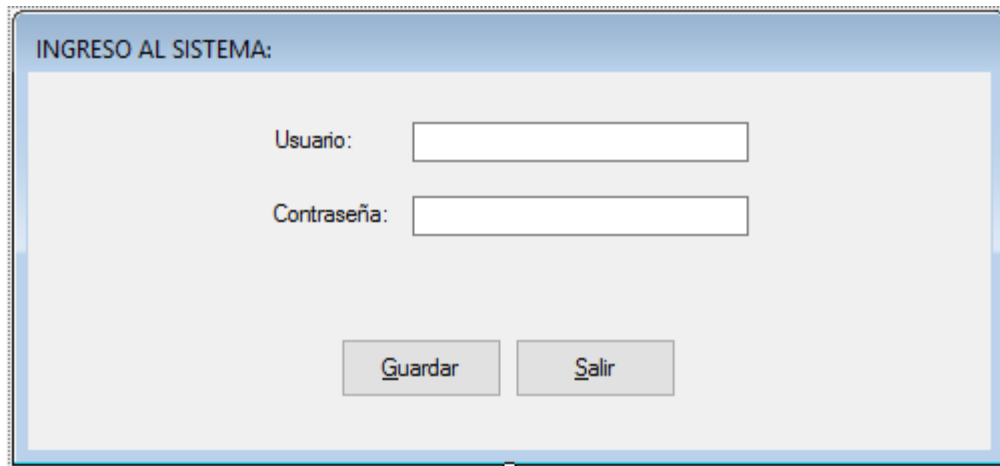
<input type="checkbox"/>	Sección de Control:	10001	▼
<input type="checkbox"/>	Ruta:	1	▼
<input type="checkbox"/>	Zona conservación:	1-1	▼
<input type="checkbox"/>	Tipo RVE:	CONECTORES DE INTEGRACION TERRITORIAL ▼	
<input type="checkbox"/>	Región:	0	▼
<input type="checkbox"/>	Todos		

- **Selector de fecha:** es un elemento que despliega un calendario con el mes actual, para que el usuario seleccione una fecha. Permite retroceder o adelantar el calendario. También en vez de seleccionar, el usuario puede digitar manualmente la fecha, respetando que ésta sea una fecha válida, en cuyo caso si no es así, el sistema envía un cuadro de mensaje para que se corrija la misma.



### 6.3.4. Descripción de cada opción del sistema (pantallas)

#### 6.3.4.1. Ingreso



The image shows a login window titled "INGRESO AL SISTEMA:". It contains two text input fields. The first is labeled "Usuario:" and the second is labeled "Contraseña:". Below these fields are two buttons: "Guardar" and "Salir".

El sistema posee un componente de seguridad que regula el acceso y las acciones que se pueden realizar dentro del mismo. De esta manera, para poder ingresar a éste, previamente deben estar registrados los usuarios, con sus respectivos permisos y/o restricciones.

Al momento de dar doble clic sobre el ícono SIGEPA, ubicado en el escritorio de la computadora, aparecerá una pantalla en donde se debe ingresar el nombre del usuario y la contraseña, ambos dados previamente a cada uno de los usuarios.

Si el nombre de usuario y la contraseña son válidos, se cargará la pantalla con el menú principal del sistema; caso contrario éste indicará un mensaje de error

y no permitirá continuar hasta que se digite un nombre de usuario y contraseña válidos.

Dependiendo del perfil que tenga el usuario –previamente definido por el administrador del sistema- habrá opciones de éste que estarán habilitadas o deshabilitadas.

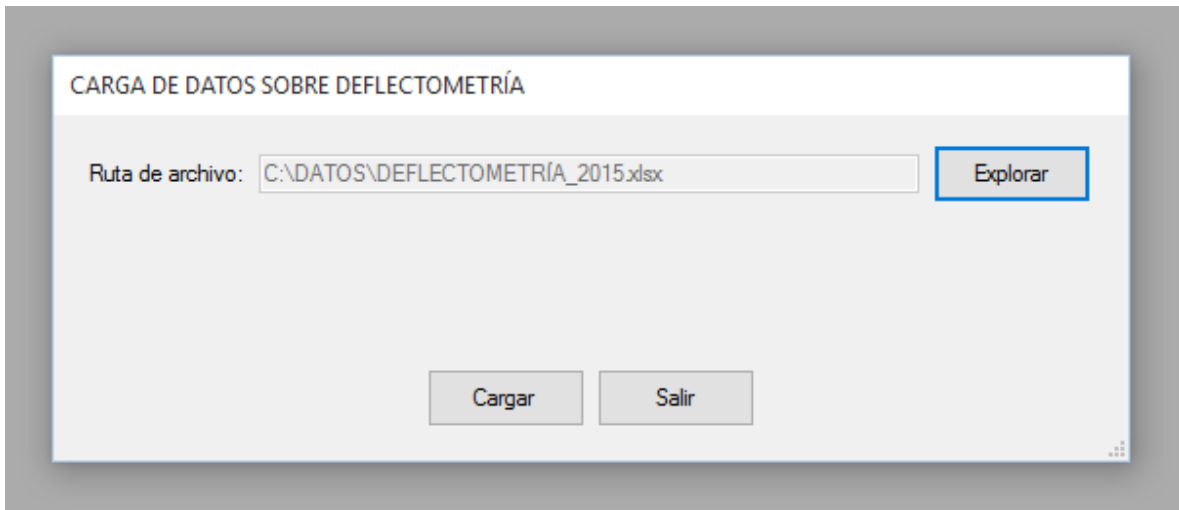
#### 6.3.4.2. Menú principal

El menú principal está compuesto de cuatro submenús, los cuales se describen a continuación.



### 6.3.4.2.1. Procesos

#### ➤ Cargar datos



En este submenú se encuentran las opciones para cargar los datos referentes a:

- Deflectometría
- Deterioros
- Estructura de pavimento
- Inventario
- IRI
- Tránsito

Para todos los casos, se utiliza la misma pantalla y el mismo procedimiento, el cual se describe a continuación.

Con el botón “Explorar” se selecciona el archivo de Excel que contiene los datos mencionados anteriormente; luego se presiona el botón “Cargar” y el sistema comienza a validar dichos datos antes de cargarlos en la base de datos. La validación consiste en lo siguiente:

1. Si el tipo de dato leído por el sistema coincide con el tipo de dato esperado (por ejemplo si se están leyendo los datos de los números de sección de control, los mismos deben ser de tipo numérico).
2. Si el número de sección de control que está siendo leído desde el archivo de Excel, es un número válido.

Si los datos están correctos luego de la validación, se continúa con la carga de los mismos en la base de datos, mostrando el progreso de la carga con una leyenda en la pantalla, y finalmente con un mensaje indicando la conclusión exitosa del proceso de carga.

En caso que se haya detectado algún error, el sistema crea un archivo de texto (“Errores.txt”) en la ruta “C:\DATOS” que contiene el número de la fila (del programa Excel) en donde se encontró el error, así como la descripción de éste, y continúa con la validación del resto de datos. Una vez que finaliza esta etapa, un

mensaje le indica al usuario que el proceso de carga de datos no se llevó a cabo por haberse detectado errores, en cuyo caso se deben hacer las correcciones en el archivo original (Excel) antes de volver a repetir el proceso.

➤ **Generar archivo HDM-4**

GENERACIÓN DE ARCHIVO PARA HDM-4

Ruta de archivo:

Seleccione el año de los datos:

Deflectometría:	<input type="text" value="2014"/>
Deterioros:	<input type="text" value="2015"/>
IRI:	<input type="text" value="2014"/>
TPD:	<input type="text" value="2014"/>

Mediante esta pantalla es posible generar el archivo de Excel que será utilizado por el software “HDM-4” para realizar sus funciones.

Se debe presionar el botón “Explorar” para que aparezca un cuadro de diálogo en el cual el usuario debe seleccionar el archivo de Excel sobre el cual cargar los datos para el “HDM-4”. Una vez que se presiona el botón “Aceptar” se regresará a la pantalla inicial.

En cuanto al año de los datos, en virtud que el sistema almacena el histórico de los datos de deflectometría, deterioros, IRI y TPD, es posible elegir el año de los datos que se van a cargar en el archivo Excel.

Al presionar el botón “Generar”, el sistema comienza a cargar los datos en el citado archivo, mostrando el progreso del mismo a través de una leyenda en la cual se va indicando el tipo de datos que está cargando, así como el número de la fila que está actualizando en el archivo Excel. Una vez que el proceso ha finalizado, el sistema muestra tal condición mediante un mensaje.

➤ **Registrar accidentes**

REGISTRO DE ACCIDENTES

Fecha Oficio: 21/ 9/2015    N° Oficio: CSV-2015-0045    Fecha Accidente: 31/ 8/2015

Tipo: COLISIÓN    Sección de Control: 10001    Heridos: 2    Muertos: 0

Detalle: FALSO ADELANTAMIENTO.

Nuevo    Guardar    Buscar    Modificar    Eliminar    Cancelar    Salir

Esta pantalla permite ingresar los datos de accidentes. Para agregar un nuevo registro de accidente, se presiona el botón “Nuevo” y se digitan y/o seleccionan los datos respectivos, según el tipo de elemento que esté presente en la pantalla (indicado al inicio de manual, en el apartado 6.3.3). Todos los datos de esta pantalla se deben digitar/seleccionar, excepto el dato de “Detalle”, el cual es opcional.

Para guardar un nuevo registro, se debe presionar el botón “Guardar” luego de haber digitado/seleccionado los datos. Antes de guardar, el sistema verifica que estén los datos mínimos digitados/seleccionados. Si están correctos, se guardan en la base de datos y se le indica al usuario por medio de un mensaje que el proceso se realizó correctamente. Caso contrario, se muestra un mensaje indicando que la acción fue cancelada.

Los registros que se van almacenando en la base de datos, pueden ser buscados, sea para consultar los datos o para modificar los mismos. Para esto se utiliza el botón “Buscar”. Al hacerlo se despliega una pantalla que permite buscar por medio de diferentes parámetros explicados en el apartado 6.3.3. Una vez que se selecciona el dato respectivo, el sistema regresa a la pantalla de registro de accidente, y por medio del botón “Modificar”, se habilitan los campos para que el usuario haga los respectivos cambios y luego mediante el botón “Guardar” (explicado anteriormente) concluya la acción para guardar los cambios efectuados. El sistema pide al usuario que confirme si desea continuar con el proceso; si elige “Si”, se guardan los cambios en la base de datos; si elige “No”, se cancela el proceso.

Si se desea eliminar un registro, se busca éste y una vez que se cargan los datos en la pantalla, se presiona el botón “Eliminar”; el sistema pregunta al usuario si está seguro que desea realizar tal acción; si presiona el botón “Si”, se lleva a cabo la acción; caso contrario se cancela.

➤ **Registrar intervenciones**

REGISTRO DE INTERVENCIONES

Fecha Oficio: 17/ 9/2015 N° Oficio: 456 Fecha Intervención: 7/ 9/2015

Tipo: MEJORAMIENTO Sección de Control: 21072

Estacionamiento Inicial: 3.897 Estacionamiento Final: 4.904

Detalle: COLOCACIÓN DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE Y DEMARCACIÓN DE LA VÍA.

Nuevo Guardar Buscar Modificar Eliminar Cancelar Salir

El proceso de registrar las intervenciones (trabajos realizados en las rutas) es igual al descrito anteriormente con los accidentes. Con respecto a los campos “Estacionamiento inicial” y “Estacionamiento final”, estos representan las ubicaciones en distancia sobre la ruta, medidos en kilómetros, de forma que si se indica “3.125”, significa que la intervención se ubica a los 3 km y 125 m del inicio de la ruta. De esta manera, dichos campos reciben valores enteros o con decimales (máximo 3).

#### **6.3.4.2.2. Consultas/Reportes**

El módulo de Consultas/Reportes permite generar información determinada según parámetros que el usuario elija, y la misma se muestra en pantalla con la posibilidad de ser impresa o ser exportada en diferentes tipos de formato de archivo (PDF, Excel, Word).

Cada reporte tiene un encabezado con el logo de la institución, así como el nombre de la Dirección (Planificación Sectorial) y el departamento respectivo (Medios de Transporte). De igual manera, cada reporte tiene un título que indica cuál es el tipo de información que se mostrará, y algunos otros tienen un subtítulo que detalla los parámetros que el usuario definió para dicho reporte (fecha inicial y final, tipo, número de sección de control, etc.).

Antes de cargar el reporte, el sistema muestra al usuario una pantalla en la cual se debe elegir el parámetro –o los parámetros- para filtrar la información, tal y como se indicó en el apartado 6.3.3.

Una vez que se muestra el reporte, en la parte de arriba de éste aparecen unos botones que permiten desplazarse por el reporte (cuando éste posee más de una página) una página hacia adelante o hacia atrás, o ir directamente a la última o primera página. Asimismo, aparecen botones para configurar la hoja del reporte en

caso que se desee imprimir, además de los botones que permiten exportar la información a un archivo que puede ser de tipo PDF, Excel o Word.

A continuación se muestra una ilustración sobre uno de los reportes; no se incluye en este manual una ilustración por cada reporte, debido a que la resolución de algunas no sería adecuada por lo ancho del reporte, aunque todos tienen el mismo formato que la ilustración de ejemplo.

PARÁMETRO DE REPORTE DE TPD

1 de 1 100% Buscar | Siguiente

**mopt**  
Ministerio  
Obras Públicas y Transportes

**DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN SECTORIAL**

**DEPARTAMENTO DE MEDIOS DE TRANSPORTE**

27/09/2015  
11:02:24

*DATOS DEL INVENTARIO*

Ruta: 1      Provincia: SAN JOSÉ      Cantón: SAN JOSÉ      Sección: 19002

Tramo: SAN JOSÉ, SABANA ESTE(R.2)(R.27)(C.42)-LA URUCA(R.3)(PTE JUAN PABLO II)

Año	TPD	Liviano	Car. Liv.	Bus	Cam. 2	Cam. 3	Cam. 4	Cam. 5
2014	7800	10,00	15,00	20,00	20,00	30,00	35,00	2,50

A continuación se detalla cada uno de los reportes que posee el sistema.

### ➤ Accidentes por sección/fecha/tipo

Este reporte muestra el detalle de todos los accidentes que aparecen registrados en la base de datos. Los datos del reporte son: sección de control, fecha del accidente, tipo de accidente, cantidad de heridos, cantidad de muertos, detalle.

No se muestra ningún total, simplemente la información según los campos mencionados anteriormente.

➤ **Deterioros por sección/tipo/nivel**

El reporte muestra los datos correspondientes a los deterioros. Los campos del reporte son: sección de control, tipo de deterioro, año del deterioro, estacionamiento inicial, estacionamiento final, longitud, nivel.

En este caso, el campo "Longitud" corresponde a la longitud de cada deterioro, de manera individual (estacionamiento final - estacionamiento inicial). Además, los datos están agrupados por tipo de deterioro, con lo cual se muestra un subtotal (en km) de la longitud según el tipo de deterioro, y al final del reporte, un total general de todos los deterioros que aparecen según los parámetros elegidos por el usuario.

➤ **Intervenciones por sección/fecha/tipo**

Este reporte muestra los datos correspondientes a las intervenciones o trabajos de mantenimiento que se realizan en las rutas nacionales. Los campos que aparecen en dicho reporte son: sección de control, fecha de la intervención, tipo de intervención, estacionamiento inicial, estacionamiento final, longitud, detalle.

Igual que en el caso anterior, el campo “Longitud” corresponde a la longitud de cada intervención, de manera individual (estacionamiento final - estacionamiento inicial). Además, los datos están agrupados por tipo de intervención, con lo cual se muestra un subtotal (en km) de la longitud según el tipo de intervención, y al final del reporte, un total general de la longitud que corresponde a las intervenciones realizadas, según los parámetros elegidos por el usuario.

➤ **Sección de control**

Esta opción posee a su vez otro submenú con tres opciones relacionadas a la sección de control; esto debido a que existen muchos datos referentes a cada sección, motivo por el cual se agruparon en las opciones que se describen a continuación.

• **Características generales**

Este reporte le permite al usuario ver las características generales de las secciones de control, según diversos parámetros elegidos por él. Los datos que aparecen son los siguientes: número de ruta, número de sección, tramo, zona de conservación, región, tipo RVE.

- **Condición estructural**

El reporte sobre la condición estructural del pavimento de una sección de control, permite ver cada una de las capas que conforman el mismo, así como las especificaciones técnicas asociadas a ellas. Se muestra solamente los datos de una sección de control previamente elegida por el usuario, en virtud de la cantidad de ellos.

- **Detalle del inventario**

En este caso, el reporte muestra la información del inventario vial que existe por cada sección de control. En virtud que el sistema permite almacenar los datos históricos de dicho inventario, es posible elegir para una sección de control determinada, los datos que existen en un año seleccionado.

En el reporte se muestran los detalles de una sección de control determinada, a saber: ruta, tramo, tipo de terreno, tipo de superficie, tipo de espaldón, tipo de pendiente, tipo de señalamiento vial, tipo de drenaje, tipo de superficie de espaldón, longitud (según el tipo de superficie de rueda que conforma la sección), fecha del levantamiento, fecha de la recalificación, derecho de vía, cantidad de puentes, cantidad de carriles, ancho de la superficie, ancho del espaldón, velocidad promedio, cantidad de vehículos por kilómetro.

➤ **TPD histórico por sección**

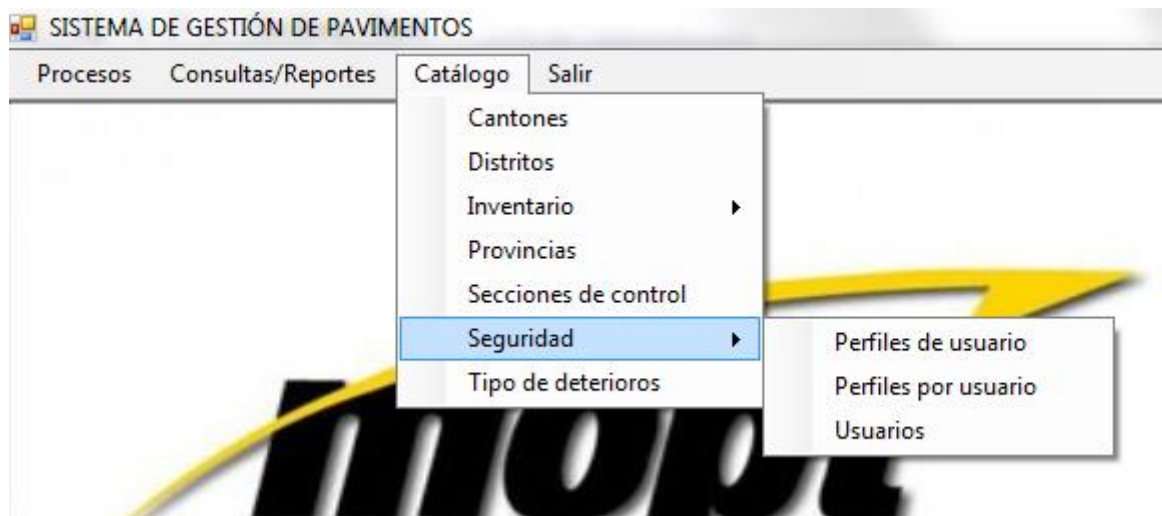
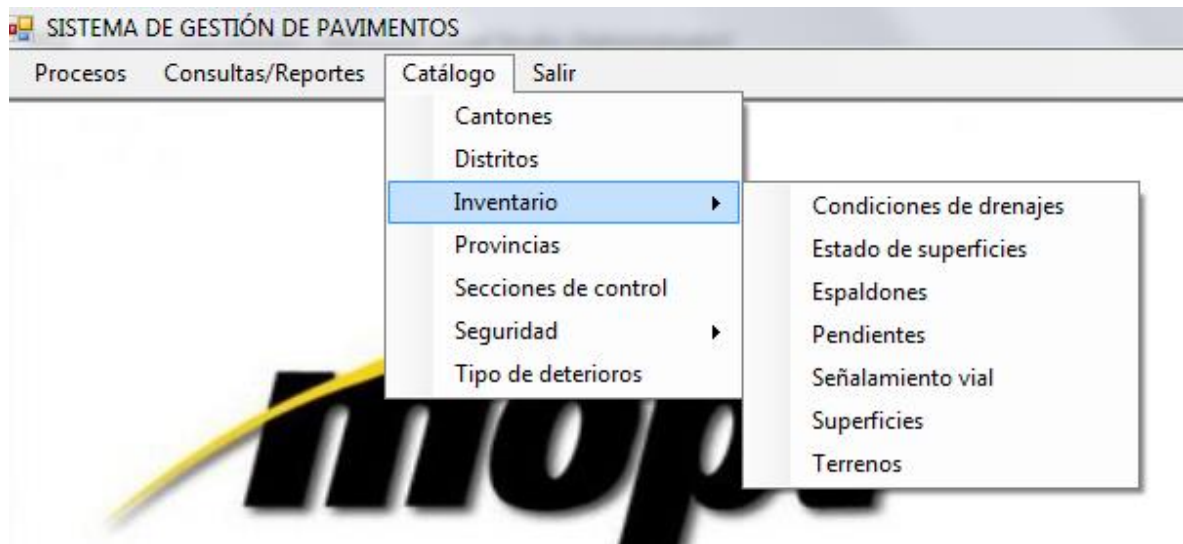
Este reporte permite ver, para una sección de control elegida, la variación por año del Tránsito promedio diario (TPD), incluyendo la composición porcentual de dicho tránsito según el tipo de vehículo.

Los datos que contiene este reporte son: ruta, provincia, cantón, número de sección, tramo, año, TPD, liviano, carga liviana, bus, camión 2 ejes, camión 3 ejes, camión 4 ejes, camión 5 ejes.

#### **6.3.4.2.3. Catálogo**

Esta opción del menú principal permite administrar los datos que se utilizarán en varias de las pantallas del sistema. De esta manera, se deberán registrar primero los datos que aparecen en este submenú, antes de utilizar las demás opciones del sistema.

Las citadas opciones del submenú Catálogo son las que se muestran en las siguientes imágenes:



Las pantallas Cantones, Distritos, Inventario (Condiciones de drenajes, Estado de superficies, Espaldones, Pendientes, Señalamiento vial, Superficies, Terrenos), Provincias, Seguridad (Perfiles de usuario y Usuarios) y Tipo de

deterioros, se manipulan exactamente de la misma manera. Dicha forma de utilizarlas se describe a continuación.

Código	Descripción
0	NO EXISTE
1	PAVIMENTADO
2	MEJORADO
3	TIERRA

Todas poseen un grid de datos, así como el elemento “combo” y los botones de acción, descritos todos en el apartado 6.3.3. Al presionar el botón “Nuevo”, se habilitan los campos correspondientes a los datos (código, descripción).

Para guardar dichos datos, se presiona el botón “Guardar”, momento en el cual el sistema hace una validación previa de los datos digitados, verificando que el código digitado no exista ya en la base de datos, y que los campos obligatorios no

estén vacíos, en cuyo caso el sistema indicará por medio de un cuadro de mensaje tales situaciones.

En la pantalla “Perfiles de Usuario”, dicha validación consiste en verificar que el nombre de usuario y la contraseña que se pretenden ingresar no existan ya en la base de datos.

En el caso de la pantalla “Tipo de deterioros”, la validación del código no se realiza, ya que no hay posibilidad que éste se repita, ya que el sistema es quien lo asigna de forma automática.

Para modificar un registro, se da un clic sobre el elemento que se quiera modificar en el grid de datos, y luego se presiona el botón “Modificar”. Luego de realizar los cambios respectivos, se presiona de nuevo “Guardar” y el sistema procederá según lo indicado en el párrafo anterior, con la salvedad que el código que se ingresó ya no puede ser modificado (esto no aplica para la pantalla Tipo de deterioros, por el motivo indicado en el párrafo anterior).

Si se desea eliminar un registro, se selecciona primero en el grid de datos y luego se presiona el botón “Eliminar”; el sistema mostrará un cuadro de mensaje preguntándole al usuario si desea efectuar dicha acción. En caso que se elija “Si”, el registro es borrado definitivamente de la base de datos (excepto para el caso de

la pantalla Tipo de deterioros, cuyo borrado es de tipo lógico, según lo explicado en el apartado 6.3.3); en caso de la opción “No”, se detiene la acción.

El botón “Cancelar” se usa para detener alguna acción que el usuario comenzó, como por ejemplo si intentó agregar o modificar un registro.

La pantalla “Secciones de control” permite registrar los datos de cada una de las secciones de control que forman las rutas nacionales. Para agregar un nuevo registro se presiona el botón “Nuevo” y se digitan y/o seleccionan los datos respectivos, según el tipo de elemento que esté presente en la pantalla (indicado al inicio de manual, en el apartado 6.3.3). Todos los datos de esta pantalla se deben digitar/seleccionar, excepto el dato de “Comentario”, el cual es opcional.

Para guardar un nuevo registro, se debe presionar el botón “Guardar” luego de haber digitado/seleccionado los datos. Antes de guardar, el sistema verifica que el número de sección que se pretende ingresar no exista ya, además que estén los datos mínimos digitados/seleccionados. Si están correctos, se guardan en la base de datos y se le indica al usuario por medio de un mensaje que el proceso se realizó correctamente. Caso contrario, se muestra un mensaje indicando que la acción fue cancelada.

Los registros que se van almacenando en la base de datos, pueden ser buscados, sea para consultar los datos o para modificar los mismos. Para esto se

utiliza el botón “Buscar”. Al hacerlo se despliega una pantalla que permite buscar por medio de diferentes parámetros explicados en el apartado 6.3.3. Una vez que se selecciona el dato respectivo, el sistema regresa a la pantalla de registro de accidente, y por medio del botón “Modificar”, se habilitan los campos para que el usuario haga los respectivos cambios y luego mediante el botón “Guardar” (explicado anteriormente) concluya la acción para guardar los cambios efectuados. El sistema pide al usuario que confirme si desea continuar con el proceso; si elige “Si”, se guardan los cambios en la base de datos; si elige “No”, se cancela el proceso.

Si se desea eliminar un registro, se busca éste y una vez que se cargan los datos en la pantalla, se presiona el botón “Eliminar”; el sistema pregunta al usuario si está seguro que desea realizar tal acción; si presiona el botón “Si”, se lleva a cabo la acción; caso contrario se cancela.

La pantalla “Perfiles por usuario” permite asignar a cada usuario del sistema, uno o varios perfiles. Para efectuar tal acción, se selecciona un usuario del combo e inmediatamente se carga en el grid todos los perfiles que existen registrados, y a la par de cada uno de ellos, un cuadro de check indica si el usuario tiene o no asignado ese perfil.

Para asignar/desasignar perfiles, simplemente se marcan/desmarcan con dicho cuadro de check, y luego se presiona el botón “Guardar”; el sistema muestra

al usuario un cuadro de mensaje preguntando si está seguro de realizar la citada acción; en caso de elegir “Sí”, se continúa con la acción; caso contrario, se detiene la misma.

A continuación se muestra una ilustración de una de las pantallas descritas anteriormente.

#### **6.3.4.2.4. Salir**

Esta opción permite salir totalmente del sistema. Previamente se le pregunta al usuario, mediante un cuadro de mensaje, si está seguro que desea salir del sistema. Si presiona “Sí”, se cierra el mismo; caso contrario se omite la acción y el sistema queda mostrando la pantalla principal de éste.

# **REFERENCIAS**

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

Cobo Yera, Á. (2007). *Programación de base de datos*. Madrid: Visión Libro.

Cortés Morales, R. (2006). *Introducción al análisis de sistemas y la ingeniería de software*. San José: EUNED.

Definición.de. (2015, febrero 24). *Definicion.de*. <http://www.definicion.de>.

Diccionario de informática y tecnología Alegsa. (2015, agosto 15). *Diccionario de informática y tecnología*. <http://www.alegsa.com.ar>.

Del Val Melus, M. y Bardesi Orue, A. (2011). *Manual de pavimentos asfálticos para vías de baja intensidad*. Madrid: EPES.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). (2015, octubre 10). *Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)*. <http://www.ieee.org/index.html>

Kendall E., K. y Kendall, E., J. (2005). *Análisis y diseño de sistemas*. México: Pearson Educación.

Montejo Fonseca, A. (2006). *Ingeniería de pavimentos*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Mora Fonseca, M. (2014). *Sistema para administración y gestión de la información de las reparaciones de los vehículos en el taller automotriz Armo*. (Tesis inédita de licenciatura). Universidad Metropolitana Castro Carazo, San José, CR.

Parsons, J. J., Oja, D. (2008). *Conceptos de computación, nuevas perspectivas*. Santa Fe: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V..

Pons Capote, O., Marín Ruiz, N., Medina Rodríguez, J., Acid Carrillo, S. y Vila Miranda, M. (2009). *Introducción a las bases de datos, el modelo relacional*. Madrid: Paraninfo.

Real Academia Española. (2015, febrero 15). *Diccionario de la Real Academia*. <http://www.rae.es>.

Reyes Lizcano, F. A. (2005). *Diseño racional de pavimentos*. Bogotá: CEJA.

Rodríguez, J. R., García Munguéz, J. y Lamarca Orozco, I. (2007). *Gestión de proyectos informáticos, métodos, herramientas y casos*. Barcelona: UOC.

Rodríguez, N. y Martínez, W. (2006). *Planificación y evaluación de proyectos informáticos*. San José: EUNED.

Salazar Rodríguez, A. (2008). *Diseño y construcción de pavimentos de concreto*. México D.F.: IMCCA.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software*. México: McGraw-Hill.

Vargas Nordcbeck, A. (2014). *Inventario*. Curso Gestión de Carreteras. San José: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica.

Vásquez Álvarez, S. E. (2009). *Desarrollo de un piloto de sistema de administración de pavimentos a nivel de red para las rutas nacionales*. (Tesis inédita de licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, CR.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Fernández, V. (2006). *Desarrollo de sistemas de información: Una metodología basada en el modelado*. [Versión en línea]. Recuperado de <http://books.google.co.cr/books?id=pTTQ735ac1EC&printsec=frontcover&dq=editi ons:x1OIM7cLGfEC&hl=es&sa=X&ei=UCupUI-WMoju9ASJIICQDw&ved=0CCoQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

Fernández Alarcón, V. (2006). *Desarrollo de Sistemas de Información*. Barcelona: UPC.

González Alvarado, C. (2002). *Sistemas de Bases de Datos*. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (2006). *Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada, 2006*. San José: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica.

Lledó, P. y Rivarola, G. (2007). *Gestión de proyectos*. Buenos Aires: Prentice Hall Pearson Education.

Piattini, M. G, Calvo-Manzano, J. A., Cervera, J. y Fernández, L. (2006). *Análisis y diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión, Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid: RA-MA Editorial.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software* [versión en línea]. Recuperado de <http://books.google.co.cr/books?id=gQWd49zSut4C&pg=PA5&dq=Ingenier%C3%ADa+del+software&hl=es&sa=X&ei=-OYUU-v2L4fLkAfPnIHQBw&ved=0CD8Q6AEwAQ#v=onepage&q=Ingenier%C3%ADa%20del%20software&f=false>

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

**Entrevista 1**

**Dirigida al Coordinador**

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA CASTRO CARAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA  
LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN CON ÉNFASIS EN  
DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS**

**Entrevista N° 1**

Dirigida a: **Coordinador**

**Variable:** Características de los pavimentos

**Indicador:** Lista de características del pavimento

**Objetivo:** Definir las características de los pavimentos, con el fin de determinar qué datos se necesitan para realizar una adecuada gestión estratégica de los mismos.

La información que suministre es confidencial y se usará solamente para efectos de la presente investigación.

Se agradece su amabilidad al contestar este cuestionario.

San José - Costa Rica

Abril, 2015

1. ¿Cuáles son las características que tienen los pavimentos?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Tienen estas características algunas clasificaciones? En caso afirmativo, comente en qué consisten.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. ¿Todas las características de los pavimentos tienen igual nivel de importancia o existen algunas más relevantes que otras? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Las características de los pavimentos permiten deducir alguna información para su gestión estratégica? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Respecto a la recopilación de datos sobre las características de los pavimentos, ¿Cómo se realiza, de forma manual o con ayuda de alguna herramienta tecnológica? Comente.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Muchas gracias por su colaboración.

# **ANEXO 2**

## **Entrevista 2**

**Dirigida al Asistente y al Personal Técnico**

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA CASTRO CARAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA  
LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN CON ÉNFASIS EN  
DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS**

**Entrevista N° 2**

Dirigida a: **Asistente, Personal técnico**

**Variable:** Fuentes de datos

**Indicador:** Listado de fuentes de datos

**Objetivo:** Identificar las fuentes de datos e información que intervienen en la gestión estratégica de los pavimentos, con el objeto de establecer quién las brinda y qué aportan a dicha gestión.

La información que suministre es confidencial y se usará solamente para efectos de la presente investigación.

Se agradece su amabilidad al contestar este cuestionario.

San José - Costa Rica

Abril, 2015

1. ¿Cuáles son las fuentes de donde provienen los datos requeridos para la gestión de pavimentos?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Cuál es el proceso que se realiza para solicitar los datos a cada una de las fuentes?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. ¿Cuánto tiempo se tarda en recibir datos de las diferentes fuentes luego de solicitarla?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Quién es el responsable de solicitar y recibir los datos de cada una de las fuentes?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. ¿En qué medio se reciben los datos, impreso y/o digital? Comente.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Respecto a los datos recibidos de cada fuente ¿Qué tan grande es el volumen de dichos datos?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

7. Una vez que se reciben los datos de las diferentes fuentes, ¿Existe alguna verificación por parte de algún funcionario de la Dirección de Planificación Sectorial para comprobar que dichos datos sean correctos? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Muchas gracias por su colaboración.

# **ANEXO 3**

## **Entrevista 3**

**Dirigida al Coordinador y al Personal Técnico**

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA CASTRO CARAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA  
LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN CON ÉNFASIS EN  
DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS**

**Entrevista N° 3**

Dirigida a: **Coordinador, Personal técnico**

**Variable:** Compatibilidad, Conectividad

**Indicador:** Formato de los archivos importados/exportados, Mecanismo de importación/exportación de datos.

**Objetivo:** Analizar la conectividad y compatibilidad que las herramientas informáticas existentes brindan al proceso de gestión estratégica de los pavimentos, con el propósito de determinar si son funcionales a dicha gestión.

La información que suministre es confidencial y se usará solamente para efectos de la presente investigación.

Se agradece su amabilidad al contestar este cuestionario.

San José - Costa Rica

Abril, 2015

1. ¿Cuáles herramientas informáticas se utilizan como apoyo a la gestión estratégica de la información sobre los pavimentos? Describa brevemente la funcionalidad de cada una de ellas.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Las herramientas informáticas tienen algún mecanismo que permita la comunicación entre ellas para importar y/o exportar datos? En caso afirmativo, explique en qué consiste dicho mecanismo.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. ¿Qué tecnología de almacenamiento de datos usan esas herramientas informáticas, archivos de datos o bases de datos? Comente.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Considera usted que actualmente existe una adecuada conectividad entre los datos que generan las herramientas informáticas que se utilizan para la gestión de los pavimentos? Comente.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. ¿Cuáles son los formatos de archivos de importación y/o exportación que permiten las herramientas informáticas?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. ¿Existen problemas de incompatibilidad entre los formatos de archivos que utilizan las herramientas informáticas? En caso afirmativo, explique cuáles son y si se cuenta con alguna forma para solucionar dichos problemas.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

7. En cuando a la salida de información que genera cada herramienta informática ¿Permiten éstas filtrar la información según parámetros que el usuario elija? Comente.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Muchas gracias por su colaboración.

# **ANEXO 4**

## **Entrevista 4**

**Dirigida al Coordinador, Personal Técnico y al Usuario de  
Consulta**

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA CASTRO CARAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA  
LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN CON ÉNFASIS EN  
DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS**

**Entrevista N° 4**

Dirigida a: **Coordinador, Personal técnico, Usuario de consulta**

**Variable:** Requerimientos del sistema

**Indicador:** Listado de requerimientos del sistema

**Objetivo:** Determinar los requerimientos del sistema basados en las necesidades y problemas del usuario, que permitan la creación de una aplicación informática para la gestión estratégica de la información de los pavimentos de la red vial nacional, y que integre las herramientas tecnológicas de que dispone el usuario.

La información que suministre es confidencial y se usará solamente para efectos de la presente investigación.

Se agradece su amabilidad al contestar este cuestionario.

San José - Costa Rica

Abril, 2015

1. ¿Cuáles son las necesidades de información que tiene actualmente la Dirección de Planificación Sectorial en cuanto a la gestión de pavimentos?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Con qué frecuencia se realiza el proceso de gestión estratégica de los pavimentos?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. ¿Existe algún problema a la hora de realizar el proceso de gestión de pavimentos?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Con qué hardware y software cuenta actualmente la Dirección de Planificación para realizar las actividades concernientes a la gestión de pavimentos?

---

---

---

---

---

---

5. ¿Qué se hace con la información una vez que se ha utilizado?

---

---

---

---

---

---

---

---

6. ¿Con qué frecuencia se utiliza la información histórica que se ha ido generando sobre la gestión de pavimentos? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

7. ¿Quiénes ven o utilizan esa información y con qué propósito?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

8. ¿Existe alguna restricción en cuanto al acceso a la información?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Muchas gracias por su colaboración.

# **ANEXO 5**

**Aprobación del Tema**



VICERRECTORÍA DE DOCENCIA  
ANEXO 5

Nº de Sesión 42 Artículo 4  
[Firma]  
Firma del Director de Carrera

**SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA TEMA  
Y MODALIDAD DE GRADUACIÓN**

Nombre del estudiante: Gustavo Adolfo Avendaño Meza

Número de cédula del estudiante: 3-0362-0376

Teléfonos: Casa: 2574-4101 Oficina: \_\_\_\_\_ Celular: 8884-3498

Modalidad de Graduación:  Tesis  Proyecto  
 Seminario de Graduación

Carrera: **Ciencias de la Computación con Énfasis en Desarrollo de Aplicaciones Informáticas**

Grado: Licenciatura  Maestría  Doctorado

Sede: Central  Limón  Paso Canoas  Puntarenas   
Pérez Zeledón  Puriscal  Palmares  Otro

Inicio: I Cuatrimestre, año 2015 Finalización: II Cuatrimestre, año 2015

**TEMA: DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN  
ESTRATÉGICA Y LA INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS PAVIMENTOS  
DE LA RED VIAL NACIONAL PARA LA DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN  
SECTORIAL DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES EN EL AÑO  
2015.**

*Nota: El estudiante debe asegurarse que el tema sea pertinente con el área de estudio, aporte novedades a la sociedad y enriquezca su formación profesional con creatividad.*

**PROBLEMA A INVESTIGAR** *(debe ser coherente con el tema propuesto):*

En la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, se realizan diferentes actividades referentes a los proyectos de infraestructura y transporte. En el caso de los proyectos de infraestructura, la planificación y elaboración de planes estratégicos para el mantenimiento de las carreteras del país, se constituye en una actividad sumamente importante ya que a ella se le asigna el monto más alto del presupuesto de la institución.

Por tal motivo, se hace indispensable realizar una adecuada gestión estratégica de la información sobre los pavimentos, para que los citados proyectos de infraestructura generen los resultados esperados. Para efectuar dicha actividad se requiere de la obtención de datos provenientes de dependencias internas y externas a la institución, en formatos diferentes. Dichos datos deben procesarse nuevamente para generar la información que se requiere para la gestión estratégica de los pavimentos. No existe al día de hoy una herramienta informática que integre y almacene dicha información, razón por la cual surge la siguiente pregunta:

¿Con el desarrollo de una aplicación informática se puede mejorar la gestión estratégica y la integración de la información de los pavimentos de la red vial nacional en la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes?

**OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN** *(anote un objetivo, debe ser coherente con el tema propuesto):*

Analizar la forma en que se realiza actualmente la gestión estratégica de información de los pavimentos de la red vial nacional, para determinar las contingencias para resolver la mejor manera de ejecutar dicha gestión.

**OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA** *(anote un objetivo):*

Desarrollar una aplicación informática que permita una adecuada gestión estratégica de la información y la integración de los datos de los pavimentos de la red vial nacional.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS** *(mínimo tres objetivos específicos de investigación y uno de propuesta; cada uno de los objetivos específicos debe indicar claramente el referente, dos variables como mínimo y el para qué):*

1. Definir las características de los pavimentos, con el fin de determinar qué datos se necesitan para realizar una adecuada gestión estratégica de los mismos.
2. Identificar las fuentes de datos e información que intervienen en la gestión estratégica de los pavimentos, con el objeto de establecer quien las brinda y qué aportan a dicha gestión.
3. Analizar la conectividad y compatibilidad que las herramientas informáticas existentes brindan al proceso de gestión estratégica de los pavimentos, con el propósito de determinar si son funcionales a dicha gestión.



4. Determinar los requerimientos del sistema basados en las necesidades y problemas del usuario, y a partir de ellos desarrollar una aplicación informática para la gestión estratégica de la información de los pavimentos de la red vial nacional, que integre las herramientas tecnológicas de que dispone el usuario.

**RAZONES POR LAS QUE ESCOGE EL TEMA:** *(debe sustentar al menos con tres argumentos importantes)*

1. Mejorar el uso de los recursos de una institución gubernamental. Debido a que las instituciones públicas cuentan con presupuestos limitados, se hace necesario aprovechar al máximo dichos recursos, especialmente los tecnológicos, los cuales tienen un costo elevado.
2. Al apoyarse en una herramienta tecnológica como lo son los programas informáticos, brinda a la institución la posibilidad de ir expandiendo dicha herramienta a otras áreas o actividades, dando como beneficio una mejor capacidad de respuesta ante nuevas situaciones que puedan surgir en el futuro.
3. Al optimizar la planificación y propiciar la toma de decisiones de forma más oportuna y acertada, la red vial nacional es atendida en menor tiempo y con una mejor utilización de los recursos, lo cual contribuye al desarrollo del país, logrando así satisfacción por parte de la ciudadanía.

**Tutor sugerido:** *(nombre y número de cédula):* Luis Rodolfo Corrales Rodríguez, 1-0609-0411

*La sugerencia será valorada por el Director de Carrera. En caso de ser un tutor ajeno a la Universidad, deberá aportar, con este documento, el curriculum vitae, atestados académicos, docentes y profesionales que certifiquen su idoneidad en relación con el tema asignado.*

IAAM 3-362-376  
Firma y cédula de estudiante

María Vanessa Zamora González  
Nombre y apellidos y firma aval  
Metodólogo

Luis Rodolfo Corrales Rodríguez  
Nombre y Apellidos y firma aval Tutor

### PARA USO EXCLUSIVO DE LA UNIVERSIDAD

La solicitud ha sido:  Aceptada  Rechazada  Suspenso\*

\* Nota: *Suspenso significa que requiere de algún ajuste de forma; junto al Director de Carrera se puede sustentar, para elevar a la aprobación respectiva*

Miembros Comité Interdisciplinario: \_\_\_\_\_;

Autorizado por: M<sup>o</sup> del Carmen Gamboa M. Firma: [Firma] Fecha: 11 nov. 2015  
Presidente del Comité

Este documento culminado el proceso de investigación, se adjuntará a los Apéndice del trabajo escrito final. Junto con las cartas de aval del metodólogo, Tutor y Director de Carrera o lector.

# APÉNDICES

# **APÉNDICE 1**

**Carta de aceptación del tutor**

San José, 20 de enero del 2015

**M.Sc. María del Carmen Gamboa Umaña**  
**Directora de la Facultad de Informática**  
**Universidad Metropolitana Castro Carazo**  
**Presente**

Luego de saludarla cordialmente, me dirijo a usted con la finalidad de comunicarle que he aceptado ser el Asesor Académico del alumno Gustavo Adolfo Avendaño Meza, cédula: 3-0362-0376, quien es estudiante de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación con Énfasis en Desarrollo de Aplicaciones Informáticas; en el proyecto denominado "*Desarrollo de una Aplicación Informática para la Gestión Estratégica y la Integración de la Información de los Pavimentos de la Red Vial Nacional para la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes en el Año 2015*".

Asimismo doy fe que la tesis puede ser sujeta a revisión por parte de la Dirección de Informática.



---

Lic. Luis Rodolfo Corrales Rodríguez

Cédula: 1-0609-0411

Asesor Académico

# **APÉNDICE 2**

**Carta del metodólogo**

San José, 19 de agosto del 2015

**M.Sc. María del Carmen Gamboa Umaña**  
**Directora de la Facultad de Informática**  
**Universidad Metropolitana Castro Carazo**  
**Presente**

Por este medio hago constar que he supervisado, en la parte que me corresponde como Asesora Metodóloga, la elaboración de la tesis del alumno Gustavo Adolfo Avendaño Meza, cédula: 3-0362-0376, quien es estudiante de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación con Énfasis en Desarrollo de Aplicaciones Informáticas; en el proyecto denominado "*Desarrollo de una Aplicación Informática para la Gestión Estratégica y la Integración de la Información de los Pavimentos de la Red Vial Nacional para la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes en el Año 2015*". Asimismo doy el respectivo visto bueno a dicha tesis, para su posterior defensa ante el Tribunal Examinador.



---

M. Sc. María Vanessa Zamora González

Cédula: 1-0902-0676

Asesora Metodóloga

# **APÉNDICE 3**

**Carta del tutor**

San José, 19 de agosto del 2015

**M.Sc. María del Carmen Gamboa Umaña**  
**Directora de la Facultad de Informática**  
**Universidad Metropolitana Castro Carazo**  
**Presente**

Luego de saludarla cordialmente, doy fe por este medio, en la parte que me corresponde como Asesor Académico, que he supervisado el desarrollo de la tesis del alumno Gustavo Adolfo Avendaño Meza, cédula: 3-0362-0376, quien es estudiante de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación con Énfasis en Desarrollo de Aplicaciones Informáticas; en el proyecto denominado "*Desarrollo de una Aplicación Informática para la Gestión Estratégica y la Integración de la Información de los Pavimentos de la Red Vial Nacional para la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes en el Año 2015*". Asimismo doy el respectivo visto bueno a dicha tesis, para su posterior defensa ante el Tribunal Examinador.



---

Lic. Luis Rodolfo Corrales Rodríguez  
Cédula: 1-0609-0411  
Asesor Académico

---

# **APÉNDICE 4**

**Carta del filólogo**

*M. Ed. Edgar Chaves Sánchez*  
*Filólogo y Corrector de Estilo*

---

**A QUIEN INTERESE**

Yo, Édgar Chaves Sánchez, Máster en Educación de la Universidad Latina y Bachiller en Filología, Española de la Universidad de Costa Rica; con cédula de identidad 6-208-243; inscrito en el Colegio de Licenciados y Profesores, con el carné N° 012884, hago constar que he revisado únicamente los cinco primeros capítulos del trabajo de investigación; he corregido y señalado los errores encontrados en ortografía, redacción, gramática y sintaxis. El cual se intitula

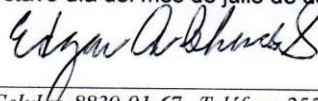
**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN  
ESTRATÉGICA Y LA INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS  
PAVIMENTOS DE LA RED VIAL NACIONAL PARA LA DIRECCIÓN DE  
PLANIFICACIÓN SECTORIAL DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y  
TRANSPORTES EN EL AÑO 2015**

DE

**GUSTAVO ADOLFO AVENDAÑO MEZA**

**PROYECTO PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN CON ÉNFASIS EN  
DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS  
DE LA UNIVERSIDAD METROPOLITANA CASTRO CARAZO**

Se extiende la presente certificación a solicitud del interesado, en la ciudad de Cartago en el décimo octavo día del mes de julio de dos mil quince.



---

Celular 8839-91-67 Teléfono 2551-07-98  
Correo electrónico: edanchasa@hotmail.com

# **APÉNDICE 5**

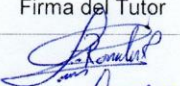

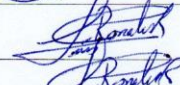
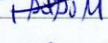
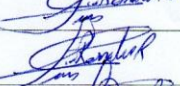


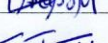

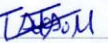

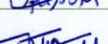







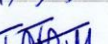










**Control de asistencia a dirección de tesis**

## CONTROL DE ASISTENCIA

Nombre del estudiante Gustavo Adolfo Avendaño Meza

Carrera Licenciatura en Ingeniería en Sistemas con énfasis en Desarrollo de Aplicaciones informáticas

Tema DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN ESTRATÉGICA Y LA INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS PAVIMENTOS DE LA RED VIAL NACIONAL PARA LA DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN SECTORIAL DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES EN EL AÑO 2015

Fecha	Inicio	Salida	Firma del Tutor	Firma del Estudiante
13-ene-2015	4:45 pm	5:50 pm		
11-feb-2015	4:45 pm	5:27 pm		
4-mar-2015	4:50 pm	5:37 pm		
25-mar-2015	5:10 pm	6:05 pm		
13-Abr-2015	4:43 pm	5:24 pm		
20-Abr-2015	5:00 pm	5:50 pm		
11-may-2015	4:40 pm	5:32 pm		
25-may-2015	5:26 pm	6:15 pm		
15-jun-2015	4:43 pm	5:15 pm		
22-jun-2015	5:00 pm	5:40 pm		
29-jun-2015	6:00 pm	6:49 pm		
6-jul-2015	5:30 pm	6:00 pm		
13-jul-2015	5:15 pm	5:40 pm		
30-jul-2015	4:45 pm	5:22 pm		
7-ago-2015	4:50 pm	5:38 pm		
17-ago-2015	4:45 pm	5:45 pm	