

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACION DE
IMÁGENES DIGITALIZADAS PARA LA
EVALUACION Y GESTION DE PAVIMENTOS”**

PRESENTADO POR:

UNIV. JORGE LUIS SEGOVIA ORDOÑEZ

AGOSTO 2012

Tarija-Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOP. Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACION DE
IMÁGENES DIGITALIZADAS PARA LA
EVALUACION Y GESTION DE PAVIMENTOS”**

Por:

UNIV. JORGE LUIS SEGOVIA ORDOÑEZ

Proyecto presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

AGOSTO 2012

Tarija-Bolivia

VºBº

.....
Ing. Luis A. Yurquina F.

DECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
Lic. Gustavo Succi Aguirre

VICEDECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Jhonny Orgaz Fernández

.....
Ing. Evelyn Escalante Álvarez

.....
Ing. Marcelo Sosa Castellanos

El Tribunal Calificador del presente Trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

Dedico el presente trabajo a mis padres, Adán y Norah, a mis hermanos por la confianza y el respaldo que me brindaron en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios por darme las fuerzas y la fe para realizar el presente proyecto.

PENSAMIENTO:

“Cuando la idea ha sido transmitida, poco importan las palabras que le han servido de escolta”

ZHUANGZI

INDICE

ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACIÓN DE IMÁGENES DIGITALIZADAS PARA LA EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE PAVIMENTOS

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Alcance	4
1.5 Metodología.....	5

CAPITULO II

LA UTILIZACION DEL SIG EN CARRETERAS

2.1. Introducción a la geodesia	6
2.1.1. Definición de geodesia	6
2.1.2. División de la geodesia.....	6
2.2. Introducción de la teledetección	9
2.3. Fundamentos de la teledetección	10
2.4. Espectro electromagnético.....	12
2.5. Que es un satélite y que tipos de satélite existe.....	13
2.6. Clasificación de imágenes de satélite.....	15
2.7. Clasificación por la resolución de pixel	16

2.8. Georreferenciación de imágenes	19
2.9. Corrección geométrica.....	20
2.10. Corrección radiométrica	21
2.11. Técnicas, principios y conceptos básicos	24
2.11.1. Los sistemas de información geográfica	24
2.11.2. Definición	25
2.11.3. Componentes de un SIG	26
2.11.4. Clasificación de los SIG	28
2.11.4.1. Los SIG Vectoriales.....	30
2.11.5. El manejo de la información de un SIG	36
2.11.5.1. Almacenamiento de la información.....	36
2.11.5.2. Extracción De La Información	37
2.11.5.3. Edición De La Información	38
2.11.5.4. Análisis Y Modelamiento De La Información	38
2.11.5.5. Salida Y Representación De La Información	39
2.11.6. Funcionamiento de un SIG	40
2.12. El SIG en la gestión de carreteras.....	41
2.13. Particularidades de los sistemas SIG para carreteras.....	42
2.13.1. Análisis De Redes.....	43
2.13.2. Segmentación Dinámica	43
2.14. Tendencias y nuevas tecnologías.....	44

CAPITULO III

EVALUACION Y GESTION DE PAVIMENTOS APLICANDO SIG

3.1. Evaluación de pavimentos	47
3.1.1. Evaluación superficial de pavimentos	47
3.1.1.1. Índice de condición del pavimento (PCI)	48
3.1.1.2. Procedimiento De Evaluación De La Condición Del Pavimento	49
3.1.1.3. Calculo Del (PCI).	52
3.1.1.4. Índice de serviciabilidad presente (PSI).	54
3.1.1.5. Índice de rugosidad internacional (IRI).....	56
3.1.2. Tipos de deterioros en pavimentos asfálticos	67
3.2. Gestión de pavimentos	91
3.2.1. Definiciones y Conceptos Fundamentales.....	93
3.2.2. Sistemas de Información Geográfica para Gestión de Pavimentos	94
3.2.2.1. Propósito de los Sistemas de Gestión de Pavimentos.....	95
3.2.2.2. Beneficios de Integrar los Sistemas de Gestión con tecnología SIG.....	96
3.3. Mantenimiento de Pavimentos Asfálticos	97
3.3.1. Importancia de la inspección frecuente	100
3.3.2. Procedimiento de mantenimiento	101
3.3.3. Causas y reparación de grietas.....	104
3.3.4. Problemas de tratamientos superficiales	113
3.4. Metodología de la aplicación SIG en carreteras en nuestro medio	114
3.4.1. Generalidades sobre el SIG en Bolivia.....	114
3.4.1.1. Recopilación De La Información	115
3.4.2. Construcción del sistema de información geográfica (SIG).....	120
3.4.3. Aplicaciones del sistema de información geográfica (SIG)	126

CAPITULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1. Ubicación del tramo de estudio.	130
4.2. Características generales del tramo de estudio.	131
4.3. Recopilación de información básica.	132
4.4. Evaluación del pavimento en el tramo de estudio.	132
4.4.1. Identificación de las fallas en el pavimento.	132
4.4.1.1. Metodología.	132
4.4.1.2. Proceso.	133
4.4.1.3. Resultados.	138
4.5. Aplicación del SIG en la evaluación del pavimento en el tramo.	140
4.6. Planeamiento de la Gestión de pavimentos.	140
4.6.1. Almacenamiento de información.	140
4.6.2. Inventario de la red vial.	146
4.6.3. Tipos de mantenimiento.	148
4.6.3.1. Computos métricos de las fallas.	151
4.6.3.2. Presupuesto general.	154
4.6.4. Mapa vial.	154

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.	157
5.2. Recomendaciones.	162

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Componentes del SIG	6
Figura 2.2 Funcionamiento del SIG	22
Figura 2.3 Captura del programa ArgGIS	27
Figura 2.4 Captura del programa ArgGIS	28
Figura 2.5 Captura del programa ArgGIS	28
Figura 3.1 Factores que afectan al pavimento	47
Figura 3.2 Modelo de cuarto de carro.....	41
Figura 3.3 Escala y características del IRI	43
Figura 3.4 Nivel y mira topográfica	44
Figura 3.5 Equipo Dipstick.....	45
Figura 3.6 Perfilógrafo California	46
Figura 3.7 Componentes de equipos de respuesta	46
Figura 3.8 Componentes de equipos de referencia inercial.....	47
Figura 3.9 Efecto de singularidades en la medición y cálculo del IRI	49
Figura 4.3 Grafica de distribución porcentual del trafico.....	89
Figura 3.9 Efecto de singularidades en la medición y cálculo del IRI	49
Figura 3.10 Grieta piel de cocodrilo	49
Figura 3.11 Exudación del asfalto	51
Figura 3.12 Grietas de contracción.....	52
Figura 3.13 Elevaciones y hundimientos.....	54
Figura 3.14 Corrugaciones	55
Figura 3.15 Depresiones	56
Figura 3.16 Grietas de borde	57

Figura 3.17 Reflexión de juntas.....	58
Figura 3.18 Desnivel de calzada - hombrillo.....	60
Figura 3.19 Grietas longitudinales y transversales.....	61
Figura 3.20 Bacheo y zanjas reparadas	63
Figura 3.21 Agregados pulidos.....	64
Figura 3.22 Huecos.....	65
Figura 3.23 Rejillas y tapas de alcantarillas	67
Figura 3.24 Ahuellamiento.....	68
Figura 3.25 Deformación por empuje	69
Figura 3.26 Grietas de deslizamiento	70
Figura 3.27 Hundimiento.....	71
Figura 3.28 Disgregación del pavimento.....	72
Figura 3.29 Bolivia Proyección Cónica Conforme de Lambert	97
Figura 3.30 Mosaico de Cartas Geográficas Georeferenciadas.....	99
Figura 3.31 Elementos Cartográficos Digitalizados.....	100
Figura 3.32 Imagen Satelital Georeferenciada	101
Figura 3.33 Creación de temas	104
Figura 3.34 Modelo Digital de Elevaciones (DEM).....	104
Figura 3.35 Mapa de Pendientes.....	105
Figura 3.36 Obtención de Curvatura Horizontal en Fotografías Aéreas	106
Figura 3.37 Diagrama entidad relación de la base de datos	108
Figura 3.38 Esquema de la Representación Cartográfica.....	109
Figura 3.39 Rutas por Tiempo y Distancia.....	110
Figura 4.1 Ubicación del área de estudio	110
Figura 4.2 Programa INPACO	110

Figura 4.3 Programa INPACO datos de entrada	110
Figura 4.4 Programa ArcGIS introducción de datos	110
Figura 4.5 Programa ArcGIS introducción de fotografías	110
Figura 4.6 Programa ArcGIS fotografías de las fallas del pavimento	110
Figura 4.7 Programa ArcGIS fotografías de las fallas del pavimento.....	110
Figura 4.8 Programa ArcGIS información del tramo	110
Figura 4.9 Programa ArcGIS información del tramo.....	110
Figura 4.10 Programa ArcGIS puntos donde se encuentra almacenada la información de cada tramo.....	110
Figura 4.11 Programa ArcGIS tabla de datos consulta por localización.....	110
Figura 4.12 Programa ArcGIS puntos donde se encuentran las fotografías.....	110
Figura 4.13 Programa ArcGIS fotografías de fallas que presenta el pavimento del tramo en estudio.....	110

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Rangos de calificación del PCI.....	48
Cuadro 3.2 Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	49
Cuadro 3.3 Valores de los coeficientes C1, C2, C3	55
Cuadro 3.4 Rangos de clasificación del PSI.....	55
Cuadro 3.5 Equipos para la medición de la regularidad superficial de pavimentos.....	65
Cuadro 3.6 Nivel de Severidad de los huecos	84
Cuadro 4.1 Ancho de calzada longitud.....	131
Cuadro 4.2 Precio unitario del bacheo superficial.....	149
Cuadro 4.3 Precio unitario del parchado profundo.....	149
Cuadro 4.4 Precio unitario del sellado de fisuras moderadas.....	150
Cuadro 4.5 Precio unitario del sellado de fisuras severas	150

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Ábacos de PCI
ANEXO 2	Toma de datos PCI
ANEXO 3	Tablas de PCI
ANEXO 4	Tablas de PSI
ANEXO 5	Tablas de IRI
ANEXO 6	Especificaciones técnicas