



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Posgrados**

**Implementación de un sistema de información geográfica para el mantenimiento de la  
vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho**

**Cindy Patiño Ponce**

**Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Magister en  
Sistemas de Información Geográfica

Quito, mayo de 2014

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Posgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Implementación de un sistema de información geográfica para el  
mantenimiento de la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo  
Salado – Guangarcucho**

**Cindy Patiño Ponce**

Richard Resl, Ph.Dc. ....  
**Director de Tesis**

Pablo Cabrera, MSc. ....  
**Miembro del comité de tesis**

Richard Resl, Ph.Dc. ....  
**Director de la Maestría en Sistemas  
de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph.D. ....  
**Decana del Colegio de Ciencias  
Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph.D. ....  
**Decano del Colegio de Posgrados**

Quito, mayo de 2014

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

-----  
CINDY PATIÑO PONCE

C. I.: 010366912-3

Quito, mayo de 2014

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mi familia, de manera especial a mi madre por su constante apoyo y consejos y a Emiliano José quien ha sido y es mi motivación, inspiración y felicidad.

*“Si no sueñas, nunca encontrarás lo que hay más allá de tus sueños”*

*AUTOR ANONIMO*

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes y diversos profesionales de UNIGIS por el apoyo, colaboración, ayuda y enseñanza brindada durante el transcurso de los estudios, hago extensivo un reconocimiento a mi Director Richard Resl por su guía y valiosos criterios durante el desarrollo de la presente tesis.

A los técnicos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, de manera especial al Ingeniero Joaquín Cordero Carvallo por brindarme total apertura para el cumplimiento de esta meta y a todos quienes de cierta forma influyeron para su culminación.

A todos sinceramente, muchas Gracias.

## RESUMEN

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas como entidad encargada de la Red Vial del país, debe brindar un servicio vial de calidad, siendo indispensable implementar un sistema que automatice las actividades diarias.

El tramo en estudio es el Salado-Guangarcucho perteneciente a la Vía Rápida Cuenca-Azogues-Biblián, ubicado en las provincias de Azuay y Cañar, con una longitud de 21 kms.

En el presente estudio se efectuó el levantamiento del tramo vial en mención, conjuntamente con la señalización respectiva, ubicación de puentes, muros, cajas y pozos, alcantarillas, postes, ríos, sistema hidrosanitario y eventos que se han suscitado en el sector.

Se crearon gráficos para conocer los porcentajes de estado de señalización, muros, alcantarillas, cajas y pozos, postes y del sistema hidrosanitario, para que los técnicos conozcan las necesidades de mantenimiento y reemplazo en la zona.

Con respecto a los eventos que diariamente se suscitan en el sector, se establecieron los motivos por los que éstos ocurren, para que se tomen los correctivos necesarios, y evitar desastres que puedan cobrar la vida de los transeúntes.

De igual forma se elaboraron reportes, para conocer las abscisas en donde es indispensable efectuar mantenimientos o reemplazos de los diversos componentes del tramo en estudio.

## **ABSTRACT**

The Ministry of Transportation and Public Works as an entity responsible of the country should make a difference in quality for the national road network and thus establish the corresponding maintenance with high quality, for which it is essential to implement an information system that updates daily events and activities.

The stretch under consideration is the Salado – Guangarcucho belonging to the parkway Cuenca – Azogues – Biblian basin, located in the provinces of Azuay and Canar, with a length of 2 km.

The present study was undertaken to acquire the data of the road section in mention, including traffic signs, bridges, storm water runoff, and other infrastructure conected directly to the road, so that the technicians know the maintenance and replacement needs in the area.

With respect to the events upon monitoring daily events, analysis can take place to find out about the reasons why they occur. Consequently, necessary corrective measures, and avoid disasters can be taken the lives of users.

Likewise, reports are generated, for which it is indispensable to carry out maintenance or replacements of the various components of the section under consideration.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	5
ABSTRACT.....	6
TABLA DE CONTENIDOS.....	7
1. INTRODUCCION .....	10
1.1. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES .....	10
1.2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA .....	14
1.3. HIPOTESIS .....	19
1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACION .....	20
1.5. OBJETIVOS .....	20
1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	20
1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	20
1.6. CONTEXTO Y MARCO TEORICO .....	21
1.7. DIAGRAMA DE FLUJO .....	22
1.8. PRESUNCIONES DEL AUTOR .....	25
1.9. SUPUESTOS DEL ESTUDIO.....	25
2. REVISION DE LA LITERATURA.....	27
2.1. SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA .....	27
2.2. COMPONENTES DE UN SIG .....	27
2.3. TIPOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA .....	28
2.4. ALMACENAMIENTO DE DATOS .....	29
2.5. BASE DE DATOS ESPACIAL .....	29

2.6.	RED VIAL NACIONAL .....	30
2.7.	RED VIAL ESTATAL .....	30
2.7.1.	VIAS PRIMARIAS .....	31
2.7.2.	VIAS SECUNDARIAS .....	32
2.8.	TIPO DE SEÑALIZACION .....	33
2.9.	GENERO DE LITERATURA INCLUIDOS EN LA REVISION.....	38
2.10.	PASOS EN EL PROCESO DE REVISION DE LA LITERATURA.....	38
2.11.	FORMATO DE LA REVISION DE LA LITERATURA .....	39
3.	METODOLOGIA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	40
3.1.	NIVELES DE INVESTIGACION.....	40
3.2.	TIPOS DE INVESTIGACION.....	40
3.3.	HERRAMIENTAS DE INVESTIGACION UTILIZADAS.....	41
3.4.	FUENTES DE RECOLECCION DE DATOS.....	41
4.	RESULTADOS Y ANALISIS DE DATOS.....	43
4.1.	IDENTIFICACION DE LA ZONA.....	43
4.2.	IDENTIFICACION DE VARIABLES.....	44
4.3.	PROCEDIMIENTO.....	50
4.4.	PROCESAMIENTO Y ANALISIS.....	51
4.5.	ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	51
4.5.1.	INVENTARIO DE PUENTES EXISTENTES EN EL TRAMO SALADO – GUANGARCUCHO.....	52
4.5.2.	IDENTIFICACION DE LAS ALCANTARILLAS EXISTENTES EN EL TRAMO SALADO – GUARGANCUCHO.....	52

4.5.3.	IDENTIFICACION DE POSTES EXISTENTES EN EL TRAMO SALADO– GUANGARCUCHO.....	57
4.5.4.	IDENTIFICACION DE LAS SEÑALES DE TRANSITO EXISTENTES EN EL TRAMO SALADO – GUANGARCUCHO.....	59
4.5.5.	HIDROSANITARIOS EXISTENTES EN EL TRAMO SALADO – GUANGARCUCHO.....	60
4.5.6.	EVENTOS EXISTENTES EN EL TRAMO SALADO – GUANGARCUCHO.....	62
4.5.7.	MUROS EXISTENTES EN EL TRAMO SALADO – GUANGARCUCHO.....	64
5.	CONCLUSIONES.....	66
6.	RECOMENDACIONES.....	67
7.	BIBLIOGRAFIA.....	70
8.	ANEXOS.....	72

# **1. INTRODUCCION**

## **1.1 Introducción y antecedentes**

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas es la entidad rectora del Sistema Nacional del Transporte Multimodal en el Ecuador, ésta cartera de Estado formula, implementa y evalúa políticas, regulaciones, planes, programas y proyectos con la finalidad de garantizar una red de Transporte seguro y competitivo, disminuyendo el impacto ambiental y contribuyendo al desarrollo social y económico, para ésta entidad la gestión del sistema de transportación multimodal a nivel país, es la responsabilidad principal, debido a que ellos son quienes tienen el reto diario de la excelencia, eficiencia y eficacia en el tema vial.

Los ejes estratégicos de la institución son los de satisfacer totalmente a los usuarios de las vías a través de la calidad y fiabilidad de los servicios, mediante una garantía de movilidad total, siendo una de las entidades más competitivas, intentando mejorar el servicio y cumpliendo así las expectativas de la población.

Esta cartera de Estado tiene competencia de varias vías de la Red Estatal, y se encuentra dividida en diversas Subsecretarías, en caso de la Subsecretaría Regional Zona 6, ésta es la encargada de velar por el perfecto estado de las carreteras de Azuay, Cañar y Morona Santiago. El MTOP como ente rector de la vialidad en el país, actualmente brinda un servicio vial de calidad, motivo por el que es necesario

continuar apoyando a la institución mediante la incursión en tecnología actual, para incrementar aún más esa calidad de servicio que se concede en la actualidad.

La vía objeto de estudio se encuentra ubicada en la parte centro – sur del territorio ecuatoriano, en las provincias de Azuay y Cañar, que forma parte de la Red Vial Estatal, Longitudinal E35 (Vía Rápida Cuenca- Azogues – Biblián), que se desarrolla hacia el norte de Cuenca, pasando por Azogues, para terminar en el norte del cantón Biblián. El Tramo Salado – Guangarcucho corresponde a la actual autopista entre los sectores de El Salado y Guangarcucho, tiene una longitud de 21 kms, con 4 carriles de tráfico y parterre central, la topografía predominante en el sector es de tipo montañosa con un bajo porcentaje de terrenos ondulados.

Esta permite conectar la vía Perimetral Sur de Cuenca a la altura del Intercambiador de Guangarcucho con la población de Azogues, esto con el fin de satisfacer la demanda de transporte y facilitar el ingreso desde Cuenca hacia Azogues y viceversa. Esta vía corresponde a una carretera de dos carriles, uno por sentido.

La Gestión Vial es un proceso metodológico que permite identificar los componentes de una red vial, la condición en la que ésta se encuentra, los métodos para efectuar inventarios de las vías son varios, pero de alguna manera todos ayudan a demostrar el estado del pavimento, señalización, etc., para el respectivo mantenimiento vial. Para alcanzar con todos los objetivos del MTOP, y básicamente de la Subsecretaría Regional Zona 6 es necesario aplicar una tecnología que favorezca a la optimización

de los recursos del estado, la toma correcta de decisiones y eficiencia de las actividades viales de la zona, para esto se ha visto necesario partir mediante la implementación de un SIG en la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho, con el único fin de obtener y mantener un inventario total de la vía.

Al tener un SIG en las vías, se podrá conocer las necesidades de rehabilitación y mantenimiento en tiempo real que se deberán perpetrar, y de ésta manera las autoridades de la institución podrán asignar los recursos tanto humanos como materiales que mantengan un esquema vial óptimo y conlleven a toma de decisiones precisas y en el tiempo exacto.

Considerando la necesidad de mejorar la infraestructura vial y elevar el estándar de las carreteras de la Red Estatal del país, es necesario tener un inventario de las vías a cargo de la institución, convirtiéndose en una base fundamental en el proceso de Gestión Vial, para conocer a ciencia cierta las características exactas de las vías, su estado actual, y todas las actividades para mantener carreteras de calidad en el país.

De acuerdo a Gómez (2010), tener un SIG en vías permite conocer de manera real y oportuna cuando, como y en donde deberán desarrollarse las adecuaciones necesarias en éstas, mediante la aplicación de las ordenanzas vigentes, permitiendo avanzar rápidamente en la asignación de criterios viales; los Sistemas de Información Geográfica son la base para un adecuado tratamiento de las vías,

debido a que ellos brindan información actualizada, confiable, en el instante oportuno y sobre todo de alta calidad, fortaleciendo a la planificación y decisiones de los técnicos encargados.

En la presente tesis se pretende llevar a cabo el levantamiento de toda la información de la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho, debido a que actualmente en la institución no se cuenta con especialistas en Sistemas de Información Geográfica, ni un SIG para el mantenimiento y rehabilitación vial que brinde la oportunidad de decidir acertada y oportunamente, con un tiempo de respuesta mínimo, el no poseer un SIG en las vías ha provocado inconsistencia en la información y lentitud en obtención de datos, haciendo imperiosa la necesidad de que la institución implemente este proyecto piloto en donde se tenga almacenada información útil y veraz.

El asfalto es un elemento básico en la construcción, rehabilitación y mantenimiento vial, en todo momento la institución necesita conocer el punto exacto en donde debe efectuar las diferentes labores de mejoramiento, por lo que la implementación de un SIG Vial es sumamente útil como herramienta de soporte basándose en criterios netamente técnicos y económicos, brindando un nivel óptimo en la planificación vial de la región y el país en general.

Al georeferenciar el tramo Salado – Guangarcucho, la localización de tachas, balizas, chevroneos, letreros informativos tanto turísticos como de distancia, estado de la

capa de rodadura, sección de la vía y demás datos de ésta, se obtendrá un SIG de calidad que permita mantener vías en excelente estado con el menor esfuerzo posible; este modelo de inventario vial será adaptable a las características de todas las carreteras que conforman la red vial estatal de la Zona 6, permitiendo definir acciones de nuevos diseños, reemplazos, identificando las inconsistencias existentes para otorgar a la población mejores condiciones operacionales y de seguridad vial.

Por todo lo expuesto anteriormente es claro notar la necesidad de aplicar tecnología SIG que ayude a la institución en las actividades diarias, afrontado retos diferentes y convirtiendo así al Ministerio de Transporte y Obras Públicas en una cartera de estado mucho más eficiente que contribuya íntegramente con los ciudadanos y ciudadanas brindando mayor calidad vial en todo momento.

## **1.2 Identificación del problema**

Con el fin de conseguir grandes resultados con el menor esfuerzo posible, la población empezó a aprovechar todos los recursos naturales que tenía a su disposición, además de optimizar el uso del espacio y establecer normas para organizar su vida en la sociedad, para lo cual es indispensable tener conocimiento de la realidad, lo que implica tener un conjunto de variables que definan un modelo a ser observado desde diversos ángulos disciplinares y reflejar los posibles escenarios futuros, el conocimiento de estos escenarios y su transformación permitirá definir planes de desarrollo, con estrategias al menor costo, esto se obtiene si se dispone

de información correcta, confiable, oportuna y entendible para una óptima toma de decisiones que se contemplen en el plan de desarrollo futuro.

Las instituciones que administran información geoespacial y se dedican a la planificación territorial, se encuentran beneficiadas debido a la magnífica aparición de productos informáticos de calidad y con costos accesibles, posibilitando el almacenamiento digital de gran cantidad de información; mediante la organización correcta de los datos, localizándolos en el espacio, relacionándolos entre sí, se obtendrá información que favorecerá en las actividades de los técnicos responsables de las distintas áreas.

Según Huxhold y Levinsohn (1995), el éxito que se obtenga de la implementación del Sistema de Información Geográfica en Cuenca, depende sobre todo de la capacidad de gestión antes que de la tecnología. Los SIG en el Ecuador han tomado fuerza en los últimos años, debido a que se tienen proyectos públicos y privados que avanzan continuamente y llevan a un desarrollo tecnológico sustentable, de acuerdo a una publicación de la Universidad del Azuay, el Ing. Francisco Salgado indica que con el proyecto de Sistema de Información Urbano, impulsado desde marzo de 1989, se ha establecido un modelo de gestión de la información en el sector público de Cuenca, simplificando trámites y brindando servicios eficientes a la ciudadanía, ahorrando tiempo y recursos en adquirir información en la Municipalidad, ETAPA, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, Registro de la Propiedad, Comisión de Tránsito, etc.

Si bien es cierto el MTOP posee vías de calidad, brindando seguridad a los ciudadanos, pero la institución no cuenta con un sistema SIG que ofrezca facilidades para la obtención de la información deseada en tiempos mínimos, formando una barrera que impide mantener datos organizados de una vía, debido a que cada funcionario tiene información en su computador, misma que puede variar relativamente entre uno y otro, provocando inconsistencia de datos y causando inconvenientes en el momento de solicitarla debido a que la no presencia de un funcionario origina pérdida de tiempo.

Según Bravo (2013), muchas veces obtener información para confeccionar reportes solicitados por los altos mandos provoca pérdida de tiempo debido a que se debe buscar, ingresar, y elaborar los reportes de manera manual según las plantillas solicitadas por la entidad, lo que ocasiona inconsistencia primeramente de tipeo y falta de veracidad en la información obtenida,.

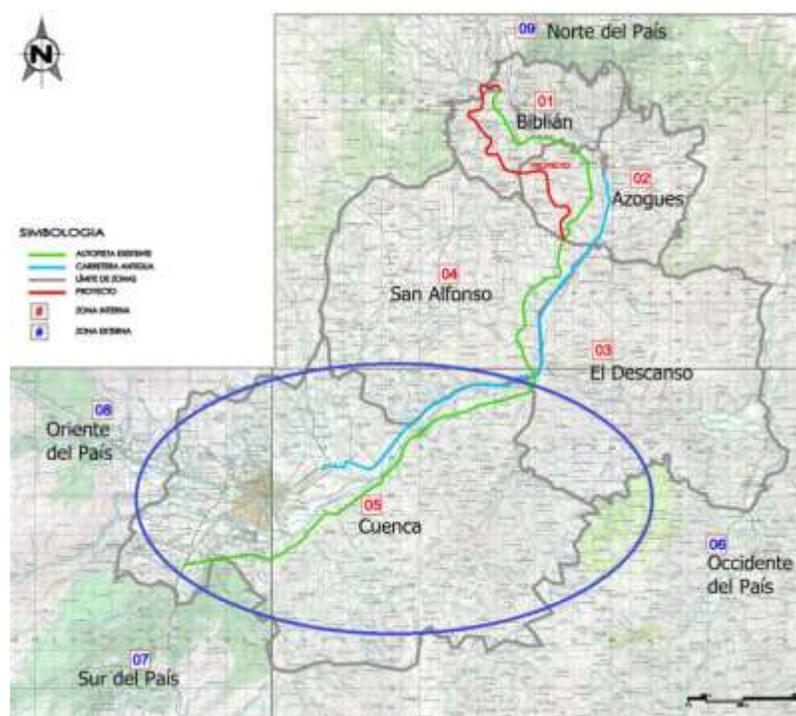
Es por esto que la aplicación de los SIG en el ámbito de la vialidad, resulta una herramienta de gran ayuda para el diagnóstico del estado de las vías, diagnóstico de señalización, ubicación específica de cualquier lugar dentro de ésta, áreas sensibles, administradores viales, etc., necesidades de mantenimiento y rehabilitación de las carreteras del país, convirtiendo al SIG en una esencial base de datos para una efectiva administración y establecimiento de políticas de mejoramiento y conservación de la vialidad.

Un SIG en la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho, sería un inicio para determinados proyectos del MTOP, exclusivamente de la Subsecretaría Regional 6, con la importancia que conlleva el soporte de las nuevas tecnologías para la producción de resultados óptimos. Es importante estar a la vanguardia de la tecnología, implementando sistemas que ayuden a gestionar los diversos procesos internos de forma eficiente y proactiva, tenemos las herramientas para organizar la información geográfica ahora depende de nosotros aplicarlas adecuadamente para un mejor desempeño de las actividades cotidianas que se realizan tanto en las entidades públicas como privadas; en tiempos pasados la escasez de profesionales especializados en GIS era notoria, actualmente tenemos a la mano todas las herramientas para efectuar un cambio, por lo que tenemos que partir con un proyecto piloto vial que abarque las necesidades institucionales y así obtener eficiencia y eficacia en las actividades usando tecnología actual, aprovechando al máximo los recursos a disposición.

A partir de la ejecución de este proceso, la Subsecretaría Regional Zona 6, emprenderá un camino hacia la creación de un modelo de inventario vial digitalizado de cada una de las vías que conforman la Red Estatal y que se encuentran dentro de su jurisdicción (Azuay, Cañar y Morona Santiago), siendo el diseño de un GIS en vías una de las actividades primordiales en los proyectos de esta cartera de estado. Se desea obtener resultados incontrastables sobre la cantidad y el estado de cada uno de los elementos de la infraestructura vial en la zona de estudio definida como lo es la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho, con

toda la información disponible y recopilada, se establecerá la viabilidad técnica de seguir utilizando la misma capa asfáltica, igual señalización vial, etc., o a su vez reemplazarla o complementarla según las necesidades y decisiones de la institución.

A continuación se muestra la localización exacta del tramo Salado – Guangarcucho, mismo que está identificado en el Area 05, dentro de la elipse:



**FIG. 1.-** Localización geográfica del área de estudio, Fuente MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), 2012

El deseo primordial es el de agilizar los procesos viales de este tramo, brindando un mejor servicio a la población que transita por las carreteras de la Zona 6.

### **1.3. Hipótesis**

El inconveniente que se presenta en la Subsecretaría Regional Zona 6 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, es el prolongado tiempo de respuesta hacia problemas emergentes en las vías de la Zona 6 y la pérdida de tiempo al instante de obtener información vial debido a la dependencia que se tiene hacia los técnicos de la institución por falta de un sistema que poyecte información veraz, no redundante, en tiempo real, todos estos factores anteriormente mencionados provocan retrasos en los mantenimientos o rehabilitaciones necesarias en los tramos de la red vial para mantenerla en óptimo funcionamiento, provocando inseguridad vial, incrementando el índice que accidentes, pérdida de tiempo, disminuyendo el nivel de servicio, elevando los costos de operación vehicular y los tiempos de traslado de los usuarios.

Es necesario que las redes viales tengan constantes controles de mantenimiento para prestar un servicio adecuado a los habitantes. Como institución dedicada a la vialidad, el MTOP, precisa estar al tanto del verdadero estado de las carreteras que se encuentran dentro de su jurisdicción, mediante un diagnóstico para planificar las actividades que se llevarán a cabo en un futuro próximo, conocer la urgencia de intervención en cada una de ellas y de cada uno de los elementos que la constituyen.

He aquí la perentoria necesidad de generar un sistema en GIS que permita conocer en tiempo real el estado de la vialidad de la Regional Zona 6 y de las carreteras del país en general, para un servicio eficaz y eficiente.

## **1.4. Preguntas de investigación**

¿Cómo debe estar diseñado un Sistema de Información Geográfico para relacionar el origen de los eventos con el estado y la condición de la infraestructura de la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho de una forma espacio temporal?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Implementar un Sistema de Información Geográfica para el mantenimiento de la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Diseñar un sistema SIG integral que sirva de herramienta para la toma de decisiones en el mantenimiento adecuado del tramo Salado - Guangarcucho
- Diseñar mapas temáticos del estado actual del tramo
- Diseñar mapas temáticos del estado de la señalización horizontal y vertical de la carretera

## **1.6. Contexto y marco teórico**

Con la implementación de un SIG en la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho, se pretende obtener y mantener un inventario de la señalización horizontal y vertical, los puntos luminosos, barreras de protección, chevrones, localización de tachas, balizas, el estado de la capa de rodadura, capa asfáltica, sección de la vía, además del nombre del fiscalizador, el administrador de la obra, etc., con la finalidad de acelerar los tiempos de respuesta de la institución, ante eventos emergentes y de planificación del mantenimiento rutinario y rehabilitación en primera instancia de ésta vía para luego plasmar a las demás vías que se encuentran a cargo de la Subsecretaría Regional Zona 6 del MTOP.

Agilizar el trabajo de los técnicos que laboran en la institución es el objetivo principal luego de terminado el proyecto para brindar a la ciudadanía carreteras de primer orden, mejorando aún más el servicio vial que se otorga en la actualidad.

Según el Reglamento para Acreditación de Carreteras del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2012), dice: “En la actualidad, el procedimiento de evaluar el estado de carreteras de una manera adecuada es un tema que debe ser prioridad en las políticas estatales para promover el buen servicio de las redes de carreteras así como el ahorro de recursos públicos, ya que la actividad económica y el desarrollo social de los países y regiones dependen de una red vial funcional en perfecto estado, que resista más al tráfico por más años. Sin embargo, en ocasiones no se da una atención correcta y adecuada para garantizar la durabilidad de los proyectos, lo cual puede provocar que pocas semanas después, el proyecto demuestre

tener problemas de calidad y funcionamiento”, lo que da a notar la necesidad de tomar medidas para cumplir los objetivos claros del estado que son los de mantener niveles de excelencia vial, brindando un servicio óptimo a los usuarios.

En el presente y mucho más en el futuro es necesario perfeccionar las vías mejorando el trazado de los tramos deficientes; a través del cálculo de rutas óptimas se puede cuestionar las vías y así plantear mejoramiento en el trazado, tipo de terreno, etc., provocando una inversión más económica y sobre todo vías de calidad, sin embargo, el mejorar éstas infraestructuras no conduce directamente al triunfo, debe existir iniciativas locales (Guerrero, 2002), que lleven a la utilización de los SIG para el análisis y la gestión del territorio.

## **1.7. Diagrama de flujo**

En el siguiente Diagrama de Flujo se detalla la estructura del presente proyecto de tesis:

TEMA

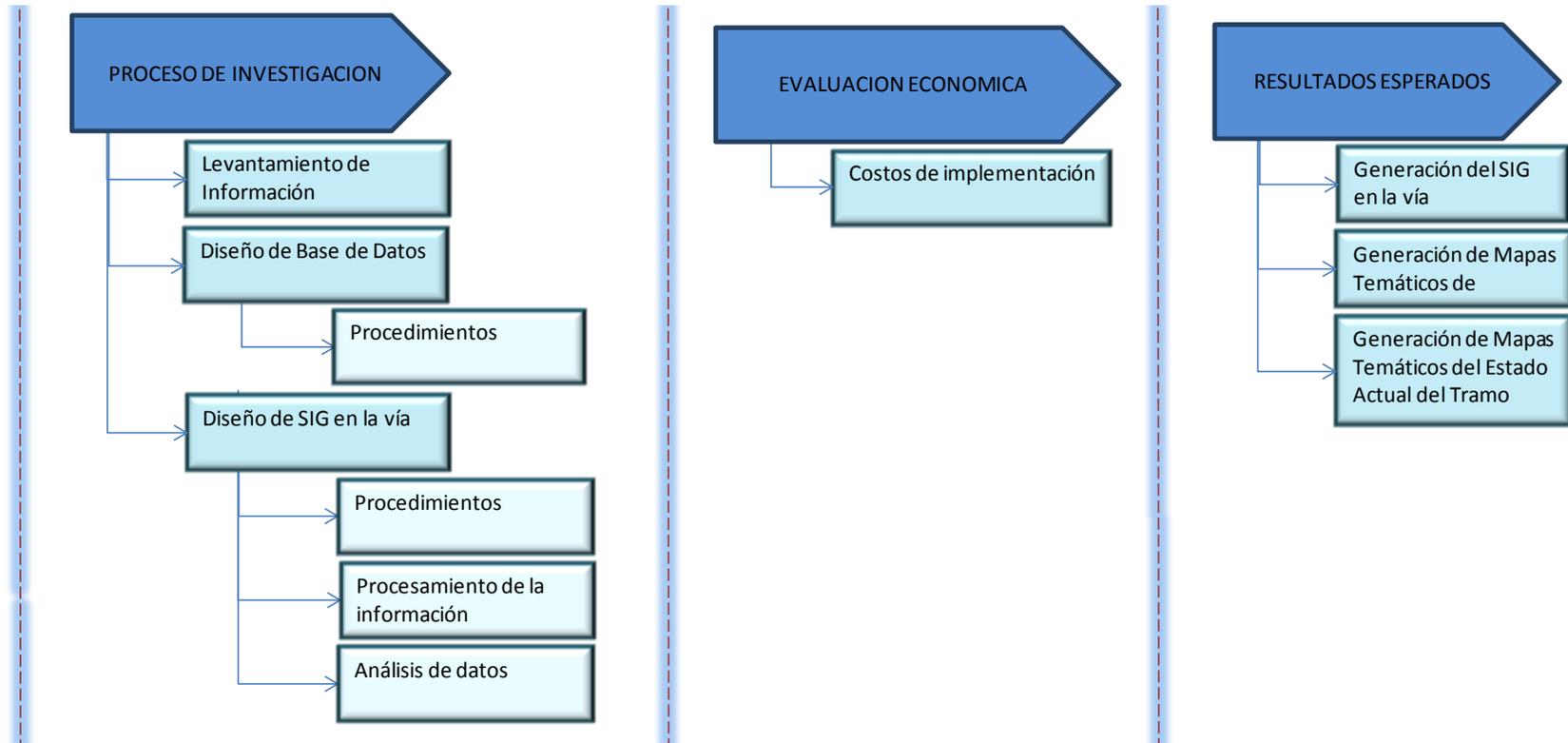
Implementación de un sistema de información geográfica para el mantenimiento de la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho

INTRODUCCION

- Introducción y antecedentes
- Identificación del problema
- Hipótesis
- Preguntas de Investigación
- Objetivos
  - Objetivo General
  - Objetivos Específicos
- Contexto y Marco Teórico
- Definición de Términos
- Presunciones del Autor
- Supuestos del Estudio

REVISION DE LA LITERATURA

- Sistemas de Información Geográfica
- Componentes de un SIG
- Tipología de los SIG
- Almacenamiento de Datos
- Base de Datos Espacial
- Red Vial Nacional
  - Red Vial Estatal
    - Vías Primarias
    - Vías Secundarias
- Tipo de Señalización
- Propósito del Estudio
- Definición de Términos



**FIG. 2.-** Diagrama de Flujo de Procesos de Investigación

## **1.8. Presunciones del autor**

Debido a la necesidad urgente de la Subsecretaría Regional 6, por poseer un SIG, en éste caso de la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho, que disminuya la demora en obtención de datos y proporcione información precisa, se tiene a disposición toda la información necesaria para llevar a cabo este proceso, la misma que es de propiedad del MTOP, y que puede ser solicitada en cualquier momento durante el desarrollo del proyecto con la finalidad de culminarlo en el menor tiempo posible y así partir hacia la implementación de éste tipo de tecnología en todas las vías que son de competencia de la Regional Zona 6, permitiendo acceso rápido, fácil y directo a la información para establecer mejores canales de comunicación con los responsables de las diferentes áreas.

## **1.9. Supuestos del estudio**

La vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho, se encuentra en muy buenas condiciones para la transitabilidad, pero es necesario la creación de un SIG para optimizar el tiempo de respuesta institucional y brindar un mejor servicio a la ciudadanía, utilizando la tecnología disponible, con apoyo de la institución se puede asegurar el éxito del presente proyecto. A continuación se detalla la Revisión de la Literatura, con la información básica de los SIG, sus respectivos componentes y tipología, además de la conceptualización de las Bases

de Datos Geográficas, una reseña de las Redes Viales existentes y la descripción del tipo de señalización utilizada en las vías del país.

## **2. REVISION DE LA LITERATURA**

### **2.1. Sistemas de Información Geográfica**

Un Sistema de Información Geográfica es la integración tanto de software, hardware, como de datos geográficos con la finalidad de integrar, almacenar, editar, analizar y mostrar la información geográficamente referenciada para resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica.

Los SIG están diseñados para trabajar con información localizada en bases de datos y georeferenciada a una unidad de análisis espacial por medio de coordenadas geográficas, mediante el SIG se puede representar en un mapa las variables almacenadas en dichas bases de datos, luego de analizar la información disponible a través de operaciones y funciones perpetradas (Ocellus Information Systems, 2014).

### **2.2. Componentes de un Sig**

Los SIG tienen 5 componentes principales, los mismos que se detallan a continuación:

- *Hardware.*- Son los equipos donde opera el SIG.
- *Software.*- Son todos los programas de SIG, mismos que poseen funciones y herramientas que sirven para el almacenamiento, análisis y despliegue de información geográfica.

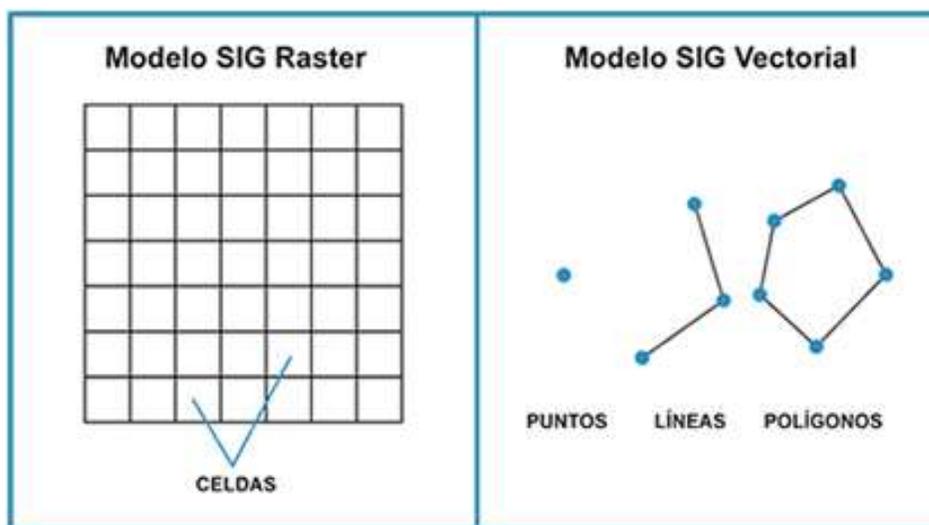
- *Datos.*-Los datos son la parte fundamental mediante los cuales la realidad es representada, permitiendo enlazarla a situaciones y aplicaciones específicas.
- *Recurso humano.*- Para el uso de un SIG se requiere de personal capacitado, el mismo que es el encargado de operar, desarrollar y administrar el sistema.
- *Metodología y Procedimientos.*- Un SIG opera de acuerdo a un plan correctamente diseñado y estructurado (Carmona, 2014)

### **2.3. Tipología de los Sistemas de Información Geográfica**

Los elementos de la naturaleza pueden ser representados mediante formas geométricas como puntos, líneas o polígonos (vectores) o celdas (raster), por lo que existen dos tipos de Sistemas de Información Geográfica (Organization of American States, 2014):

**Modelo SIG Vectorial.**- Representa los datos mediante puntos, líneas o polígonos.

**Modelo SIG Raster.**- Representa los datos por medio de celdas o píxeles.



*FIG. 3.- Identificación del Modelo Raster y Modelo Vectorial*

## 2.4. Almacenamiento de datos

El almacenamiento de datos es la información a la que se accede en los computadores o la que hemos guardado en dispositivos fuera del ordenador, éste es de gran importancia.

Mediante el almacenamiento de datos se puede efectuar cálculos de forma rápida, conocer estadísticas, efectuar gráficos y realizar los análisis respectivos (Alzolay, 2006).

## 2.5. Base de datos espacial

Una Base de Datos Espacial es una serie de información acerca de objetos localizados en una determinada área en la superficie de la tierra, organizados para

servir de forma eficiente a una o varias aplicaciones, ésta necesita de distintos procedimientos para generar mantenimiento desde su documentación como su administración. La eficiencia está determinada por los diferentes tipos de datos almacenados en varias estructuras, el vínculo entre estas estructuras se obtiene mediante un campo clave que es el identificador de los elementos (Golicher, 2014).

## **2.6. Red vial nacional**

La Red Vial Nacional es un conjunto de carreteras y caminos, ésta comprende los caminos de propiedad pública sujetos a la normatividad y marco institucional vigente (E-asphalt, 2014).

La Red Vial Nacional se encuentra conformada por:

- Red Vial Estatal (vías primarias y vías secundarias)
- Red Vial Provincial (vías terciarias)
- Red Vial Cantonal (caminos vecinales)

## **2.7. Red vial estatal**

La Red Vial Estatal está constituida por todas las vías administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, entidad rectora de la vialidad en el país, conforme a normas del Decreto Ejecutivo 860, publicado en el Registro Oficial No. 186 del 18 de Octubre del 2000 y la Ley Especial de Descentralización del Estado y Participación Social.

La Red Vial Estatal está conformada por vías primarias y secundarias; las primarias y secundarias son los caminos principales con mayor tráfico vehicular, que intercomunican a las capitales de provincia, cabeceras de cantón, puertos de frontera internacional con o sin aduana y los grandes y medianos centros de actividad económica.

### 2.7.1. Vías primarias

Las vías primarias están compuestas por rutas que conectan cruces de frontera, puertos y capitales de provincia, formando una malla estratégica, el tráfico de éstas proviene de las vías secundarias, por lo gozan de alta movilidad con estándares geométricos adecuados. Las vías primarias conformando el 66% de la longitud total de la Red Vial Estatal, tienen un nombre propio y un código formado por la letra E, conjuntamente con un número de uno a tres dígitos, y varias ocasiones poseen una letra que indica rutas alternas.

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO GRAFICO
	Transversal Norte	Mono
	Transversal Austral	Colibrí
	Transversal Sur	Oso Hormiguero
	Troncal de la Sierra	Cóndor
	Troncal Amazónica	Tucán

FIG. 4.- Fuente MTOP

### 2.7.2. Vías secundarias

Las vías secundarias incluyen rutas para recolectar el tráfico de una zona rural o urbana y transferirlo hacia las vías primarias. Estas vías abarcan el 33% de la longitud total de la Red Vial Estatal.

Las vías secundarias reciben un nombre compuesto por las ciudades que conectan, reciben un código formado por la letra E, un numeral de dos o tres dígitos, y en diferentes casos una letra indicando rutas alternas. A continuación se encuentran varios ejemplos de la simbolización utilizada:

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Vía Colectora Quito-La Independencia
	Vía Colectora Cuenca-Puerto Inca
	Vía Colectora Gualaceo-Gualaquiza
	Vía Colectora El Triunfo-Alausí
	Vía Colectora La Unión-T del Triunfo
	Vía Colectora La Troncal-Puerto Inca

FIG. 5.- Fuente MTOP

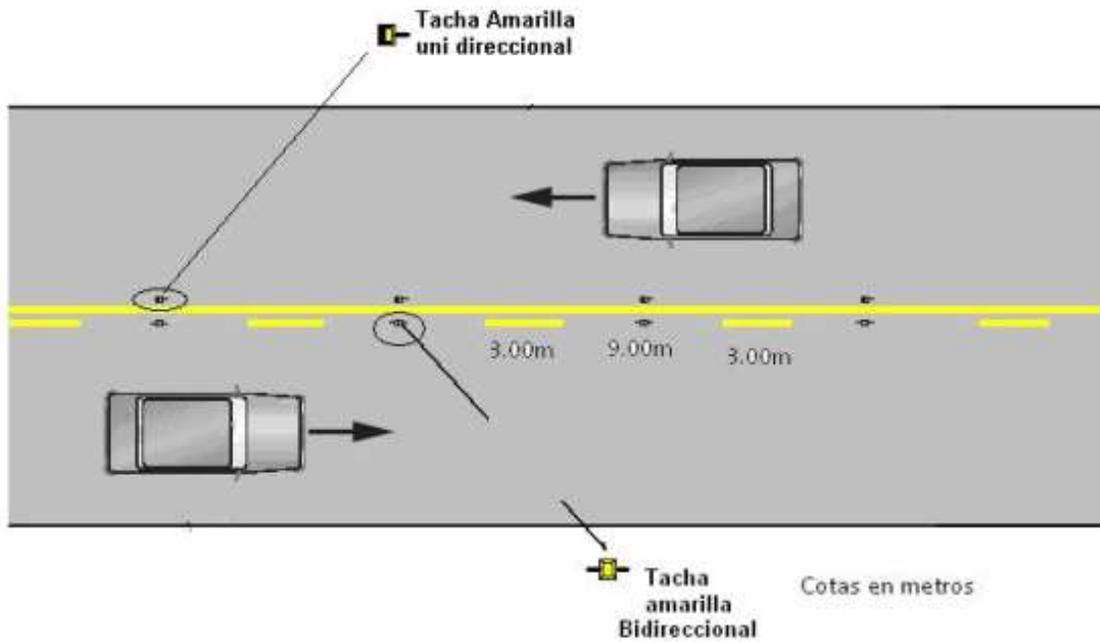
## 2.8. Tipo de señalización

De acuerdo al INEN (2011) *Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 004-1, Señalización Vial*, Parte 1 existen dos tipos de señalización, la señalización horizontal y la vertical:

- **Señalización Horizontal:** Está constituida por marcas viales y delineadoras para complementar las reglamentaciones de otros dispositivos de tránsito o transmitir mensajes sin entretener al conductor; éstas marcas viales se forman con pintura, pero se puede usar otro tipo de material que cumpla con las especificaciones de color (blanco o amarillo) y visibilidad incluso en las peores condiciones climáticas.

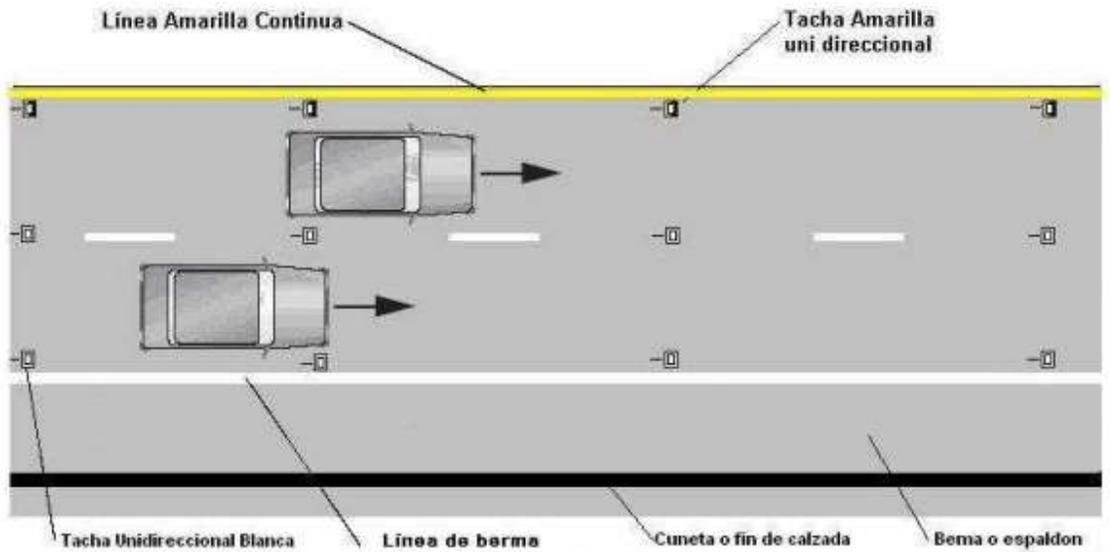
Se puede manejar unidades individuales que sobresalgan menos de 2,5 cm de la superficie del pavimento. La señalización horizontal, consta de tres tipos:

- ✓ Marcas longitudinales centrales



**FIG. 6.-** Marcas con doble línea mixta: Continua y segmentada. Fuente INEN.

✓ Marcas longitudinales de espaldón



**FIG. 7.-** Líneas continuas de borde, con espaldón. Fuente INEN

✓ Tachas reflectivas



**FIG. 8.-** Tacha reflectiva. Fuente INEN

- ✓ Líneas amarillas delinear:
  - La separación de tráfico en direcciones opuestas.
  - El borde izquierdo de las vías en carreteras de una vía.
  - La separación de carriles de giro izquierdo de dos direcciones.
  - La separación de carriles reversibles del resto de carriles.
  
- ✓ Líneas blancas delinear:
  - La separación de tráfico en la misma dirección.
  - El borde derecho de la vía.
  - Estacionamientos privados y públicos.
  
- **Señalización Vertical:** La señalización vertical posee toda la información de letreros informativos, preventivos, balizas, chevrones, etc., como por ejemplo:
  
- ✓ **Señales Turísticas:** A continuación se detallan algunas de las señales turísticas existentes:



FIG. 9.- Señales Turísticas. Fuente MTOP

- ✓ **Señales Preventivas.-** A continuación se detallan algunas de las señales preventivas existentes:

SIMBOLO	DESCRIPCION	USO
	Curva Cerrada a la Derecha	Se utiliza para advertir la proximidad de una curva, cuya velocidad es menor a 50 km/h, obligando disminuir la velocidad.
	Zona de Curvas a la Derecha	Se usa para advertir la proximidad de una zona con tres o más curvas consecutivas de sentidos opuestos y cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación de la vía.
	Curva y Contracurva a la Derecha	Se utiliza para advertir la proximidad de dos curvas consecutivas y en sentido contrario y cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación de la vía.

	Curva Tipo U a la Derecha	Es utilizada para prevenir al conductor de la presencia de una curva en U, hacia la derecha.
	Zona de Derrumbes Derecha	Se usa para advertir la proximidad de zonas de derrumbe al lado derecho de la vía.
	Aproximación a un Redondel	Se utiliza para advertir la proximidad de una curva, cuya velocidad es menor a 50 km/h, lo que obliga a los conductores a poner más atención y disminuir la velocidad.

**FIG. 10.- Señalización Preventiva. Fuente MTOP**

- ✓ **Señales Reglamentarias.-** Algunas de las señales reglamentarias se describen a continuación:

SIMBOLO	DESCRIPCION	USO
	Límite Máximo de Velocidad	Se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de la vía.
	Señal de Pare	Se utiliza para ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo.
	Señal de Ceda el Paso	Se utilizan para advertir al conductor que debe ceder el paso a vehículos que circulan por la vía sin necesidad de detenerse.

**FIG. 11.- Señalización Reglamentaria. Fuente MTOP**

## 2.9. Genero de literatura incluidos en la revisión

Para la creación del Sistema de Información Geográfica en la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho se cuenta con información proveniente del Ministerio de Transporte y Obras Públicas básicamente la Subsecretaría Regional Zona 6, éstos datos son claves para efectuar el proceso y de ésta manera obtener un sistema que cumpla con las expectativas de la institución, libros como el Manual de Acreditación de Carreteras del MTOP, Informes Viales son esenciales, así mismo se realizan búsquedas en el internet para conocer los procesos viales en SIG que se vienen realizando en otros países del mundo.

## 2.10. Pasos en el proceso de revisión de la literatura

Las fuentes de información para la revisión de la literatura en el presente proyecto se detallan a continuación:

- **FUENTES PRIMARIAS:** Documentos oficiales del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, como Informes del tramo en estudio, Manuales de Acreditación de Carreteras y diversos documentos oficiales de la institución. Libros sobre el Diseño Geométrico de las Vías, y varios libros que tengan como temática principal la aplicación de SIG en las vías.

- **FUENTES SECUNDARIAS:** De igual forma las búsquedas efectuadas en el internet han servido para conocer proyectos SIG en la vialidad, que ya han sido aplicados en carreteras de otros países.

## **2.11. Formato de la revisión de la literatura**

La búsqueda de la literatura se efectúa según la temática requerida, es decir se desea obtener información de Sistemas de Información Geográfica aplicados a la vialidad, permitiendo encontrar variedad de resultados para encontrar la mejor ruta a la solución ya que existe información sobre la vialidad en zonas urbanas y vialidad en zonas rurales, al apoyarse en estas dos temáticas se puede recopilar de mejor manera la información provechosa permitiendo llegar a obtener resultados favorables.

### 3. METODOLOGIA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

#### 3.1. Niveles investigación

Existen niveles de investigación descriptivo y explicativo, mismos que fueron utilizados en el presente estudio y se describen a continuación (Aulafacil, 2009):

- **Nivel descriptivo:** Detalla los datos que se deben contemplar en una vía según las necesidades institucionales, para su posterior análisis.
- **Nivel explicativo:** Detalla el por qué se seleccionaron ciertos datos para la elaboración del modelo.

#### 3.2. Tipos de investigación

Los tipos de investigación utilizados fueron los siguientes:

- **Investigación aplicada:** Se pretende utilizar el modelo en análisis indispensables en el desarrollo de las actividades diarias de la institución.
- **Bibliográfica o documental:** Se efectuaron búsquedas de información en manuales, medios digitales de la institución e internet.
- **Empírica o de campo:** Levantamiento de la información de la vía Salado – Guangarcucho, mediante el uso de GPS.

### **3.3. Herramientas de investigación utilizadas**

La población hace referencia a la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, en la provincia del Azuay, mientras que la muestra seleccionada corresponde al tramo Salado – Guangarcucho, que forma parte de la red vial estatal E35, y beneficia a las poblaciones de Cuenca, Nulti, Llacao, Azogues, Javier Loyola, Cojitambo, Biblián, Sageo, Nazón y Turupamba.

La zona de selección es importante debido al elevado el número de usuarios de esta arteria, aproximadamente 18.000 vehículos por día, es por este motivo que con la presente investigación se desea aplicar un sistema vial que optimice los tiempos de respuesta, con la finalidad de otorgar un mejor servicio a la población. (Barrera, 2005).

### **3.4. Fuentes y recolección de datos**

De manera general la información obtenida para la presente investigación es básicamente la disponible en la Subsecretaría Zona 6 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, es con los servidores públicos de la institución con quienes se coordina para la obtención de la información necesaria y requerimientos institucionales.

De igual forma la investigación de campo es básica debido a que de ella depende el levantamiento correcto de datos que no posee la institución y que son indispensables para un eficiente desarrollo del sistema vial.

La búsqueda de información que hace referencia a levantamientos viales en otros países es de mucha ayuda para la presente investigación, debido a la oportunidad de conocer el tratamiento de estos datos en diversos países tanto desarrollados como subdesarrollados, y aplicarlos adecuadamente con la finalidad de mejorar el desarrollo del presente estudio y así colaborar con la institución y el adelanto tecnológico en el país conforme a los estándares presentes en la actualidad.

## 4. RESULTADOS Y ANALISIS DE DATOS

### 4.1. Identificación de la zona

Con la finalidad de realizar los análisis respectivos del tramo Salado – Guangarcucho, se debe indicar que esta vía pertenece a la provincia del Azuay, la misma forma parte de la actual autopista Cuenca – Azogues – Biblián, con una longitud de 21 kms, éste tramo permite conectar la vía Perimetral Sur de Cuenca con la población de Azogues, facilitando el tránsito vehicular desde Cuenca hacia Azogues y viceversa. De acuerdo a la zonificación efectuada por el MTOP, la presente vía corresponde a la Regional Zona 6, la misma que tiene bajo su jurisdicción las provincias del Azuay, Cañar y Morona Santiago. Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2012). *Reglamento para Acreditación de Carreteras*, Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

A continuación se identifica el tramo, el cual es el objeto de estudio:



**FIG. 12.-** Identificación de tramo en estudio.

## 4.2. Identificación de variables

Luego del respectivo levantamiento de la información y de acuerdo a las necesidades institucionales para la elaboración de la Base de Datos se tomó en cuenta los requerimientos de los técnicos, para lo cual se detallan a continuación las diferentes tablas con los campos correspondientes para cada una de estas, los posibles datos que podrán contener y el tipo de dato respectivo.

A continuación se detallan los campos existentes en la tabla denominada vía, los mismos que describen toda la información básica del tramo en estudio:

TABLA	CAMPO	DATOS	TIPO DE DATO	LONGITUD
Vía	Identificador	Código de vía	Texto	8 caracteres
	Tramo	Nombre	Texto	50 caracteres
	Fiscalizador	Nombre	Texto	50 caracteres
	Administrador contrato	Nombre	Texto	50 caracteres
	Contratista	Nombre	Texto	50 caracteres
	Supervisor	Nombre	Texto	50 caracteres
	Administrador vial	Nombre	Texto	50 caracteres
	Provincia	Nombre	Texto	50 caracteres
	Clase	I, II, III, IV, V, VI, VII	Texto	5 caracteres
	Anio construcción	Año	Texto	4 caracteres
	Longitud	Longitud	Flotante	4 enteros 2 decimales
	Observaciones	Texto	Texto	100 caracteres
	Tipo	Asfalto Hormigón Doble tratamiento	Texto	30 caracteres
	Estado	Bueno Regular Malo	Texto	15 caracteres
Espesor	Valor en metros	Flotante	4 enteros 2 decimales	

Campos de la tabla que contienen información de las alcantarillas existentes en el tramo de estudio:

TABLA	CAMPO	DATOS	TIPO DE DATO	LONGITUD
Alcantarilla	Tipo	Hormigón Circular Rectangular Metálica Armico	Texto	30 caracteres
	Estado	Bueno Regular Malo	Texto	15 caracteres
	Cabezal	Si No Sin dato	Texto	10 caracteres
	Abscisa	Abscisa	Flotante	6 enteros 4 decimales

La siguiente tabla describe los campos de los postes existentes en el tramo Salado - Guangarcucho:

TABLA	CAMPO	DATOS	TIPO DE DATO	LONGITUD
Poste	Tipo	Poste	Texto	15 caracteres
	Material	Metálico Hormigón Madera Mixto	Texto	15 caracteres
	Estado	Bueno Regular Malo	Texto	15 caracteres

	Acción Mantenimiento	Rutinario Reemplazo No necesita	Texto	15 caracteres
	Abscisa	Abscisa	Flotante	6 enteros 4 decimales

En la siguiente tabla denominada río se detallan los campos que describen la información necesaria sobre los ríos existentes en el tramo objeto de estudio:

<b>TABLA</b>	<b>CAMPO</b>	<b>DATOS</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>LONGITUD</b>
Río	Nombre	Nombre de río	Texto	50 caracteres

Aquí se identifican los campos de la tabla puentes, en donde se describe la información básica de los puentes existentes en el tramo objeto de estudio:

<b>TABLA</b>	<b>CAMPO</b>	<b>DATOS</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>LONGITUD</b>
Puente	Nombre	Nombre de puente	Texto	50 caracteres
	Abscisa	Abscisa	Flotante	6 enteros 4 decimales caracteres

A continuación se detallan los campos de la tabla señalización, con la finalidad de conocer información básica sobre la señalización existente en el tramo:

TABLA	CAMPO	DATOS	TIPO DE DATO	LONGITUD
Señalización	Tipo	Horizontal Vertical	Texto	15 caracteres
	Material	Metálico Hormigón Madera Mixto	Texto	15 caracteres
	Estado	Bueno Regular Malo	Texto	15 caracteres
	Acción Mantenimiento	Rutinario Reemplazo No necesita	Texto	15 caracteres
	Abscisa	Abscisa	Flotante	6 enteros 4 decimales

En la tabla evento descrita a continuación, se pueden observar los campos que tienen la finalidad de identificar los eventos que se suscitan en todo el tramo:

TABLA	CAMPO	DATOS	TIPO DE DATO	LONGITUD
	Evento	Deslizamiento Hundimiento Suspensión total trafico Derrumbe Interrupción trafico	Texto	20 caracteres

Evento		Material calzada		
	Observaciones	Texto	Texto	100 caracteres
	Tipo	Accidente Natural Antrópico	Texto	15 caracteres

En la tabla denominada muro se detallan los campos que describen la información referente a los muros existentes en el tramo objeto de estudio:

TABLA	CAMPO	DATOS	TIPO DE DATO	LONGITUD
Muro	Tipo	Gavión Hormigón Armado Hormigón Simple	Texto	20 caracteres
	Altura	Metros	Flotante	4 enteros 2 decimales
	Estado	Bueno Regular Malo	Texto	15 caracteres

En la siguiente tabla denominada hidrosanitario se detallan los campos que describen la información hidrosanitaria existente en el tramo de estudio:

TABLA	CAMPO	DATOS	TIPO DE DATO	LONGITUD
Hidrosanitario	Nombre	Caja Pozo Otros	Texto	50 caracteres
	Estado	Bueno Regular Malo	Texto	15 caracteres
	Acción Mantenimiento	Rutinario Reemplazo No necesita	Texto	15 caracteres
	Abscisa	Abscisa	Flotante	6 enteros 4 decimales

### 4.3. Procedimiento

En primera instancia se perpetró el levantamiento de información del tramo en estudio, este se lo realizó con la ayuda de varios funcionarios de la institución, para la recolección de datos se utilizó un GPS UniStrong G3, el mapa base fue usado a escala 1:5000, se proyectó en UTM y con el Datum D\_WGS\_1984.

El levantamiento de la vía en general se efectuó con estación total y parte de la información fue proporcionada por la institución, en cuanto a las tachas se efectuó un análisis mediante densidad cada 300 metros debido a la gran cantidad de tachas existentes en el tramo.

Un computador portátil I5 fue usado para el ingreso de toda la información, con la disponibilidad de Microsoft Office, Arcgis 10.0, AutoCAD para el manejo de datos otorgados por la institución. La información obtenida en el GPS fue descargada y digitalizada en ArcMap 10.0, para luego adherir los campos necesarios en la base de datos respectiva.

#### **4.4. Procesamiento y análisis**

Luego de recopilar la información necesaria e incluirla en el sistema, se llevaron a cabo los respectivos mapas temáticos del estado como de la información general de la señalización, postes, alcantarillas, cajas, pozos, muros, eventos, puentes, etc., con la finalidad de determinar si es que es necesario algún tipo de mantenimiento, reemplazo, o si es que la vía se encuentra en óptimas condiciones para el tránsito normal.

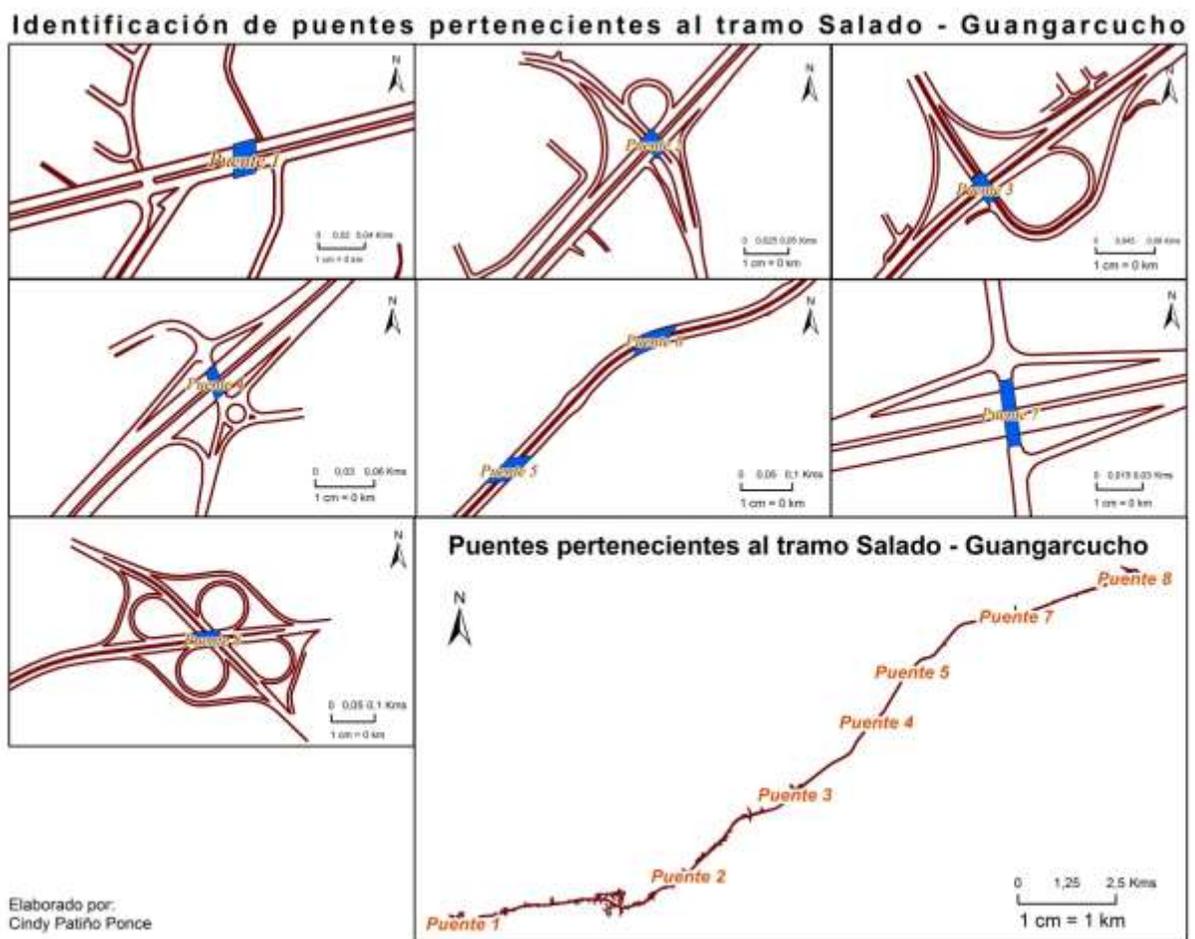
A partir de los mapas temáticos generados, como de la información disponible se crearon gráficos estadísticos y reportes que interpretan de manera clara los resultados obtenidos, mediante conclusiones y recomendaciones.

#### **4.5. Análisis e interpretación de resultados**

Luego de efectuar el levantamiento de la información necesaria, y plasmarla en el sistema, se obtuvieron los siguientes resultados:

#### 4.5.1. Inventario de puentes existentes en el tramo Salado - Guargancucho

Con la finalidad de conocer en donde se encuentran localizados los puentes en el tramo Salado – Guargancucho, se los identificó con una numeración de acuerdo a su ubicación como se puede observar en el mapa a continuación:



**FIG. 13.-** Indica la ubicación de todos y cada uno de los puentes.

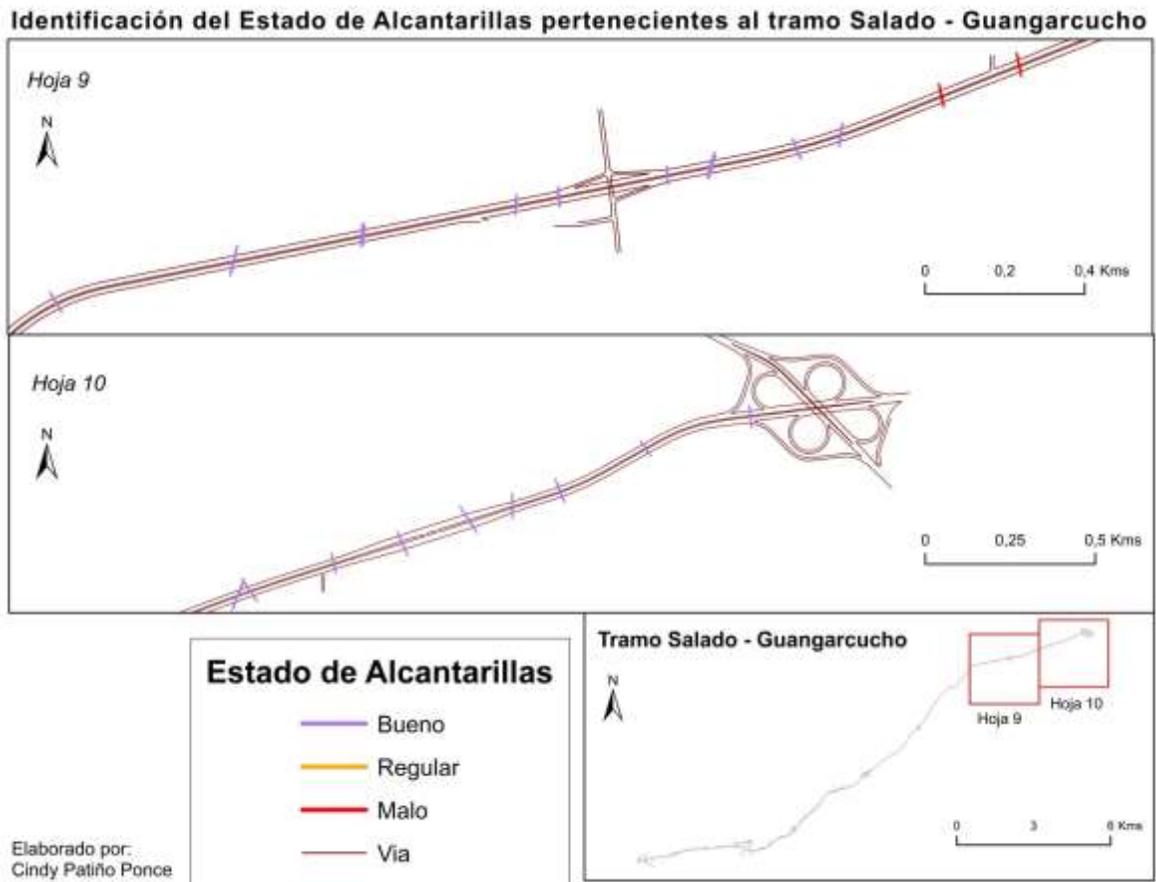
#### Abscisado de los Puentes pertenecientes al tramo Salado - Guangarcucho

Nombre	Abscisa
Puente 1	0+340
Puente 2	6+480
Puente 3	10+020
Puente 4	12+860
Puente 5	14+440
Puente 6	14+820
Puente 7	17+600
Puente 8	20+780

**FIG. 14.-** Da a conocer las abscisas correspondientes a cada uno de los puentes identificados.

#### 4.5.2. Identificación de las alcantarillas existentes en el tramo Salado - Guargancucho

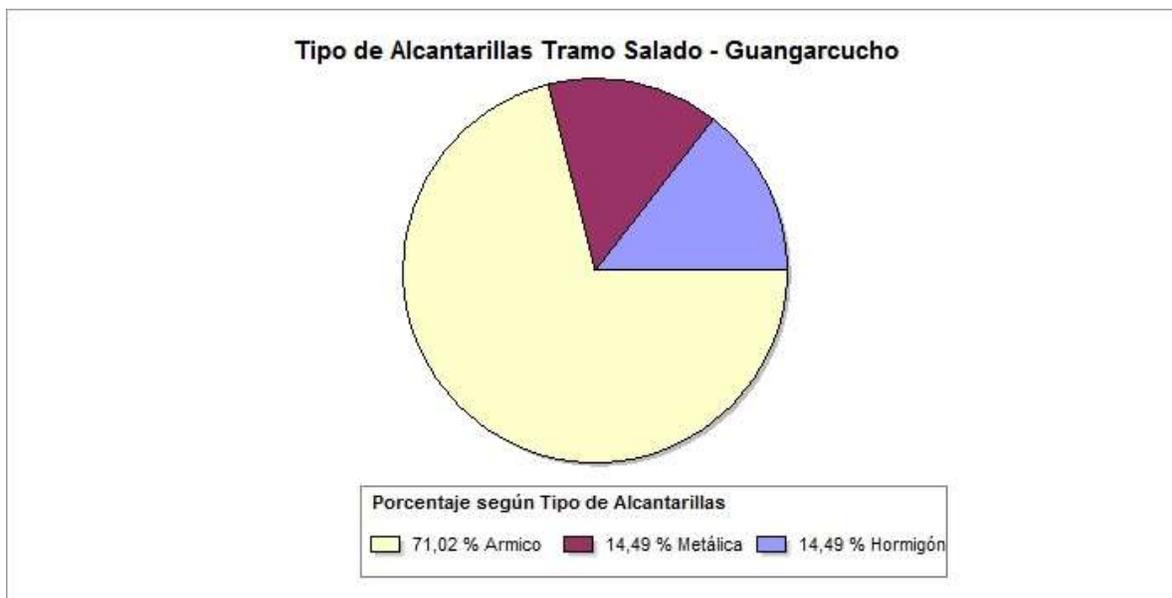
A continuación se identifican las alcantarillas de acuerdo a su estado, permitiendo dar a conocer las necesidades de mantenimiento del alcantarillado en la zona en estudio, para mejor identificación se dividió al tramo en diversas secciones:



**FIG. 15.-** Indica el estado de las Alcantarillas en la sección novena y décima.

**TABLA NO. 1**

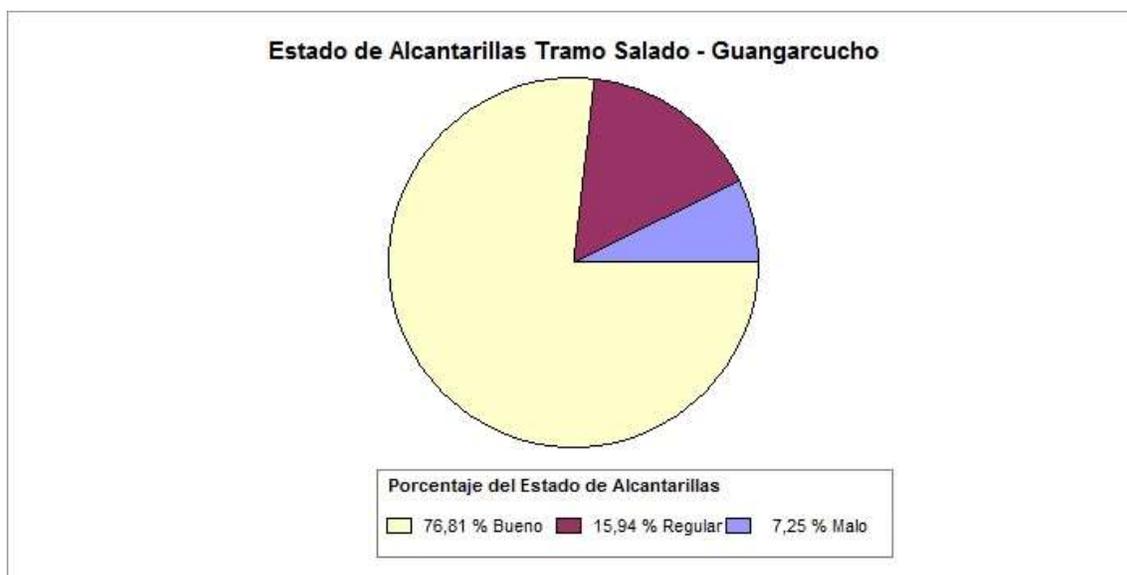
TIPO	TOTAL
Armico	49
Metálica	10
Hormigón	10
<b>Total</b>	<b>69</b>



**FIG. 16.-** Aquí se puede conocer que el 71,02% de alcantarillado es de Armico, el 14,49% es metálico y el 14,49% es de hormigón.

**TABLA NO. 2**

<b>ESTADO</b>	<b>TOTAL</b>
Bueno	53
Regular	11
Malo	5
<b>Total</b>	<b>69</b>



**FIG. 17.-** Se puede observar que existe un 76,81% de alcantarillas en buen estado, un 15,94% en estado regular y el 7,25% requiere de una intervención inmediata debido a su mal estado.

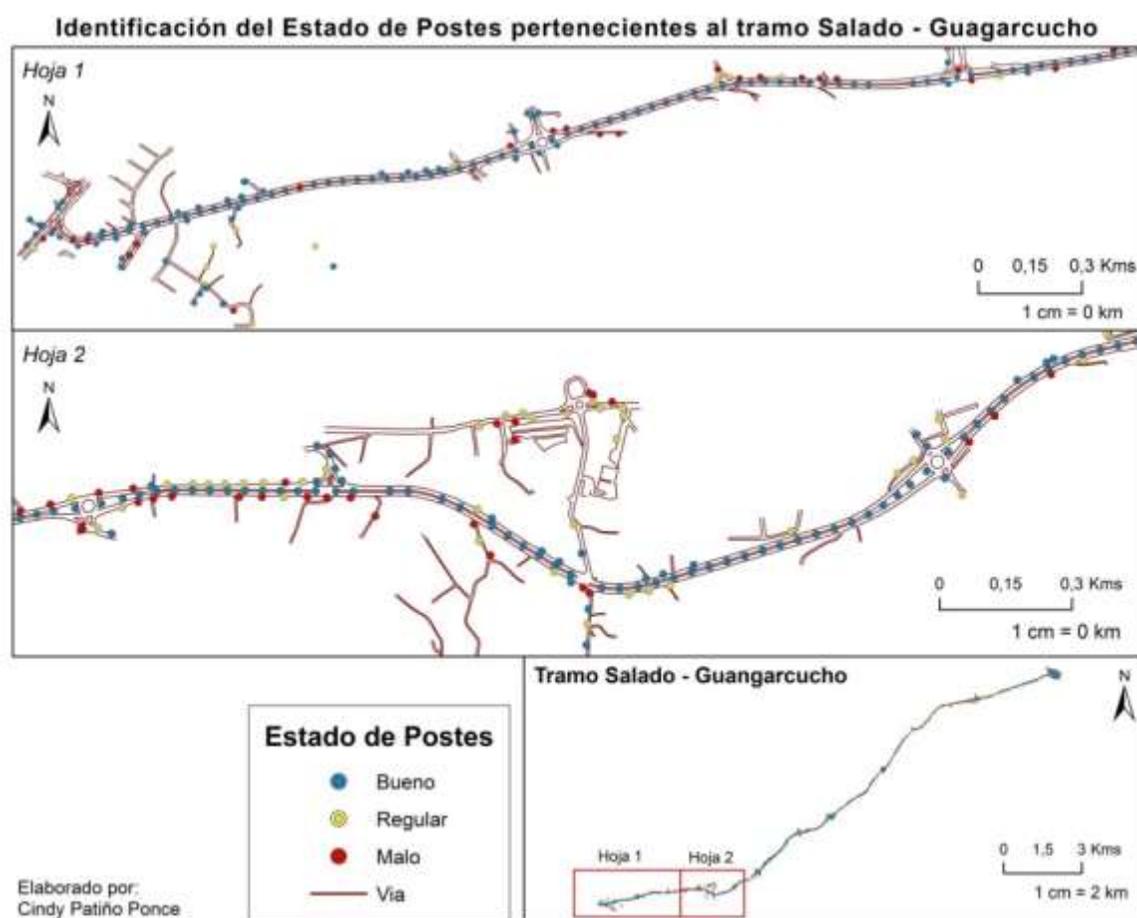
## Abscisado de Alcantarillado en Mal Estado

Tipo	Estado	Cabecal	Abscisa
Armico	Malo	No	13+760
Armico	Malo	No	18+680
Armico	Malo	Si	5+940
Armico	Malo	Sin dato	18+460
Armico	Malo	Sin dato	9+900

**FIG. 18.-** Da a conocer las abscisas correspondientes a las alcantarillas que se encuentra en mal estado, por lo que es indispensable que el MTOP efectúe a correspondiente intervención.

### 4.5.3. Identificación de postes existentes en el tramo Salado–Guangarcucho

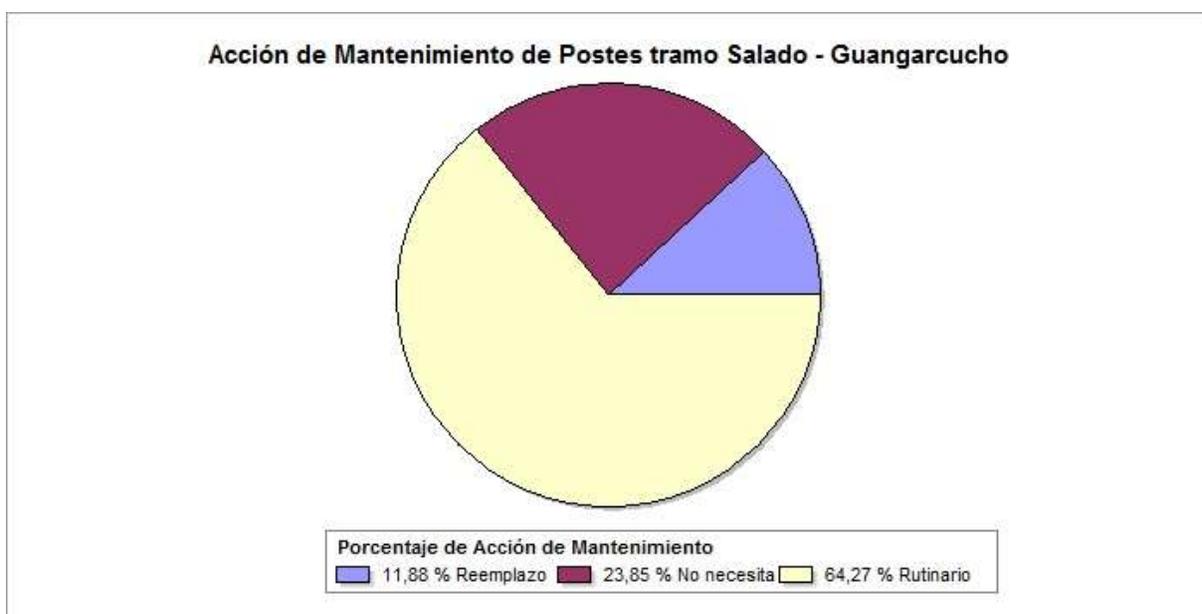
Con la finalidad de conocer el estado de los postes, se efectúa el análisis posterior, para mayor visibilidad se dividió al tramo en secciones:



**FIG. 19.-** Da a conocer el estado de los Postes pertenecientes a la primera y segunda sección del tramo en estudio.

TABLA NO. 3

ACCION	TOTAL
Reemplazo	126
No necesita	253
Rutinario	682
<b>Total</b>	<b>1061</b>



**FIG. 20.-** Se puede observar que el 11,88% (126 unidades) de los postes existentes requieren de un reemplazo inmediato, lo que debe ser tomado muy en cuenta por parte de las autoridades para evitar accidentes en la zona, así mismo el 23,85% (253 unidades) no necesita de ningún tipo de mantenimiento y 64,27% (682 unidades) demanda de mantenimiento rutinario para evitar un rápido deterioro de los mismos y de esta manera continúen brindando un buen servicio a la colectividad.

#### 4.5.4. Identificación de las señales de tránsito existentes en el tramo Salado - Guangarcucho

A continuación se describe gráficamente el estado actual de la señalización de la zona de estudio:

**TABLA NO. 4.-**

<b>ESTADO</b>	<b>TOTAL</b>
Bueno	73
Regular	32
Malo	26
<b>Total</b>	<b>131</b>

En cuanto al estado de señalización del tramo Salado – Guangarcucho, un 19,85% de señales de tránsito se encuentra en mal estado, siendo un porcentaje alto de señalización inservible a lo largo de todo el tramo, un 24,43% en estado regular y el 55,72% están en buen estado, por lo que se observa que la señalización a lo largo de toda la vía necesita de intervención inmediata, porque es la guía de un conductor durante el tránsito por la misma, el poseer carreteras organizadas y brindar seguridad, permite cuidar la integridad de los seres que las transitan, el lenguaje de la vial es una guía para transeúntes como para conductores hacia la seguridad y prevención de accidentes.

#### 4.5.5. Hidrosanitarios existentes en el tramo Salado - Guangarcucho

A continuación se presentan los resultados de la información hidrosanitaria del tramo, tanto la cantidad de cajas y pozos existentes:

En todo el tramo en estudio se encuentran distribuidos uniformemente las cajas y pozos, de los cuales existen 14,61% de cajas y 85,39% de pozos, según la TABLA No. 5.

**TABLA NO. 5**

<b>TIPO</b>	<b>TOTAL</b>
Caja	108
Pozo	631
<b>Total</b>	<b>739</b>

De acuerdo a la TABLA NO. 6, el 47,77% de pozos y cajas se encuentran en buen estado, el 32,34% están en mal estado y el 19,89% tienen un estado regular, lo que quiere decir que existen problemas serios en el sistema hidrosanitario que deben ser tomados muy en cuenta por la autoridades responsables.

**TABLA NO. 6**

<b>ESTADO</b>	<b>TOTAL</b>
Regular	147
Malo	239

Bueno	353
<b>Total</b>	<b>739</b>

Para una mejor identificación de los inconvenientes hidrosanitarios, se analizaron individualmente las cajas como los pozos, que deben ser reemplazados o tener un mantenimiento rutinario, obteniendo los siguientes resultados:

El 40,91% de cajas necesitan de un mantenimiento rutinario mientras que el 59,09% de cajas requieren ser reemplazadas de manera inmediata debido a su mal estado, con claridad se puede conocer que existen problemas hidrosanitarios en esta zona debiendo tomar prontas acciones para evitar el deterioro vial, según la TABLA NO. 7.

**TABLA NO. 7**

<b>ACCION CAJAS</b>	<b>TOTAL</b>
Reemplazo	39
Rutinario	27
<b>Total</b>	<b>66</b>

Según la TABLA NO. 8, el 47,09% de pozos requieren de mantenimiento rutinario para evitar su pronto deterioro y el 52,91% necesitan ser reemplazadas de manera emergente.

**TABLA NO. 8**

<b>ACCION CAJAS</b>	<b>TOTAL</b>
Reemplazo	200
Rutinario	178
<b>Total</b>	<b>378</b>

#### **4.5.6.Eventos existentes en el tramo Salado – Guangarcucho**

A continuación se encuentran los resultados de los eventos ocurridos dentro del tramo objeto de estudio:

De acuerdo a la TABLA NO. 9, el 4,88% de eventos ocurre por hundimientos, el 8,54% por interrupción de tráfico, el 15,85% debido a derrumbes, el 15,85% se debe a deslizamientos, el 21,95% por suspensión total de tráfico y el 32,93% por existir material en la calzada, todo esto se ha detectado a lo largo del tramo en estudio, siendo prioritario tomar atención a que al momento de efectuar las obras de mantenimiento se debe intentar evitar la obstrucción del paso vehicular.

**TABLA NO. 9**

<b>TIPO</b>	<b>TOTAL</b>
Derrumbe	13
Deslizamiento	13
Hundimiento	4
Interrupción tráfico	7

Material Calzada	27
Suspensión total	18
<b>Total</b>	<b>82</b>

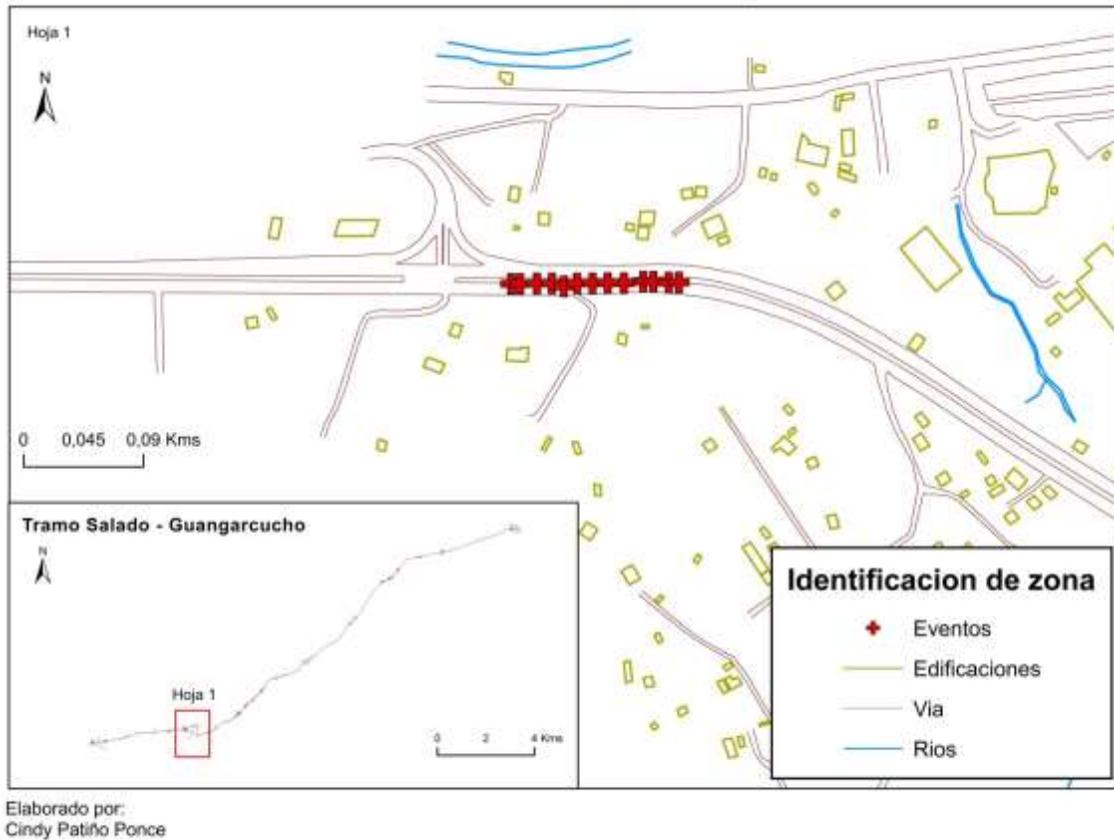
En base a la TABLA NO. 10, un 9,76% de eventos son provocados por accidentes, el 30,49% son eventos naturales y el 59,75% son antrópicos, mismos que se observan en toda la zona de estudio.

**TABLA NO. 10**

<b>MOTIVO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TIPO</b>
Accidente	8	Interrupción de tráfico Material calzada
Antrópico	49	Material calzada Derrumbe Suspensión total
Natural	25	Derrumbe Deslizamiento Hundimiento
<b>Total</b>	<b>82</b>	

En la FIG 21, se puede observar la vulnerabilidad a eventos en el tramo Salado – Guangarcucho, en especial entre las abscisas 3+900 a la 3+980, debiendo tener mayor control en estas zonas para evitar accidentes.

### Sector mas vulnerable a eventos en el tramo Salado - Guangarcucho



**FIG 21.-** Indica la zona en donde han ocurrido mayor cantidad de eventos como es el encontrar material en la calzada, suspensión de tráfico y cierre de la vía.

#### 4.5.7. Muros existentes en el tramo Salado – Guangarcucho

A continuación se encuentran los respectivos resultados obtenidos sobre los muros que existen dentro del tramo vial:

La TABLA NO. 11, muestra que en un 46,97% los muros se encuentran en mal estado, el 37,16% tienen un estado regular y 16,06% en buen estado, esto ocurre aleatoriamente en todo el tramo en estudio.

**TABLA NO. 11**

<b>TIPO</b>	<b>TOTAL</b>
Bueno	35
Regular	81
Malo	102
<b>Total</b>	<b>218</b>

La TABLA NO. 12, indica que el 8,26% de muros son de gavión, el 38,99% de hormigón simple y el 52,75% de hormigón armado.

**TABLA NO. 12**

<b>TIPO</b>	<b>TOTAL</b>
Gavión	18
Hormigón Simple	85
Hormigón Armado	115
<b>Total</b>	<b>218</b>

## 5. CONCLUSIONES

Luego de efectuar la implementación del sistema de información geográfica de la vía rápida Cuenca – Azogues – Biblián, tramo Salado – Guangarcucho, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La vía se encuentra en buenas condiciones, el estado de juntas también bueno, se la identifica como de clase I, tiene un espesor de 10 cm y se encuentra próxima a subir al portal de compras pública para su construcción.
- Existen 8 puentes en el tramo de estudio, de los cuales se posee información básica, por lo que es necesario disponer de un SIG que permita estar al tanto del estado de cada uno de los puentes para intervenciones correctivas, conocer en donde hace falta construir puentes como por ejemplo en los lugares en donde existen un elevado índice de accidentes de tránsito que ponen en peligro la vida de los peatones.
- Las alcantarillas existentes en la zona en su mayoría son de armico (49 unidades), luego metálicas (10 unidades) y hormigón (10 unidades).
- La mayor parte de las alcantarillas tiene un estado bueno pero el 7,25% que se encuentran en mal estado debería ser cambiado de manera inmediata para dar un mejor servicio, de igual forma el 15,94% de alcantarillado tiene estado regular, siendo imprescindible efectuar los mantenimientos respectivos para evitar un pronto deterioro y problemas debido al impedimento del fluido normal del agua.

- Los postes que requieren de reemplazo inmediato es el 11,88%, y se debe tomar muy en cuenta que el 64,27% requiere de mantenimiento rutinario, siendo un porcentaje altísimo.
- En cuanto a la señales de tránsito el 19,85% se encuentran en mal estado y tienen que ser reemplazadas, debido a que es de gran importancia brindar al conductor una guía durante su tránsito por el tramo, con el presente estudio se podrá conocer los sectores exactos que requieren mantenimiento o reemplazo debido a la georeferenciación realizada de cada señal existente en el tramo, además se puede conocer que sectores no poseen señalización.
- Del sistema hidrosanitario se conoció que existe mayor cantidad de pozos que de cajas.
- En el sistema hidrosanitario se obtuvo como resultado que el 32,34% tanto de cajas como pozos se encuentran en mal estado, tomando a consideración de manera individual las cajas y pozos que requieren reemplazo y mantenimiento se llegó a la siguiente conclusión
  - El 59,09% de cajas deben ser reemplazadas
  - El 40,91% de cajas necesitan de mantenimiento
  - El 52,91% de pozos se debe reemplazar
  - 47,09% de pozos requieren de mantenimiento de rutina

Todo este análisis indica que se tiene un mal sistema hidrosanitario, lo cual debe ser tomado muy en cuenta debido a que los porcentajes de necesidades son altos.

- Los eventos que se suscitan frecuentemente en la vía es por el material en la calzada en un 32,93%, siendo responsabilidad de la institución el mantener la vía libre de material luego de las intervenciones que se efectúe.
- Los acontecimientos en su mayoría son antrópicos, en un 59,75%.
- Los muros de la zona tienen un estado malo en un 46,97% requiriendo un pronto reemplazo de los mismos para evitar tragedias en las diversas zonas.
- Con la finalidad de efectuar los correctivos necesarios en las diferentes zonas se elaboraron reportes en donde los técnicos respectivos conocerán los sitios exactos que tienen conflictos en donde se requiere intervenir, éstos reportes podrían variar según las necesidades de la institución.

## 6. RECOMENDACIONES

- Es necesaria la aplicación de los SIG en las vías ecuatorianas, debido a la gran utilidad de ésta herramienta para el diagnóstico del estado de la infraestructura vial, con la finalidad de tener en tiempo real el monitoreo de las mismas, obteniendo así una base de datos que administre y establezca políticas de conservación vial y su respectivo mejoramiento geométrico, con la finalidad de que la institución pueda actuar con rapidez en las zonas exactas en donde se conoce que es ineludible una intervención.
- La aplicación de una tecnología SIG en las vías de la red estatal es un gran aporte a las actividades institucionales, desde la recolección de información de las carreteras e incidentes, hasta el tratamiento y análisis de las mismas, aportando al fortalecimiento de las capacidades locales en la automatización de las actividades diarias.
- Con el uso de un SIG vial, el MTOP puede analizar información en forma gráfica (mapas), sin tener que desplazarse al sitio y tomar decisiones acertadas en el tiempo preciso.
- El uso de una herramienta SIG tienen infinitas aplicaciones, sus datos deben ser actualizados de manera continua para que no pierdan su valor y lograr los objetivos institucionales deseados.
- Un Sistemas de Información Geográfica es una herramienta poderosa que permite el fortalecimiento en la modernización de los procesos institucionales, enfrentando los retos tecnológicos actuales, mediante un gran paso hacia la vanguardia en el tema vial (en este estudio) para beneficio de la sociedad.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Alzolay, A. (2006). *Dispositivos de almacenamiento de un computador*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos35/dispositivos-almacenamiento/dispositivos-almacenamiento.shtml>

Arteaga, R. *Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Red Vial Fundamental de Bolivia*. Bolivia.

Aulafacil. (2009). *El diseño o proyecto de investigación y sus elementos componentes (VIII)*. Recuperado de <http://www.aulafacil.com/cienciainvestigacion/Lecc-15.htm>

Cardozo, O., Gómez, E., y Parras, M. (2009). *Teoría de Grafos y Sistemas de Información Geográfica aplicados al Transporte Público de pasajeros en resistencia*. Argentina.

Carmona, A. y Monsalve, J. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>

Chocontá, P.A. (2004). *Diseño Geométrico de Vías, Escuela Colombiana de Ingeniería*. Colombia.

E-asphalt. (2014). *Red Vial de Ecuador*. Recuperado de <http://www.e-asfalto.com/redvialecuador/>

Gobernación Valle del Cauca. (2014). *Nuestra Red Vial del Valle del Cauca*. Recuperado de <http://www.valledelcauca.gov.co/infraestructura/publicaciones.php?id=52>

Golicher, D. (2014). *Introducción a Bases de Datos Espaciales*. Recuperado de <http://duncanjg.files.wordpress.com/2012/11/bases-de-datos-espaciales.pdf>

Gómez, Q. *Aplicación del SIG en el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos en el sur del Perú*. Perú.

González, J., Castillo, A., Bran, G., Lara, E., Berditchevsky, G., Napoleón, M. y Porrás, R. (2014). *Sistema de Información Geográfico del Sistema de Gestión del Mantenimiento de Caminos no Pavimentados*. Recuperado de [http://proceedings.esri.com/library/userconf/latinproc00/guatemala/sig\\_caminos.pdf](http://proceedings.esri.com/library/userconf/latinproc00/guatemala/sig_caminos.pdf)

INEN. (2008). *Reglamento Técnico Ecuatoriano Señalización Vial, Parte 2, Primera Edición*. Ecuador.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones/OGPP. (2005). *Metodología para el inventario de la red vial*. Recuperado de [http://www.mtc.gob.pe/portal/logypro/plan\\_intermodal/parte1/apendice/ap\\_3.1\\_metod\\_inventario\\_vial\\_de\\_campo.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/logypro/plan_intermodal/parte1/apendice/ap_3.1_metod_inventario_vial_de_campo.pdf)

OCELLUS Information Systems AB. (2014). *Qué es SIG*. Recuperado de <http://www.ocellus.se/es/beskrivning/>

Organization of American States. (2014). *Sistema de Información Geográfica en el manejo de peligros naturales*. Recuperado de <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/ch10.htm>

Vicente, J. (2010). *Investigación de la Red Viaria Romana de Hispania mediante tecnologías SIG*. Madrid.

## 8. ANEXOS

### Definición de términos

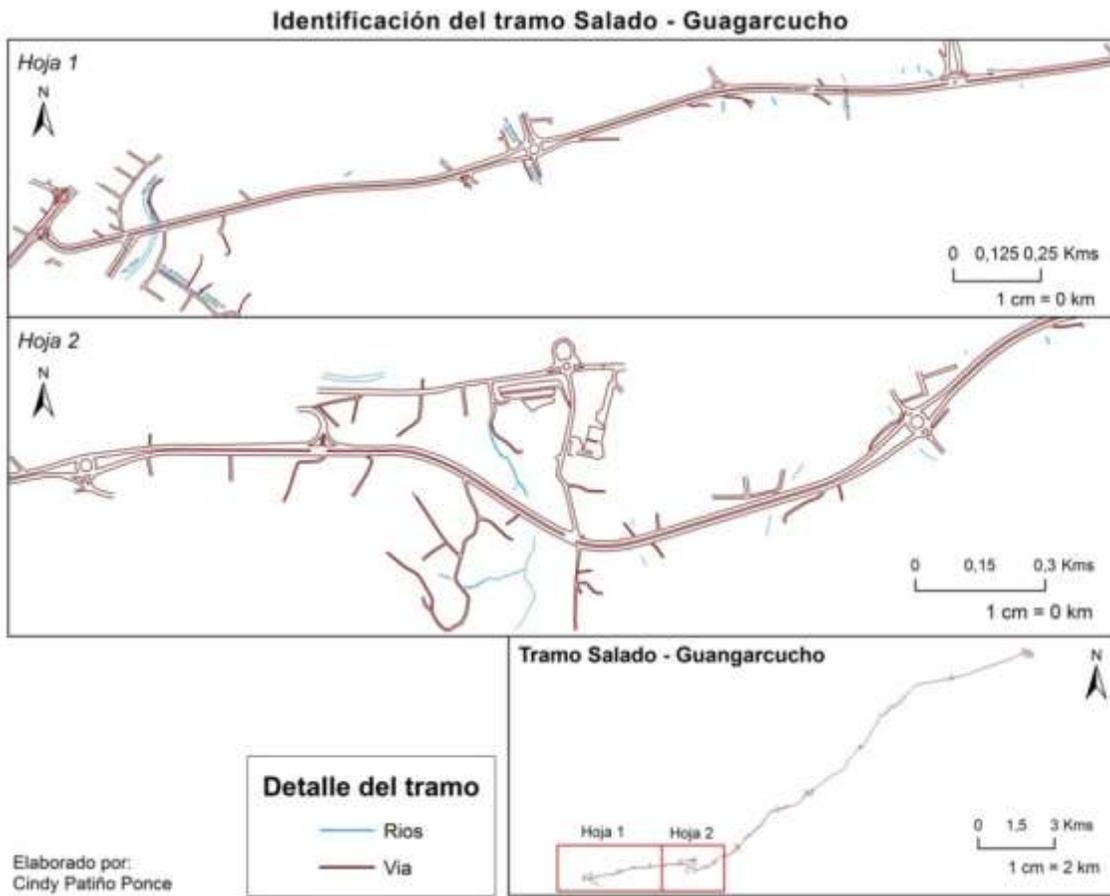
- **ACCESIBILIDAD:** Fácil desplazamiento de la población, uso seguro de los servicios.
- **AUTOPISTA:** Vía diseñada para altas velocidades.
- **BARRERAS DE PROTECCION:** Sistema de encarrilamiento vehicular
- **BORDILLO:** Elemento de concreto que sirve para delimitar la calzada.
- **CAPA ASFALTICA:** Es la capa de rodamiento que conforma la vía
- **CALZADA:** Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos.
- **CARRETERA:** Vía diseñada para el tránsito de vehículos terrestres automotores.
- **CARRIL:** Parte de la calzada que acomoda una fila de vehículos de cuatro o más ruedas.
- **CRUCE O INTERSECCIÓN DE VÍAS:** Área pública formada por la intersección de dos o más vías.
- **CUNETA:** Zanjas abiertas que recogen y canalizan las aguas superficiales y se desarrollan paralelamente a la carretera.
- **CURVA HORIZONTAL:** Alineación de proyección curva sobre el plano horizontal.
- **CURVA VERTICAL:** Alineación de la rasante que tiene proyección curvilínea sobre un plano vertical.

- **DELINEADOR:** Dispositivo que demarca los límites de una determinada zona de vía.
- **DEMARCACIÓN:** Elemento para diferenciar un área de otra, bien sea mediante color, textura o cambio de material.
- **DERECHO DE VÍA:** Faja de terreno cuyo ancho es determinado por la autoridad para el uso adecuado de una vía.
- **DETENERSE:** Interrupción momentánea de la marcha de un vehículo.
- **ESTACIONARSE:** Cuando un conductor deja su vehículo parado en cierto lugar.
- **INGENIERO:** Profesional que realiza la administración del contrato de obra y control de calidad, elaboración de especificaciones especiales, planos de ejecución de obra, y actividades para garantizar la adecuada ejecución de trabajos de construcción y cumplimiento del contrato de obra.
- **INTERSECCIÓN:** Área general donde dos o más vías se unen o cruzan.
- **LEYENDA:** Texto contenido en una señal de tránsito.
- **MARCAS VIALES:** Elemento señalizador pintado sobre el pavimento; para advertir o guiar el tránsito.
- **PARQUEADERO:** Lugar público o privado destinado al estacionamiento de vehículos.
- **PEATÓN:** Persona que transita a pie por una vía.
- **SEMÁFORO:** Dispositivos que proporcionan indicaciones visuales para el control del tránsito vehicular y peatones.

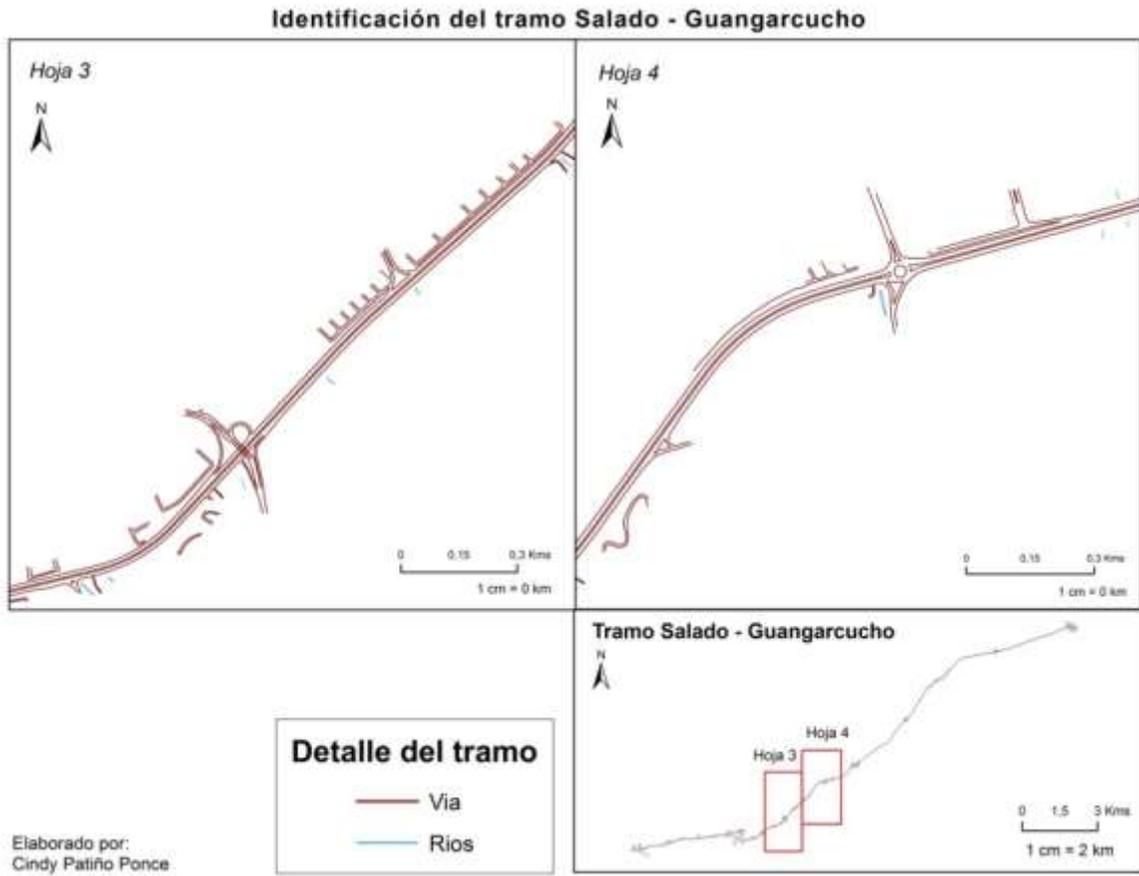
- **SEÑAL DE TRÁNSITO:** Dispositivo físico que indica cómo deben transitar los usuarios de las vías mediante palabras o símbolos.
- **SÍMBOLO:** Figura con que se representa un concepto.
- **SUPERVISOR:** Profesional, en general ingeniero civil, que representa al Propietario de un proyecto ante el Fiscal (Ingeniero), y que toma decisiones de orden superior referidas al Contrato de Obra, e informa al Contratante sobre la correcta administración del Contrato de Obra, del estado de avance de los trabajos de construcción y de la administración y cumplimiento del Contrato de Servicios de Fiscalización.
- **TACHA DE DEMARCACIÓN:** Dispositivos pegados sobre el pavimento.
- **TEXTURA:** Característica de la superficie de un material con relación al tacto.
- **TRÁNSITO:** Acción de desplazamiento de personas, vehículos y animales por las vías.
- **TRANSPORTE:** Acarreo de personas, animales o cosas de un punto a otro a través de un medio físico.
- **TRAMO DE VIA:** Espacio comprendido entre un punto A y uno B, distantes entre sí.
- **VEHÍCULO:** Artefacto sobre ruedas que sirve para transportar personas, animales o cosas.
- **VÍA:** Zona abierta al público destinada al tránsito de público, personas y/o animales.
- **ZONA DE ESTACIONAMIENTO RESTRINGIDO:** Parte de la vía delimitada por autoridad competente para no parquear.

- **ZONA URBANA:** Zona en la que gran parte está ocupada por edificaciones.
- **ZONA RURAL:** Zona con edificaciones escasas y terreno en estado natural o cultivado.

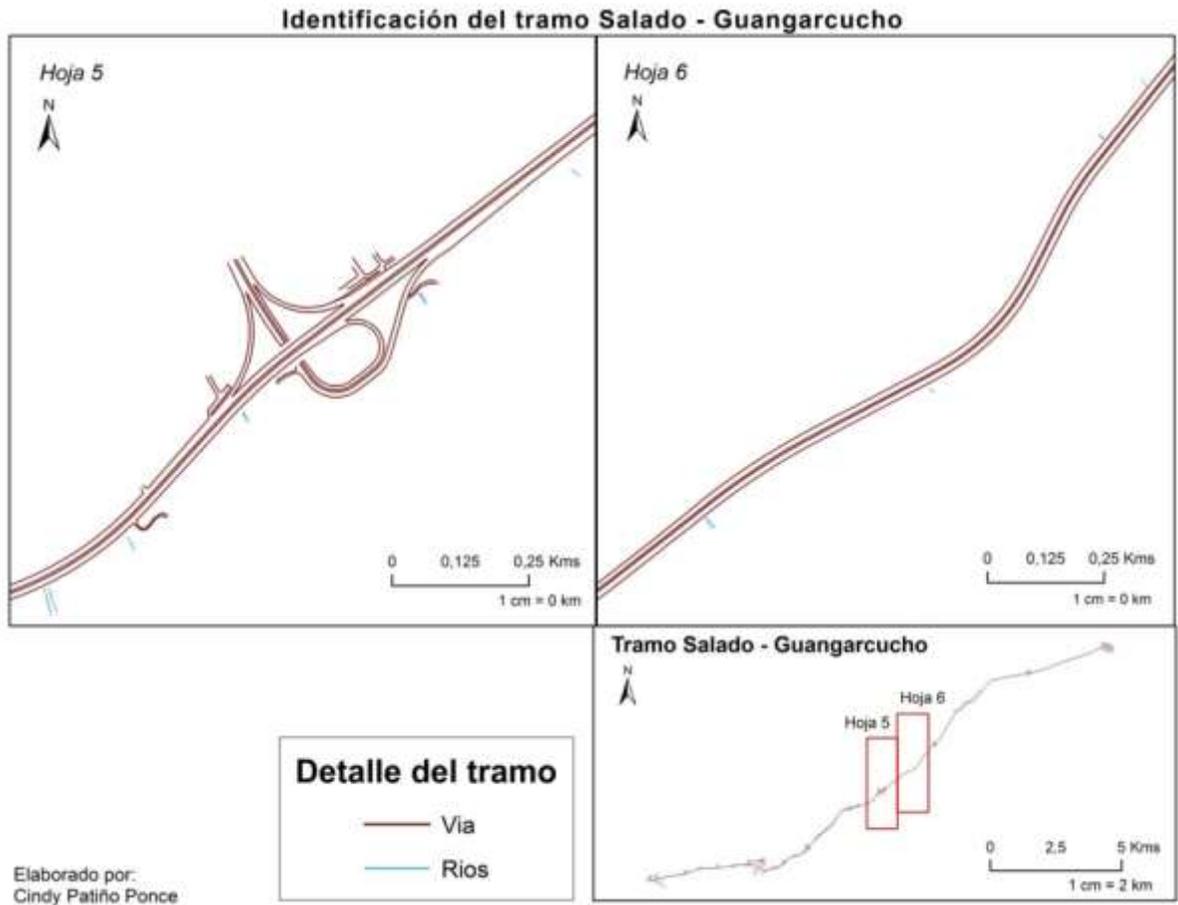
## Información general del tramo Salado - Guangarcucho



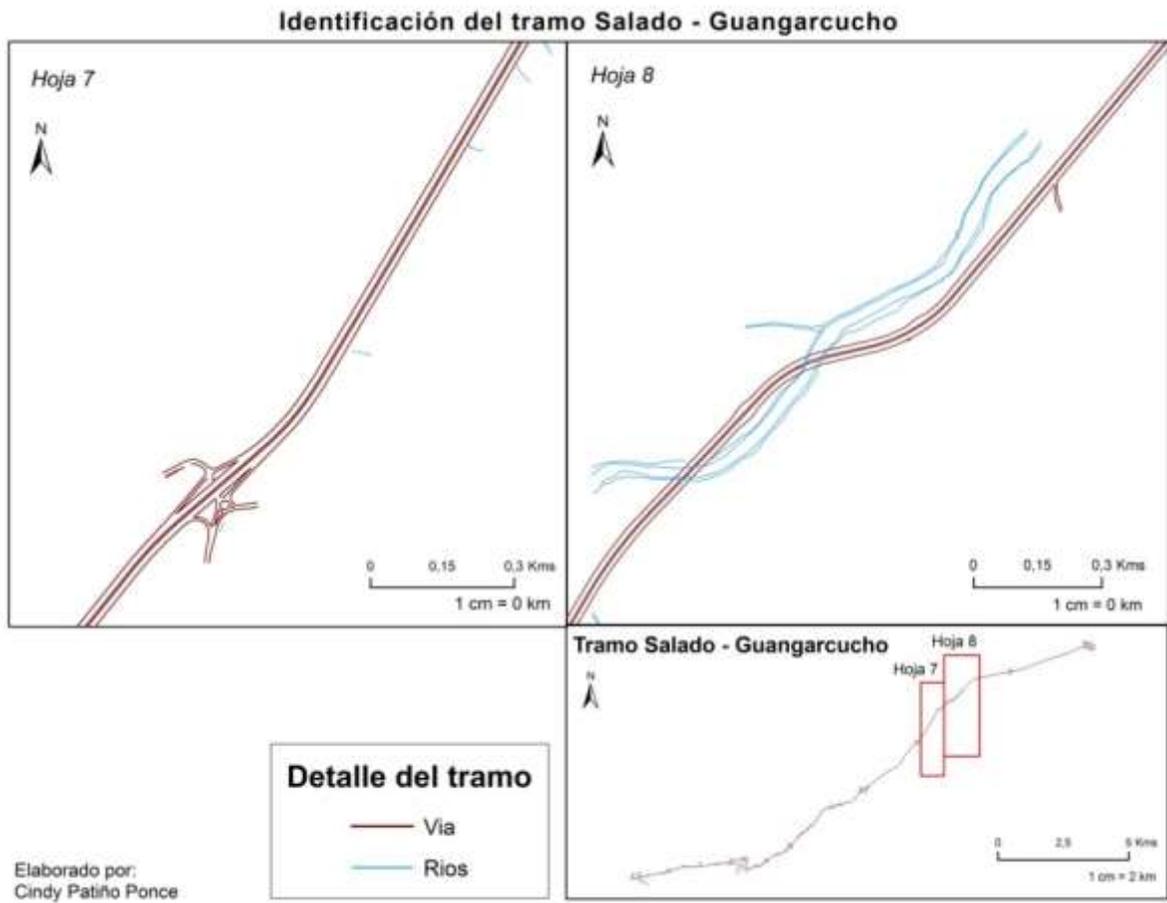
**FIG. 2.-** Se observa la primera y segunda sección de la vía en estudio



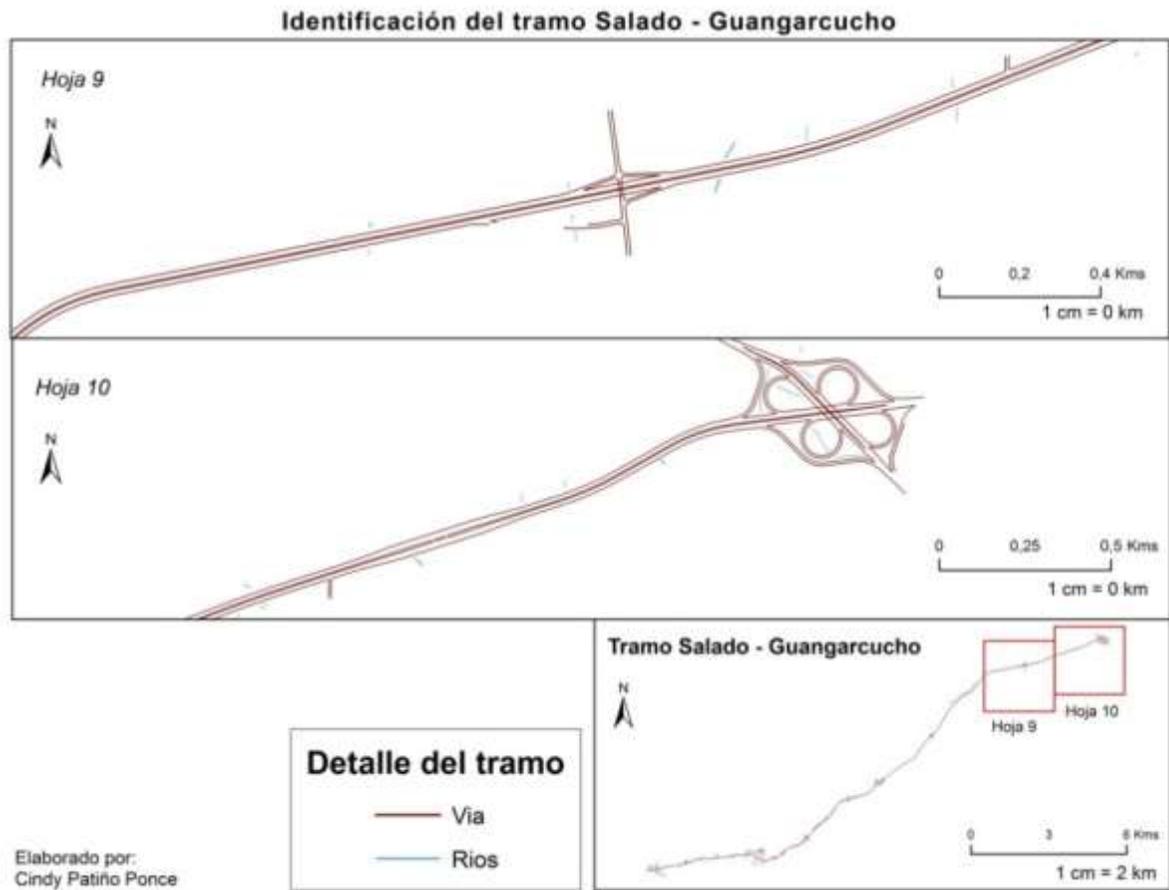
**FIG. 2.-** Se observa la tercera y cuarta sección de la vía en estudio



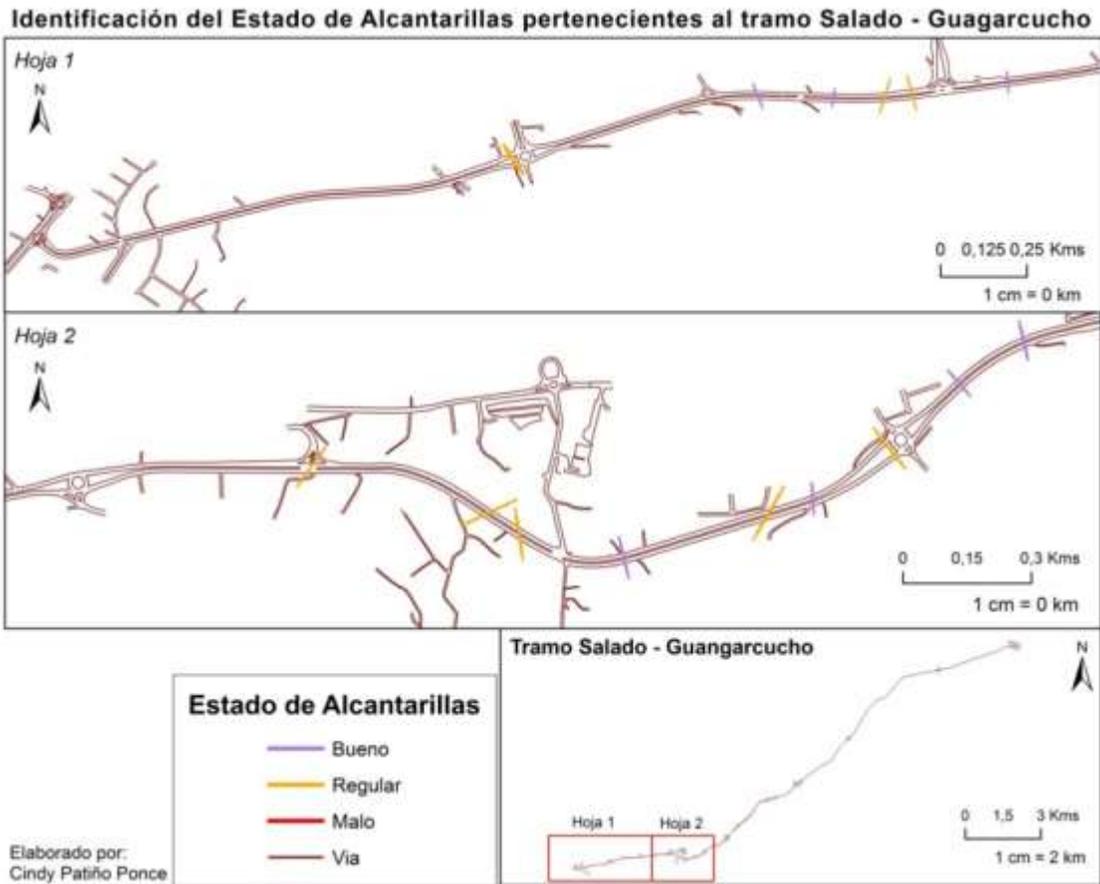
**FIG. 3.-** Identifica la quinta y sexta sección de la vía en estudio



**FIG. 4.-** Muestra la séptima y octava sección del tramo vial

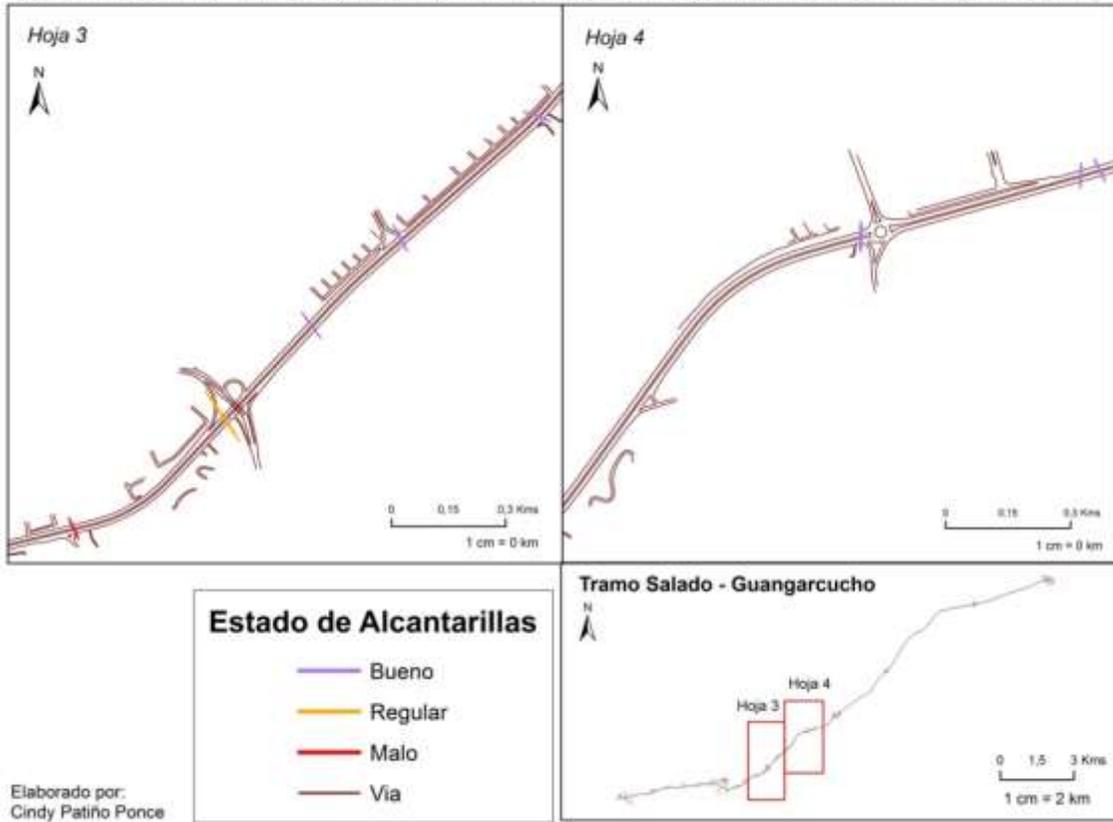


**FIG. 5.-** Se detalla la novena y décima sección de la vía

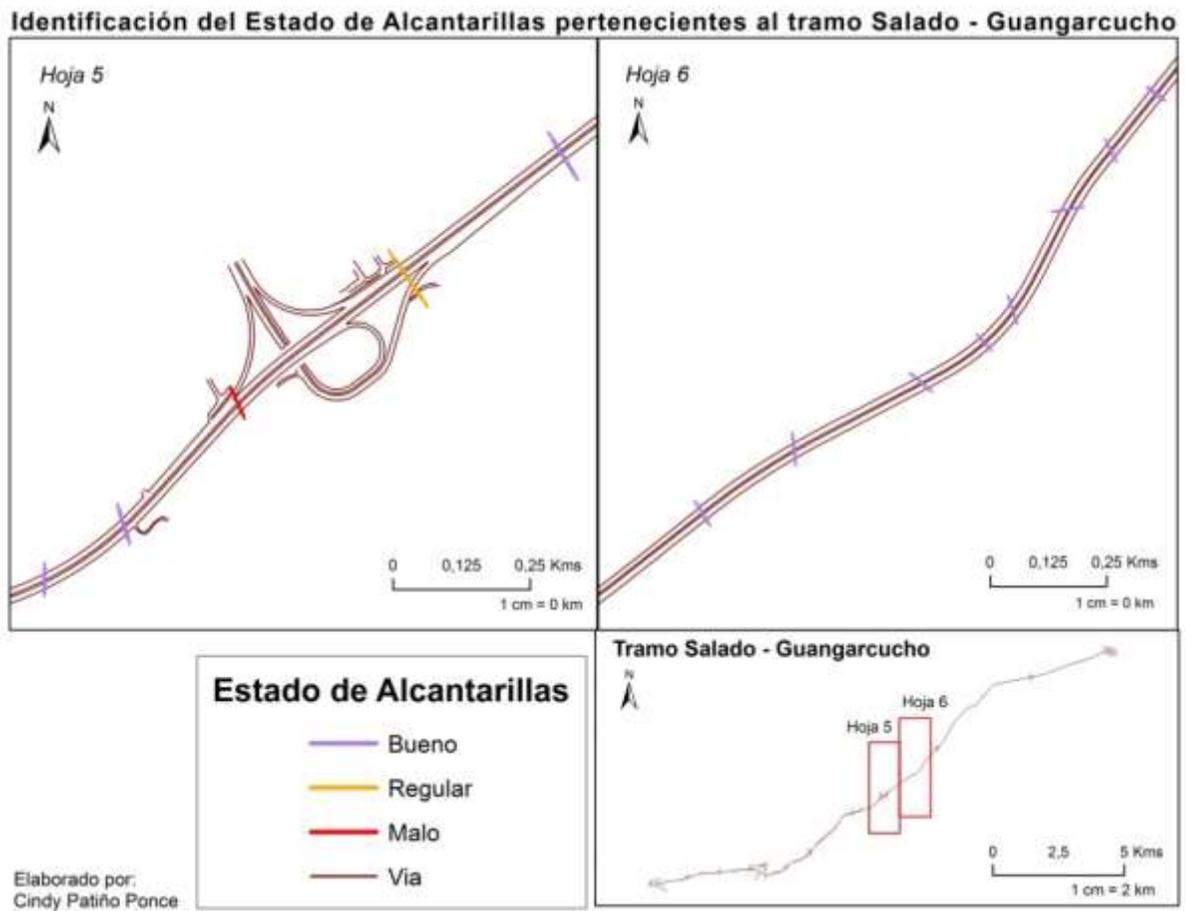


**FIG. 7.-** Muestra el estado de las Alcantarillas en la sección primera y segunda de la vía

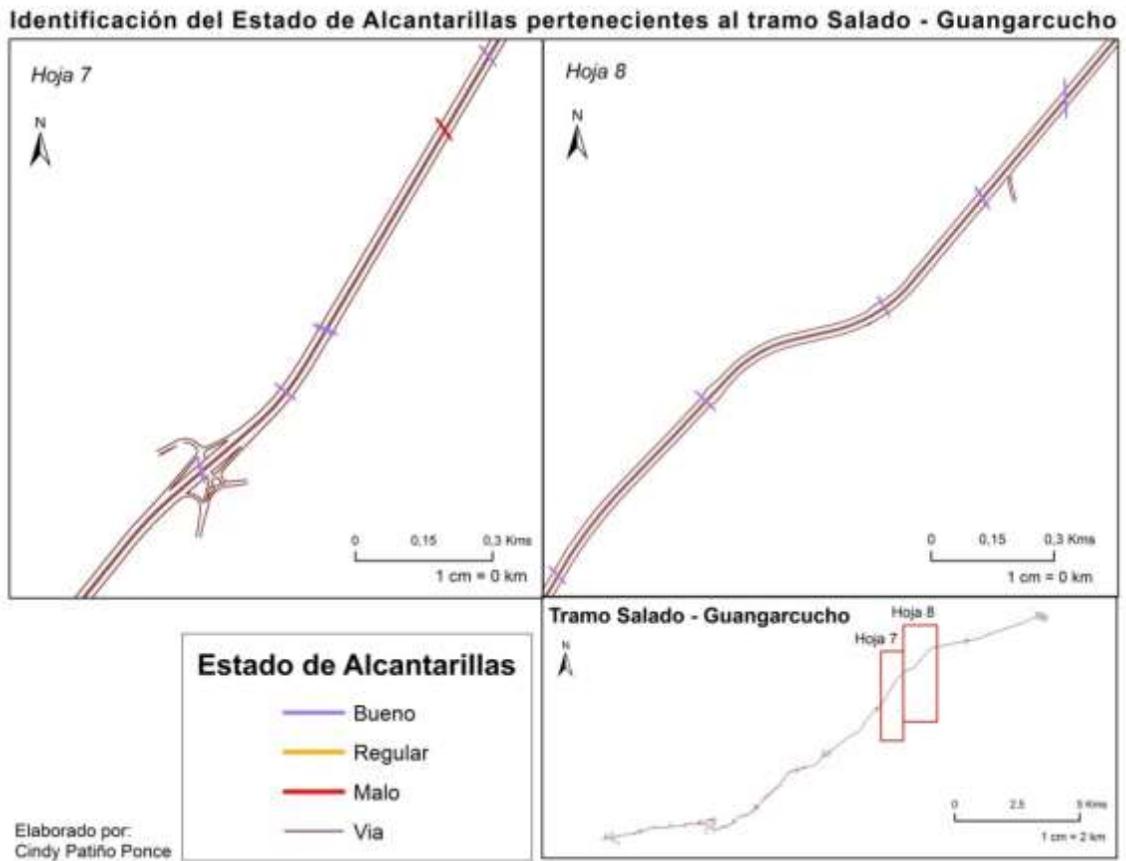
### Identificación del Estado de Alcantarillas pertenecientes al tramo Salado - Guangarcucho



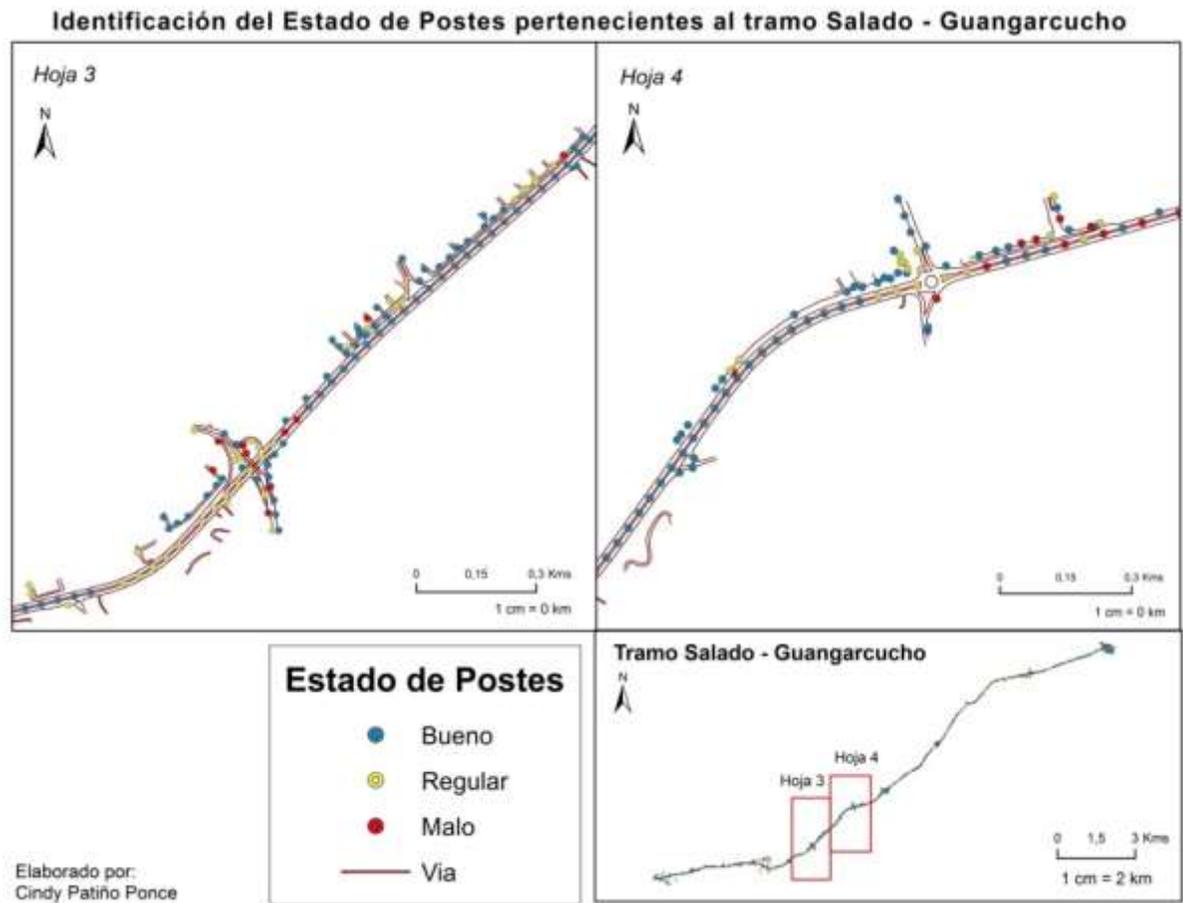
**FIG. 8.-** Muestra el estado de las Alcantarillas en la tercera y cuarta sección



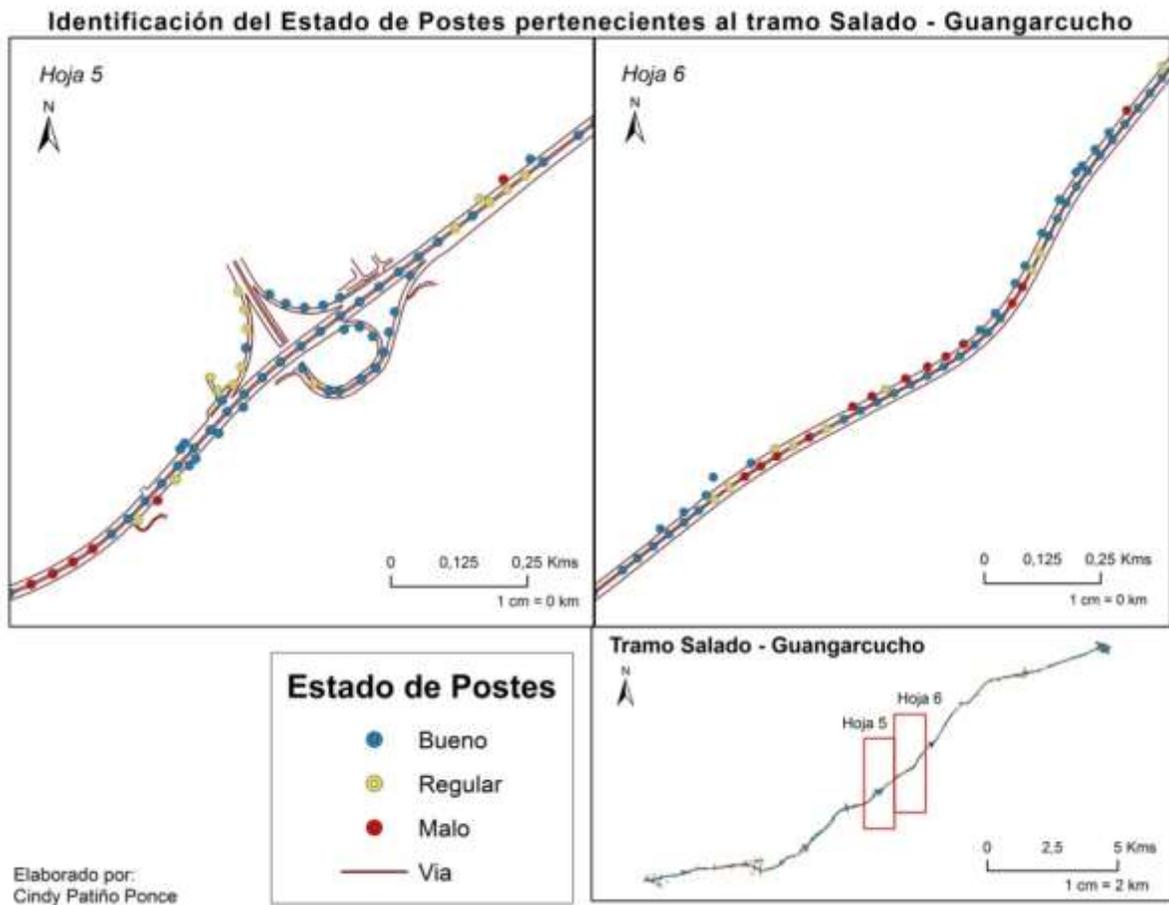
**FIG. 9.-** Muestra el estado de las Alcantarillas en la quinta y sexta sección



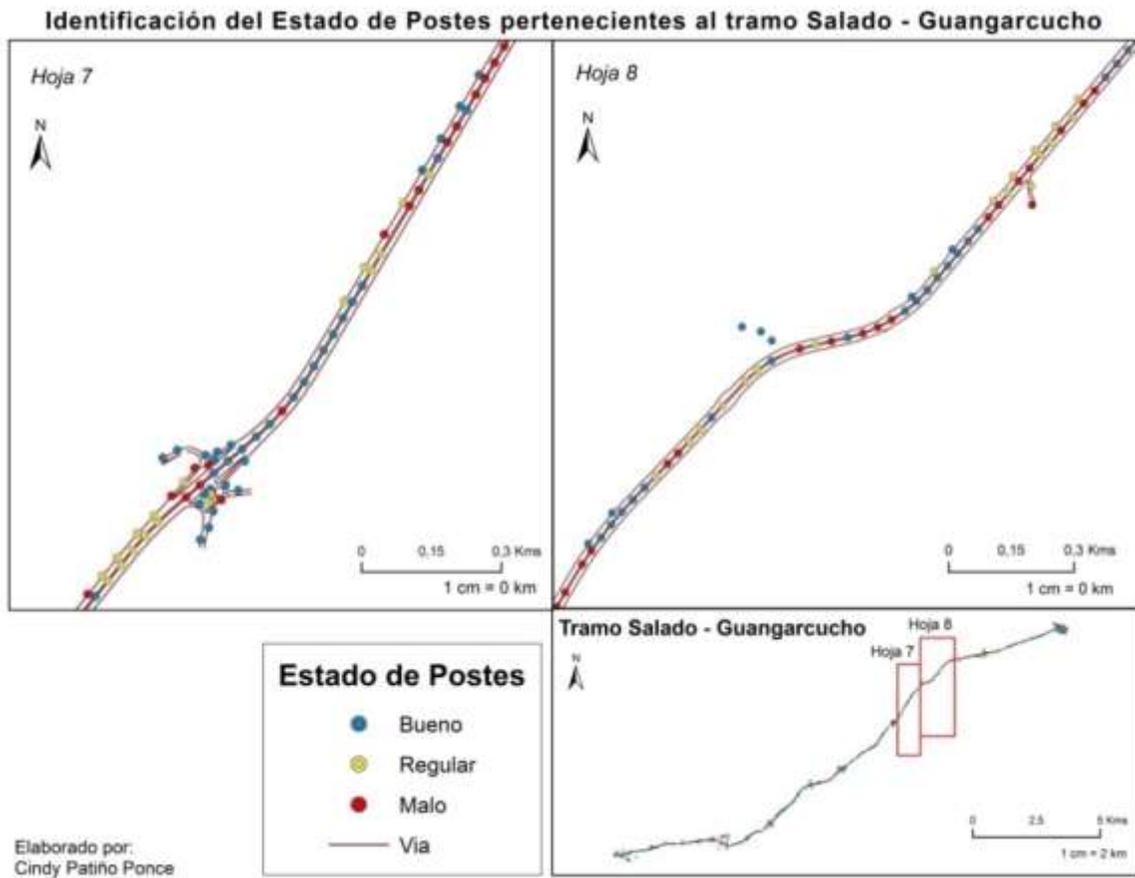
**FIG. 10.-** Muestra el estado de las Alcantarillas en la séptima y octava sección.



**FIG. 13.-** Muestra el estado de postes de la tercera y cuarta sección.

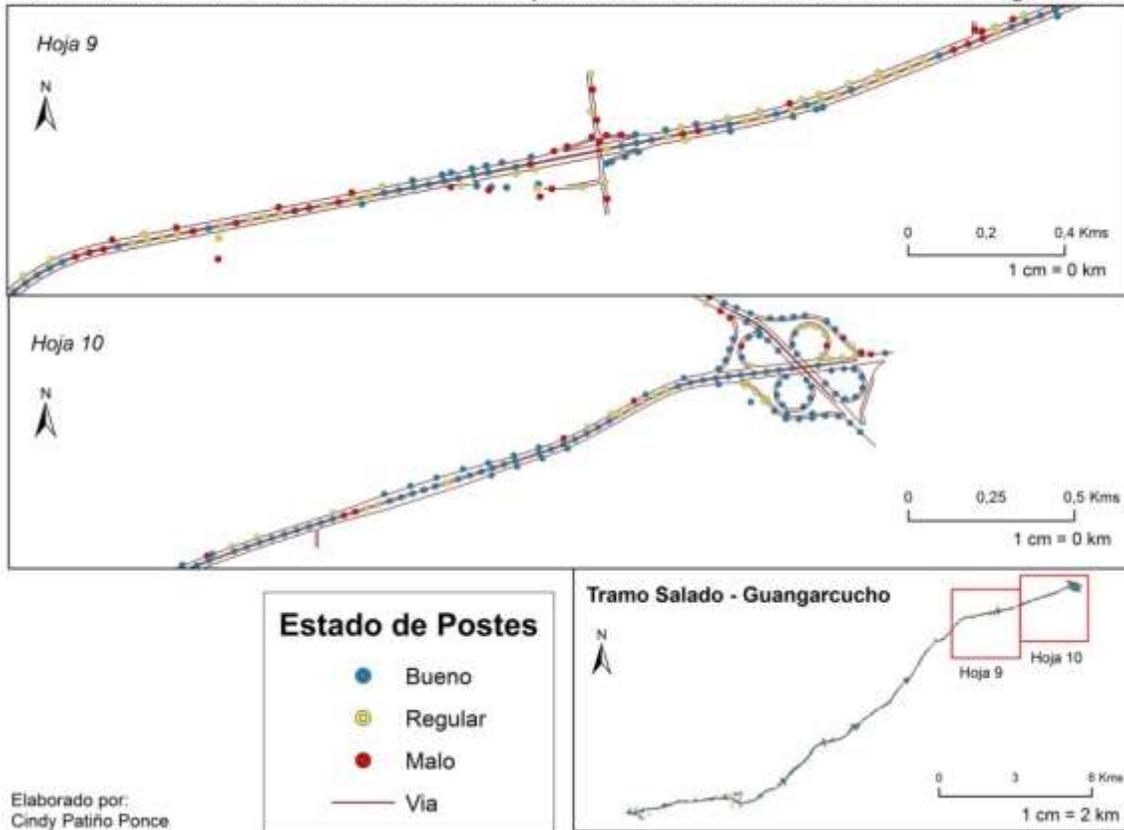


**FIG. 14.-** Indica el estado de los postes de la quinta y sexta sección.



**FIG. 15.-** Muestra el estado de postes de la séptima y octava sección de la vía.

### Identificación del Estado de Alcantarillas pertenecientes al tramo Salado - Guangarcucho



**FIG. 16.-** Detalla el estado de postes de la novena y décima sección.