



**FACULTAD DE POSTGRADO  
TESIS DE POSTGRADO  
REDUCIR EL TIEMPO DE RESPUESTA DE ORDENES DE  
SERVICIO EN UNA EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA  
MEDIANTE EL USO DE GIS DE RUTAS TERRESTRES**

**SUSTENTADO POR:  
JORGE ALEJANDRO VALLE RIVEIRO**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN ADMINISTRACION DE PROYECTOS**

**TEGUCIGALPA, M.D.C. HONDURAS, C.A.**

**JULIO 2018**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**VICERRECTORA ACADÉMICA**

**DESIREE TEJADA CALVO**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO**

**CLAUDIA MARIA CASTRO VALLE**

**REDUCIR EL TIEMPO DE RESPUESTA DE ORDENES DE  
SERVICIO EN UNA EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA  
MEDIANTE EL USO DE GIS DE RUTAS TERRESTRES**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO DE**

**MÁSTER EN  
ADMINISTRACION DE PROYECTOS**

**ASESORA METODOLOGICA  
KEREN JEMIMAH VALLEJO ALVARENGA**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

**MARTIN ROSALES  
MARIO GALLO**



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **REDUCIR EL TIEMPO DE RESPUESTA DE ORDENES DE SERVICIO EN UNA EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE EL USO DE GIS DE RUTAS TERRESTRES**

**NOMBRE DEL MAESTRANTE:**

**JORGE ALEJANDRO VALLE RIVEIRO**

### **Resumen**

Esta investigación planteó la necesidad de implementar un Sistema de Información Geográfico (SIG) para que una empresa de energía eléctrica lograra resolver la problemática de excesiva demora en atender órdenes de servicio solicitadas por sus clientes, que a su vez, afectada la imagen institucional respecto a su capacidad de gestión. Se utilizaron herramientas del sistema, como la definición de clusters de clientes más cercanos enmarcados dentro de una ruta crítica terrestre, para apoyar a las empresas subcontratistas proveedoras de servicios. Desde la información del sistema, informes de los técnicos y el Business Intelligence (BI), se podía determinar la tendencia que el tiempo para resolver una orden de servicio, estaba disminuyendo. Para verificar esta suposición, se consideró hacer un estudio, tomando como población a las órdenes de servicios atendidos en Honduras y como muestra, las de Tegucigalpa, en el periodo de enero 2017 a abril 2018. Se realizó la prueba de hipótesis aplicando la técnica de Regresión Lineal. El modelo resultante reflejó un índice de correlación de 90% entre las variables estudiadas, pero en sentido inverso. Con un nivel de confianza de 95%, se demostró que utilizando el GIS el tiempo de respuesta de atención a las órdenes de servicio disminuye. Sobre la base de estos resultados, se ha recomendado extender esta investigación a otras ciudades importantes del país, como San Pedro Sula, La Ceiba, Choloma o Santa Rosa de Copán, entre otras ciudades.

Palabras claves: Clientes, Ordenes de Servicio, Regresión Lineal, Sistema de Información Geográfica, Tiempo de respuesta.



## **GRADUATE SCHOOL**

# **REDUCIR EL TIEMPO DE RESPUESTA DE ORDENES DE SERVICIO EN UNA EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE EL USO DE GIS DE RUTAS TERRESTRES**

**NOMBRE DEL MAESTRANTE:**

**JORGE ALEJANDRO VALLE RIVEIRO**

### **Abstract**

This research raised the need to implement a Geographic Information System (GIS) for an electric power company to solve the problem of excessive delay in serving service orders requested by their customers, which in turn affected the institutional image regarding your management capacity. System tools were used, such as the definition of clusters of closest customers framed within a critical ground route, to support subcontracting companies providing services. From the information of the system, reports of the technicians and Business Intelligence (BI), it was possible to determine the tendency that the time to solve a service order was decreasing. To verify this assumption, a study was considered, taking as a population the orders of services provided in Honduras and, as a sample, those of Tegucigalpa, in the period from January 2017 to April 2018. The hypothesis test was carried out applying the technique of Linear Regression. The resulting model reflected a correlation index of 90% between the variables studied, but in the opposite direction. With a confidence level of 95%, it was shown that using the GIS the response time of attention to service orders decreases. Based on these results, it has been recommended to extend this research to other important cities in the country, such as San Pedro Sula, La Ceiba, Choloma or Santa Rosa de Copán, among other cities.

Keywords: Clients, Service Orders, Linear Regression, Geographical Information System, Response Time.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por iluminarme, darme la fuerza, sabiduría y la oportunidad de culminar una de mis metas y de demostrarme que si se pueden lograr las metas propuestas.

Al apoyo incondicional de mi familia, amistades y equipo de trabajo sin la cual no hubiera sido posible alcanzar esta meta.

A la empresa Energía Honduras por abrirme las puertas y permitirme para realizar este estudio y por su apoyo en todo momento en brindar la información requerida

A todos los catedráticos (as) de UNITEC quienes compartieron sus conocimientos de los cuales me siento satisfecho, a mi asesora metodológica M.S.c Keren Jemimah Vallejo Alvarenga. quien dedico parte de su tiempo con mucha paciencia para instruirme en la elaboración y revisión de mi tesis; finalmente a mis compañeros y compañeras en los grupos de trabajo de la maestría por su cariño, amistad y solidaridad a lo largo de todo este proceso para todos ellos bendiciones

## **DEDICATORIAS**

A Dios primeramente por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida, por haberme dado salud y todo lo que él sabe que necesito para lograr cada uno de mis objetivos propuestos

A mi esposa por apoyarme en cada momento que lo necesite por su apoyo y sus motivaciones constantes que me han permitido culminar este objetivo propuesto, pero más que todo por su amor y su comprensión.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, y sobre todo por su amor incondicional, a mi padre por el ejemplo de perseverancia y constancia que lo caracteriza y el que me infundió a luchar por cada uno de mis sueños sin importar las circunstancias que se puedan atravesar en el camino, y sobre todo por su amor, a mis amigos y compañeros que nos ayudamos mutuamente a llegar a esta meta final

## INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1    Introducción .....	1
1.2    Antecedentes del problema .....	2
1.3    Definición del problema.....	4
1.4    Objetivos del proyecto .....	5
1.4.1    Objetivo General .....	5
1.4.2    Objetivos Específicos.....	5
1.5    Justificación .....	5
1.6    Impacto .....	6
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1    Análisis situacional .....	8
2.1.2    Algunas propuestas .....	9
2.1.3    Dependencia por obligación.....	12
2.1.4    Cartografía .....	13
2.1.5    Sistemas de coordenadas.....	16
2.2    Teoría de Sustento.....	17
2.2.1    Análisis de las Metodologías.....	17
2.2.1.1    Gestión de la calidad del proyecto.....	17
2.2.1.2    Gestión de los Riesgos del Proyecto.....	18
2.2.3    Análisis Crítico de las metodologías .....	19
2.2.3.1    Gestión de la calidad del proyecto.....	19
2.2.3.2    Gestión de los riesgos del proyecto .....	20
2.3    Conceptualización.....	20
2.3.1    Construcción de vías terrestres geográficas.....	20
2.3.2    Clasificación de calles y carreteras.....	20
2.3.3    Ejes viales .....	21
2.3.4    Arquitectura de sistemas .....	24
2.3.5    Geo-servicios .....	26
2.3.6    Datos espaciales o geográficos.....	27
2.3.7    Ráster .....	27
2.3.8    Georreferenciación.....	28
2.3.9    GPS y toma de coordenadas.....	29
2.3.10    Sistemas de Información Geográficos (SIG).....	29
2.3.11    Análisis de redes .....	30
2.4    Planificación de Proyecto GIS .....	31



2.4.1 Charter .....	31
2.4.2 EDT .....	33
2.4.3 Cronograma .....	34
2.4.4 Diagrama de red .....	34
En la imagen de abajo se puede observar que la implementacion del GIS es totalmente secuencial y cada tarea depende de la anterior, por lo cual la ruta critica es el cumplimiento estricto de todos los elementos dependientes. ....	35
2.4.6 Interesados .....	35
2.4.7 Riesgos .....	38
<b>CAPITULO III. METODOLOGIA.....</b>	<b>43</b>
3.1 Enfoque de la Investigación .....	43
3.2 Diseño de la investigación .....	43
3.3 Congruencia metodológica.....	44
3.3.1 La matriz metodológica.....	44
3.4 Identificación de variables .....	45
3.4.1 Tiempo de ejecución de órdenes de servicio .....	45
3.4.2 Clientes .....	45
3.4.3 Geo-localización del suministro .....	45
3.4.4 Rutas terrestres .....	45
3.4.5 Nodos.....	46
3.4.6 Ejes viales .....	46
3.5 Relación entre variables .....	46
3.5.1 Diagrama Sagital.....	46
3.6 Operacionalización de las Variables .....	47
3.7 Hipótesis .....	47
3.7.1 Hipótesis de investigación.....	47
3.8 Población .....	48
3.9 Muestra .....	48
3.10 Unidad de Análisis.....	48
3.11 Instrumentos de Medición .....	49
3.12 Fuentes de Información.....	49
3.12.1 Fuentes Primarias .....	49
3.12.2 Fuentes Secundarias .....	49
<b>CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS .....</b>	<b>50</b>
4.1 Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (GIS) .....	51
4.1.1 Proyecto Ejes Viales .....	52
4.1.2 Proyecto Rutas de Lectura.....	53
4.1.3 Proyecto Cartografía Básica.....	55

4.1.4 Proyecto Información Geográfica Comercial .....	62
4.1.4.1 Cobertura Poligonal de Libros .....	62
4.2 Tiempo de ejecución de Órdenes de Servicio (OS) .....	65
4.2.1 Análisis exploratorio .....	66
4.2.1.1 Análisis exploratorio de Órdenes de Servicio Resueltas (Honduras).....	68
4.2.1.2 Análisis exploratorio de Órdenes de Servicio Resueltas (Tegucigalpa).....	75
4.2.2 Prueba de Hipótesis.....	79
4.2.3 Análisis de Regresión Lineal.....	80
4.2.3.1 Análisis de Regresión – ÓSR vs. Tiempo de Respuesta (Honduras).....	80
4.2.3.3 Análisis de Regresión – ÓSR vs. Tiempo de Respuesta (Tegucigalpa).....	81
4.2.3.4 Análisis de Regresión – Instalación completa NS MD vs. Tiempo de Respuesta (Tegucigalpa).....	82
4.2.3.5 Análisis de Regresión – Revisión por Reclamo MD (Tegucigalpa).....	83
4.3 Catalogo de Datos Geográficos.....	84
4.4 Aplicabilidad.....	85
4.4.1 Digitalización de techos .....	89
4.4.2 Cartografía básica .....	90
4.4.3 Ejes viales .....	91
4.4.4 Sistema de Información Territorial .....	92
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>93</b>
5.1 Conclusiones.....	93
5.2 Recomendaciones .....	94
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>95</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Creación de barrios y colonias de todo el país .....	10
Figura 2. Distribución de clientes con reclamos sobre cartografía.....	11
Figura 3. Mapa de portal de búsquedas de subcontratista .....	12
Figura 4. Sistemas de coordenadas UTM .....	15
Figura 5. Sistemas de coordenadas UTM .....	16
Figura 6. Clasificación de calles y carreteras .....	21
Figura 7. Simbología de ejes viales.....	22
Figura 8. Nodos de interconectividad .....	23
Figura 9. Ejes viales interconectados y validados.....	23
Figura 10. Pantalla de creación de ejes viales del casco urbano del Distrito Central .....	24
Figura 11. Conectividad de infraestructura tecnológica .....	25
Figura 12. Datos espaciales.....	27
Figura 13. Tipos de ráster .....	28
Figura 14. Sistema de satélites.....	29
Figura 15. Vista generada por un sistema de información geográfica .....	30

Figura 16. Ejemplo de un recorrido de redes de tuberías de agua.....	31
Figura 17 EDT Implementación GIS de Rutas .....	33
Figura 18. Cronograma de Proyecto GIS .....	34
Figura 19. Diagrama de Red Proyecto GIS.....	34
Figura 20. Ruta critica proyecto GIS.....	35
Figura 21. Diagrama sagital.....	46
Figura 22. Vista de ejes viales en La Esperanza, Intibucá .....	52
Figura 23. Vista de los clientes de un libro con su ruta y secuencial correspondiente.....	54
Figura 24. Cartografía completa elaborada hasta el mes de abril 2018 .....	55
Figura 25. Vista de las planchas de 200m x 200m.....	56
Figura 26. Vista de planchas pendientes de cartografía.....	57
Figura 27. Vista del avance de cartografía en 14 de los 18 departamentos de Honduras.....	58
Figura 28. Vista producción de cartografía en zonas con y sin clientes georreferenciados .....	61
Figura 29. Vista de avance de cartografía en zona urbana de Cortés .....	62
Figura 30. Vista de cobertura poligonal de libros en Tegucigalpa .....	64
Figura 31. Vista de los polígonos de libros con los departamentos trabajados a la fecha .....	65
Figura 32. Ordenes de Servicio resueltas en un tiempo promedio expresado en días.....	69
Figura 33. Ordenes de Servicio resueltas mensualmente (Honduras) .....	69
Figura 34. Ordenes de Servicio resueltas durante el periodo mostrado .....	70
Figura 35. Comportamiento de atención de OSR atendiendo su categoría .....	71
Figura 36. Tiempo promedio de OSR – Incidencia Suministro BT (Honduras).....	72
Figura 37. Total OSR atendidas – Incidencia Suministro BT (Honduras).....	73
Figura 38. Total OSR atendidas – Instalación completa NS MD (Honduras).....	73
Figura 39. Total OSR atendidas – Instalación completa NS MD (Honduras).....	74
Figura 40. Ordenes de Servicio Resueltas en un tiempo promedio expresado en días (Tegucigalpa). 76	
Figura 41. Ordenes de Servicio resueltas mensualmente (Tegucigalpa) .....	76
Figura 42. Ordenes de Servicio resueltas mensualmente (Tegucigalpa) .....	77
Figura 43. Tiempo promedio de OSR: Revisión por Reclamo MD (Tegucigalpa) .....	77
Figura 44. Total de OSR: Revisión por Reclamo MD (Tegucigalpa).....	78
Figura 45. Total de OSR: Instalación completa NS MD (Tegucigalpa).....	79
Figura 46. Regresión OSR vs. Tiempo de respuesta (Honduras).....	80
Figura 47. Total de OSR: Instalación completa NS MD (Tegucigalpa).....	81
Figura 48. Regresión Instalación completa NS MD vs. Tiempo de Respuesta (Tegucigalpa) .....	82
Figura 49. Regresión Revisión por reclamo MD vs. Tiempo de Respuesta (Tegucigalpa).....	83
Figura 50. Funcionamiento de Catalogo GIS .....	84
Figura 51. Cronograma de proyectos a nivel nacional .....	86
Figura 52. Organigrama de equipo propuesto .....	87
Figura 53. Rutas y secuencias .....	87
Figura 54. Rutas más cortas entre localidades.....	88
Figura 55. Recorrido de lecturas en Libro de clientes .....	88
Figura 56. Techos de ciudad progreso .....	89
Figura 57. Techos rurales de hurto de energia.....	90
Figura 58. Vista de cartografía a nivel nacional.....	90
Figura 59. Rutas viales zona sur .....	91
Figura 60. Sistema de Información Territorial Propuesto .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Acta de constitución Proyecto GIS.....	32
Tabla 2. Lista de interesados proyecto GIS .....	36
Tabla 3. Matriz poder e interes .....	36
Tabla 4. Matriz influencia vs impacto .....	36
Tabla 5. Matriz Influencia vs poder.....	37
Tabla 6. Estrategia para involucrados .....	37
Tabla 7. Identificación de Riesgos de Proyecto GIS.....	38
Tabla 8. Análisis de riesgos cuantitativos .....	39
Tabla 9. Análisis de riesgos cualitativos .....	40
Tabla 10. Mapa de Riesgos .....	40
Tabla 11. Matriz de administración de riesgos .....	42
Tabla 12. Operacionalización de variables .....	44
Tabla 13. Operacionalización de variables .....	47
Tabla 14. Nodos de interconectividad .....	53
Tabla 15. Cantidades de cartografía pendiente .....	57
Tabla 16. Producción de cartografía acumulada por departamento.....	59
Tabla 17. Producción de cartografía en planchas con clientes y departamento .....	60
Tabla 18. Producción de cartografía en cobertura total .....	60
Tabla 19. Polígonos por libros – Francisco Morazán .....	63
Tabla 20. Meses del periodo de atención de las Orden de Servicio .....	67
Tabla 21. Ordenes de Servicio Resueltas en un tiempo promedio – días (Honduras).....	68
Tabla 22. Ordenes de Servicio Resueltas en un tiempo promedio en días (Tegucigalpa) .....	75
Tabla 23. Catalogo de datos GIS.....	84
Tabla 24. Presupuesto de SIT .....	86

# CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Introducción

Hasta el año 2015, en Honduras, el suministro de energía eléctrica, la prestación de servicios, el sistema de cobros y el mantenimiento a la red de distribución, fue prestado por la empresa SEMEH, dentro de un marco contractual celebrado con la Empresa de Energía Eléctrica, ENEE (1999).

Al concluir su contrato, este Inversionista Operador debió usar, actualizar, operar y mantener el Sistema Integrado de Gestión de la ENEE (en lo sucesivo SIG); y, para el efecto, debió desarrollar las interfaces necesarias para la base de datos de Clientes y toda la información de campo de la Red de Distribución para la actualización en tiempo real del GIS (Banco Ficohsa, Coalianza, & ENEE, 2016, Capítulo II).

Parte de los términos contractuales, sobre todo, relacionados al sistema SIG, no se cumplieron. A partir del año 2016, el Gobierno de Honduras contrata a la Empresa de Energía de Honduras (EEH), quien es ahora responsable de ofrecer una solución para acelerar la resolución y localización de incidencias y problemas en la red eléctrica. Además, la empresa EEH considera importante buscar una solución a corto plazo, a los problemas que sufre la ciudadanía, relacionados a la lentitud en la atención de las órdenes de servicio, la atención de incidencias, o fallas en la red o problemas de acometidas, sumado a los altos cobros. A su vez, la empresa deberá implementar soluciones satisfactorias para la población, pero que impacten lo menos posible en los costos operativos de la distribución de energía y cobro del suministro.

Para resolver esta problemática, la empresa EEH considera importante implementar un sistema de información geográfico alternativo y complementario al que tiene la ENEE (Financiado por Banco Mundial), de forma que pueda contar con información que le permita conocer con

certeza sus activos, administrar la empresa para llevarla a un estatus competitivo y de alta rentabilidad, y dar respuesta en tiempos óptimos a las demandas de servicio de la población.

## **1.2 Antecedentes del problema**

En el año 1999 se aprobó el contrato de concesión de la lectura y medición de los clientes ENEE al Consorcio SEMEH, quien debía realizar la medición oportuna y ordenada del consumo de energía de los clientes, realizar un levantamiento total de la información geográfica correspondiente a los clientes y retroalimentar y poner a disposición de la ENEE esa información para las gestiones que la institución considerase pertinentes.

Al terminar parcial o totalmente este Contrato, la ENEE tendrá derecho a que se le entregue un catálogo actualizado de los usuarios que ya no serán cubiertos por el Consorcio, con sus respectivos estados de cuenta al día, la información georreferenciada e historial de cargos y pagos de los últimos cuatro (4) años. El Consorcio también tendrá la obligación de realizar la transferencia de tecnología y la Capacitación de personal de ENEE que estará involucrado en estas actividades. (Gerencia General ENEE & SEMEH, 1999).

Una vez completado el tiempo de la concesión a SEMEH, había realizado el levantamiento de la información geográfica de los clientes y la creación del SIT (Sistema de información Territorial), pero esta empresa no realizó la entrega del catálogo de clientes geográficos con el ordenamiento territorial a la ENEE. Según el Tribunal Superior de Cuentas dicho cumplimiento de la cláusula contractual de la entrega de información territorial geográfica a la ENEE nunca sucedió por parte del consorcio SEMEH.

A noviembre de 2007, La División del Control de contratos de Servicios en Tegucigalpa región centro, no tiene acceso a todo el sistema georreferenciado del catastro de usuarios (GIS) elaborado por el consorcio SEMEH y solo puede ver el 90% del casco urbano de Tegucigalpa y Comayagüela, las demás regiones Norte y Litoral no tienen acceso ni al casco urbano de San Pedro Sula y La Ceiba, y mucho menos a las diferentes localidades a nivel nacional. Esto incide negativamente en la ENEE para mantener un control técnico y financiero de los usuarios e ingresos. La ENEE debe contar con el sistema de información necesario y establecido en el contrato con SEMEH a fin de mantener un sistema de gestión que le permita revisar a quien se le cobra. (Tribunal Superior de Cuentas, 2007).

El Banco Mundial financió un proyecto en la ENEE para realizar un levantamiento de información geográfica de los clientes e información completa y geográfica de la infraestructura eléctrica. Este proyecto logro recolectar un 45% de la información de la red concertada en los 3 cascos urbanos o sectores importantes Tegucigalpa, San Pedro Sula y La Ceiba. Al terminar la ejecución de este proyecto quedó pendiente levantar el 55% restante de la información geográfica de la red eléctrica (PROMEAF, 2014)

A Finales del año 2015 se anuncia por parte del Gobierno Central la adjudicación del contrato de operación de la red de distribución a la Empresa Energía Honduras (EEH), quien sería la responsable por los próximos 7 años, de reducir las pérdidas de la estatal eléctrica y llevarla a un estatus de una empresa estable y rentable. Esta nueva empresa se enfrentaría al gran reto de no contar con información confiable, verificable, válida para iniciar sus operaciones. La cantidad de infraestructura de red de distribución, el número de transformadores, la longitud de líneas de distribución y áreas geográficas, se convirtieron en información imperante de conocer con certeza. Otro tipo de información ha logrado conocer:

- La cantidad de clientes de la base de datos comercial ENEE asciende a 1.71 millones a nivel nacional (Gerencia de Planificación, Cambio e Innovación Empresarial, 2017), de los cuales solo 650 mil de esos clientes, al inicio de esta investigación, se encuentran geolocalizados.
- El crecimiento de nuevos abonados del sistema de Distribución está en un aproximado de 4,550, respecto al número de clientes iniciales (J. Valle, 2014). Este nuevo número, se debe ir añadiendo a la lista de clientes no georreferenciados, y el área rural es la que presenta mayores complicaciones para formar parte de este listado (Difícil acceso e inclemencias del clima, han dificultado el levantamiento de datos territoriales de estas zonas).

- Una de las mayores dificultades que acentúa este problema es el desconocimiento de todas las calles, carreteras, caminos, senderos, desvíos y carreteras que existen para llegar a las distintas vías de acceso en todo el país, y prestar los servicios que los clientes demandan.

### **1.3 Definición del problema**

Para lograr una buena planificación energética en una empresa de energía, con el objetivo de conocer su área geográfica o cobertura a nivel de país, saber cómo se comportan sus activos de una red eléctrica (Considerando su comportamiento dinámico a través del tiempo), se plantea que los sistemas de información geográficos son necesarios para apoyar estas estrategias de negocio, y principalmente para encontrar soluciones de corto plazo y resolver en tiempos óptimos las demandas de servicios los clientes.

Para entender la planificación energética es necesario conocer el concepto de espacio geográfico, además de entender como éste se analiza, de qué manera la planificación energética es una temática que se hace necesario incluir en las políticas de trabajo nacional y, cómo el GIS aporta en el desarrollo de escenarios futuros con temas vinculados a la energía. Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) se han convertido, gracias al desarrollo de los medios informáticos, en una potente herramienta de apoyo a la planificación energética. (Arancibia, 2008)

Conociendo estas premisas y ubicados en el contexto del cambio que está tomando el sistema de distribución y comercialización de la energía en Honduras, es que se plantea el uso de los sistemas de información geográfica, y que desde la información que proporcionan sus funcionalidades, entre ellas, las rutas terrestres, puedan contribuir a mejorar los tiempos de respuesta en las órdenes de servicio planteadas por los usuarios de la red de distribución. Por cuanto, se plantea la pregunta de la investigación:

¿Permite la implementación de un Sistema de Información Geográfica de rutas terrestres reducir el tiempo de ejecución en las órdenes de servicio demandas por los clientes a la empresa distribuidora de energía?



## **1.4 Objetivos del proyecto**

### **1.4.1 Objetivo General**

Probar que la implementación de un sistema de información geográfico de rutas terrestres orientado al sistema eléctrico de distribución permitirá reducir los tiempos de respuesta en las órdenes de servicio solicitadas por los clientes y la resolución de incidencias

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Crear un catálogo actualizado de información geográfica
2. Crear la cartografía básica del departamento de Francisco Morazán, lugar donde se utilizará como base dentro del municipio central para digitalizar las rutas con variables de impedancia que distingan las calles y tiempo de recorrido en las mismas.
3. Crear rutas y ejes viales del municipio de Distrito Central en Francisco Morazán, Honduras.
4. Determinar el tiempo óptimo de atención para las distintas órdenes de servicio que los clientes demandan a la empresa distribuidora.
5. Investigar si la reducción del tiempo de atención de una Orden de Servicio (OS) está relacionado al uso de las bondades de un Sistema de Información Geográfico (GIS), mencionadas antes.

## **1.5 Justificación**

El ordenamiento territorial del país todavía está en sus etapas iniciales. Existen sistemas de información geográfica (Generalmente aislados, no centralizados, no compartidos) que pudieran ser la fuente de sistemas geográficos robustos, permitiendo el acceso a su información, a las

empresas de servicios. Estas podrían operar con mayor eficiencia, beneficiando así al pueblo hondureño y al desarrollo económico del país.

La empresa (Mapping Geograma, 2017b) afirma:

Desde imágenes de satélite hasta fotografías terrestres geolocalizadas, pasando por cartografía, datos socioeconómicos o de tránsito peatonal, callejeros, inventarios, información del tráfico, o datos de clientes y mercado. El amplio abanico de Geo Información disponible hoy en día permite optimizar procesos de gestión y soporte a la toma de decisiones tanto en el ámbito público como en el privado.

En el tema geográfico gran cantidad de empresas se enfrentan al reto de tener que levantar su propia información debido a que las fuentes que se tienen no son confiables o están desactualizadas. Esto incrementa considerablemente el costo de cualquier proyecto relacionado con infraestructura o servicios.

“Una gran cantidad de información no puede ser accedida por barreras políticas y por el alto costo que generó a diversas instituciones; esto a su vez incrementa considerablemente el costo de realizar levantamientos de información en campo, en Honduras”. (J. Valle, 2013, p. 10)

## **1.6 Impacto**

Dado el contexto anterior, basados en la importancia de los GIS para una empresa distribuidora de energía eléctrica, la EEH tiene como principal objetivo, convertirse en una empresa rentable, conocer con certeza sus activos, conocer a detalle cada área geográfica donde llega la red de distribución; y, dar solución a corto plazo, a uno de sus grandes retos, relacionado al tiempo que le toma a una cuadrilla atender la solicitud de servicio que un cliente realiza, dado que la prontitud con que resuelva, estaría directamente relacionada al conocimiento pleno de variables como dirección física, coordenadas y conocimiento de la ruta más corta o rápida, sobre todo en el interior del país, para localizar y llegar a la vivienda del que pide un servicio.

Reducir el tiempo en la atención a las solicitudes de órdenes de servicio es un tema crucial para lograr la confiabilidad del cliente en el sistema eléctrico, hacer eficientes los procesos y disminuir los costos.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Análisis situacional

La República de Honduras ha venido realizando en la última década proyectos de modernización del estado que han impulsado la elaboración de leyes, políticas y normativas. Estos proyectos han requerido del desarrollo de sistemas para secretarías y demás instituciones públicas. Como principales iniciativas que han involucrado sistemas relacionados con la gestión del territorio se encuentran: Sistema Nacional de Administración de la Tierra (SINAP), Sistema Nacional Territorial (SINIT), Registro de Normativa de Ordenamiento Territorial (RENOT), Sistema Unificado de Registros (SURE), los Sistemas Municipales desarrollados por el Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales (PMDN) y Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF). Estos sistemas se consideran hoy en día como una infraestructura que permite mejorar las capacidades de cada una de las instituciones que los maneja. Si lograran proyectar su utilización entre diferentes instituciones implicadas en temas comunes, como es el caso del catastro, el beneficio será todavía mayor, al mejorar la articulación interinstitucional.

Poco se ha logrado avanzar, a pesar de todos los esfuerzos a nivel nacional para centralizar todos los datos espaciales en un solo repositorio. El mayor logro gubernamental en unificar esos datos son las plataformas SINIT y RENOT que contienen los datos geográficos y de infraestructura de datos básicos del país.

Hoy en día, la presencia de la informática en todos los procesos técnico-organizativos representa un movimiento transversal a la evolución de las tecnologías, ya que afecta a todas, sea cual sea su grado de evolución. Para el sector privado de la producción, la informática se ha convertido en una herramienta y factor de producción indispensable. Pero en el sector público y,

en particular, en el municipal, su incorporación se ha convertido en un nuevo paradigma. Así, mientras en el privado la decisión de automatizar es una decisión netamente gerencial, en el público es de esperar que esta signifique una decisión política.

A medida que crece el número, la complejidad y diversidad de los datos geográficos, también crece la necesidad de disponer de un mecanismo que facilite la comprensión de todas las características de dichos datos. Añadido a esto, la demanda de este tipo de información va en aumento, por lo que hay cada vez más medios (plataformas, infraestructuras, etc.) para ponerla a disposición de un número de usuarios (limitado o ilimitado).

La infraestructura eléctrica geográfica ha sido a lo largo de los años una de las más difíciles de obtener debido a que se carece de levantamientos de datos y la construcción de una Infraestructura de datos espaciales para los mismos

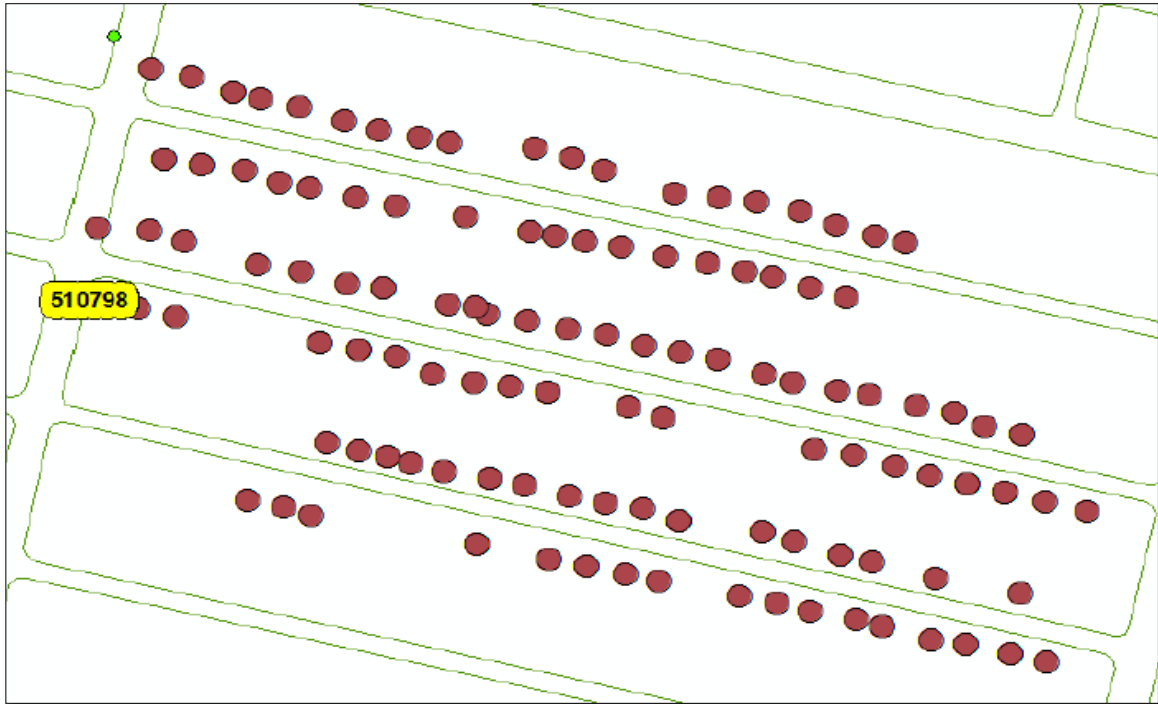
Dentro de los alcances del plan de operación de la empresa distribuidora se encuentra la reducción del tiempo que toma atender solicitudes de servicio, recuperación del fluido eléctrico y frecuencia de interrupciones.

Es de crucial importancia que la operativa cuente con los procesos de distribución de trabajo de las cuadrillas operacionales y con las herramientas necesarias para realizar el trabajo de la manera más oportuna y efectiva para la implementación de los recursos financieros de la empresa. (Empresa Energía Honduras, 2017)

### **2.1.2 Algunas propuestas**

En la actualidad cualquier empresa que se dedique a la distribución de energía en nuestro país cuenta con diversos métodos de asignación de órdenes de servicio, pero ninguna cuenta con la información geográfica significativa para tomar decisiones y asignarlas efectivamente a nivel nacional. Ante tal necesidad en enero del año 2017, la Coordinación GIS de la EEH, envió una





**Figura 2. Distribución de clientes con reclamos sobre cartografía**

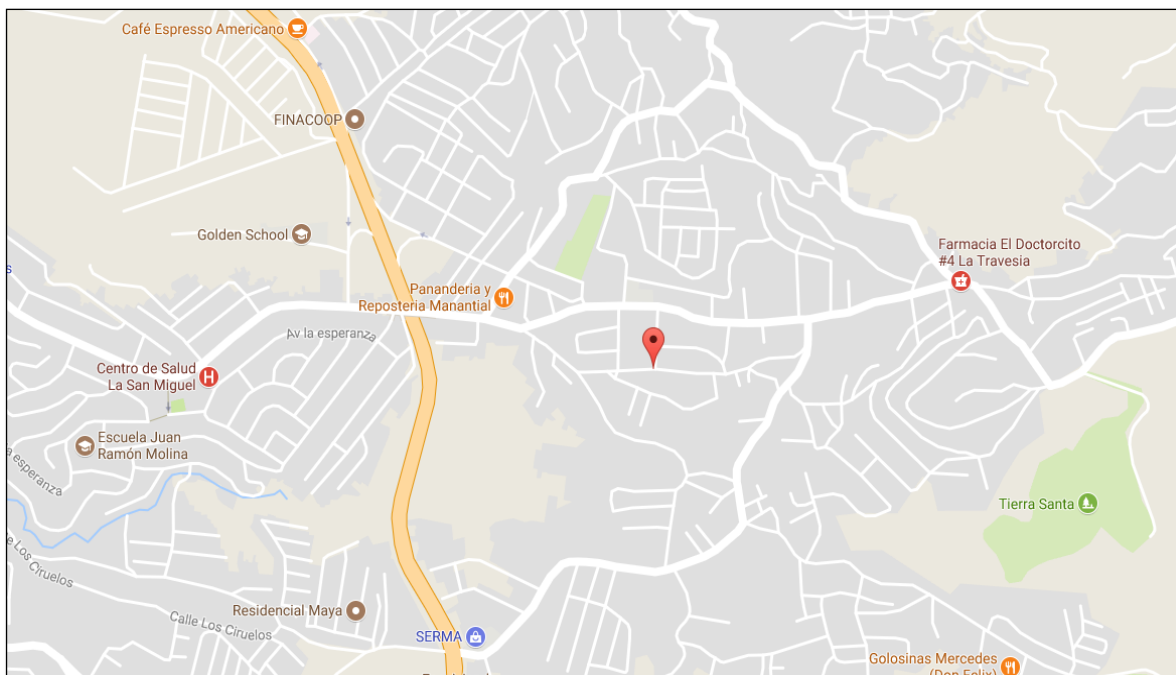
Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Uno de los problemas más grandes que se enfrenta EEH es que aún no posee la totalidad de los clientes de la red eléctrica georreferenciados y actualmente una empresa esta subcontratada para realizar este levantamiento, pero la fecha de finalización no es a corto plazo. El catálogo de proyectos ofrecido por la Coordinación GIS de la empresa permitirá a corto plazo recuperar una porción de esos clientes que se encuentran dispersos en las zonas donde la ENEE ya ha realizado un levantamiento previo.

Mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica se pueden obtener beneficios de provecho para la empresa y al menor costo posible. Uno de estos beneficios es obtener una base de datos de información que será de mucha importancia para los procesos de la empresa. Mediante este proceso, desarrollado por la Coordinación GIS, será posible recuperar la gran mayoría de los clientes cuya cantidad asciende a los 300,000, que no están georreferenciados en las zonas donde ya hubo un levantamiento de la red realizado por ENEE.(Coordinación GIS, EEH, 2017)

### 2.1.3 Dependencia por obligación

Actualmente la organización cuenta con un portal de búsqueda y contiene un 80% de los clientes geolocalizados. Es en este portal donde se intenta gestionar y distribuir las órdenes de servicio. El portal cuenta con serias limitantes para la empresa distribuidora de servicios de energía, debido a que es un servicio subcontratado y no brinda todas las bondades de un sistema abierto.



**Figura 3. Mapa de portal de búsquedas de subcontratista**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Debido a estas limitantes el personal operativo no puede manipular grandes cantidades de coordenadas de manera simultánea, ni realizar análisis espaciales de información vectorial, y limita grandemente la capacidad de gestión que la empresa pueda tener. Este sistema está disponible utilizando API de Google, y representando con un símbolo, la ubicación geográfica del cliente, sin poder realizar ninguna acción más. Esta problemática ha llevado a la organización a buscar soluciones rápidas y paliativas para no depender de la información que los contratistas posean, que



es necesaria para la operación de la empresa EEH, pero que no puede optar a ella. Existe una profunda preocupación por parte de los directivos para encontrar formas de obtener la información o bien generarla y de esta manera planificar la ejecución de sus estrategias cruciales (Lecturas de medidores y atención de órdenes de servicio)

#### **2.1.4 Cartografía**

Los sistemas GIS de la empresa distribuidora cuentan solamente con 1,990 km<sup>2</sup> de cartografía de los 112,492 km<sup>2</sup>. Se estima que la cartografía necesaria para operar un sistema apto para establecer rutas de redes de distribución y de cartografía básica es de 22,500 km<sup>2</sup>, ya que el resto del territorio son zonas protegidas, reservas forestales, ríos, lagos, lagunas y zonas deshabitadas. Dado lo anterior la empresa carece de los insumos espaciales necesarios para realizar una optimización en sus operaciones, reducir los tiempos e incrementar la efectividad de sus visitas a campo.

Según nuestra área de conocimientos podemos definir que un mapa es una representación total o parcial de la superficie terrestre, que muestra las posiciones y tamaños relativos de ciertos rasgos u objetos en una escala y proyección definida. Para elaborar un mapa base que sea útil para el diseño de rutas se necesita cartografía básica. En este punto se recurrió a universidades, dependencias gubernamentales, organizaciones diversas para seleccionarlas como fuente de información. Concluida la búsqueda, solamente el Instituto de la propiedad (IP) y la plataforma del SINIT contenían la mayor cantidad de cartografía para ser utilizada.

Una vez seleccionada la cartografía base para los mapas generales y específicos se obtuvieron los siguientes hallazgos:

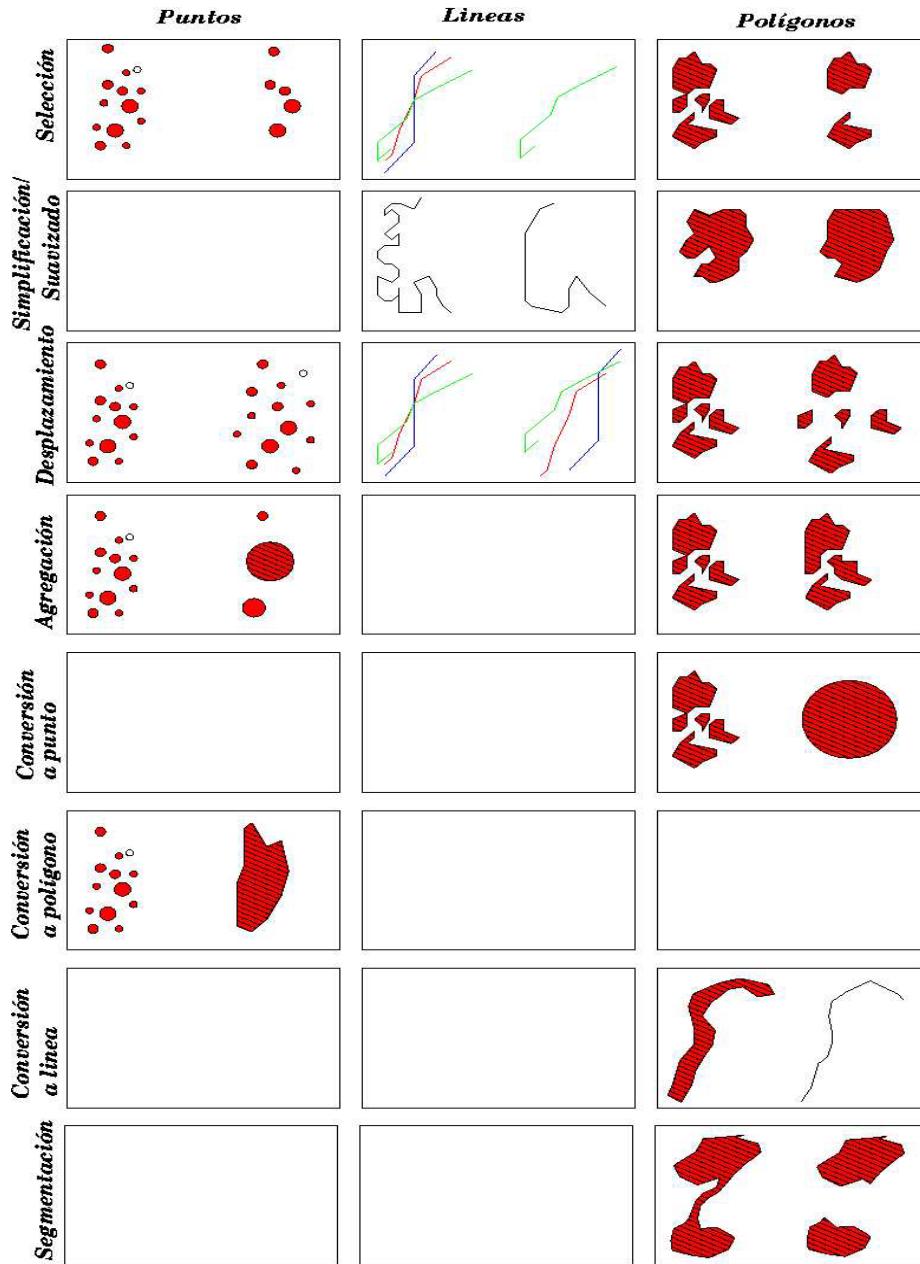
- Delimitación de barrios no definida en ninguna de las instituciones

- Delimitación de municipios y aldeas no coinciden
- No todos los barrios del país se les conoce sus límites
- Cartografía de ejes viales es menor del 40%
- Cartografía de áreas rurales es inexistente
- Mapas bases desactualizados
- Catastros del IP no coinciden con las municipalidades
- Calles no están delimitadas en cuanto al kilometraje de recorrido
- Ejes viales no vectorizados
- Límites de municipios aun en disputa por las autoridades
- Cartografía desactualizada
- No se tienen hojas cartográficas actuales
- Información aislada

La inclusión de todos los elementos antes mencionados es de vital importancia para la preparación de los mapas de ubicación geográfica de calles y vías de acceso para la creación de ejes viales, para cálculos espaciales de rutas y optimización de las ya existentes. En la medida que se cuente con mayor información precisa y confiable, mayor será la posibilidad de integrar los mapas específicos, que deben elaborarse uno por cada tipo de fenómeno vial que se requiera.

Después de los análisis de los datos anteriores se determinó que la cartografía de vías de acceso terrestre deberá crearse a partir de imágenes satelitales actualizadas utilizando el sistema de coordenadas UTM WGS84 Z16n. Cuando se trabaja con cartografía digital es importante separar lo que son los datos espaciales, que deben ser lo más exactos posibles, de su presentación gráfica sometida a generalización (especialmente cuando el objetivo de esta es producir un mapa

en papel). El carácter subjetivo e incluso a veces artístico que muchas veces tiene la generalización cartográfica dificulta enormemente la introducción de funciones de generalización en un GIS o en cualquier otro programa que maneje cartografía digital. Estas deberían compaginarse con las herramientas de producción cartográfica.



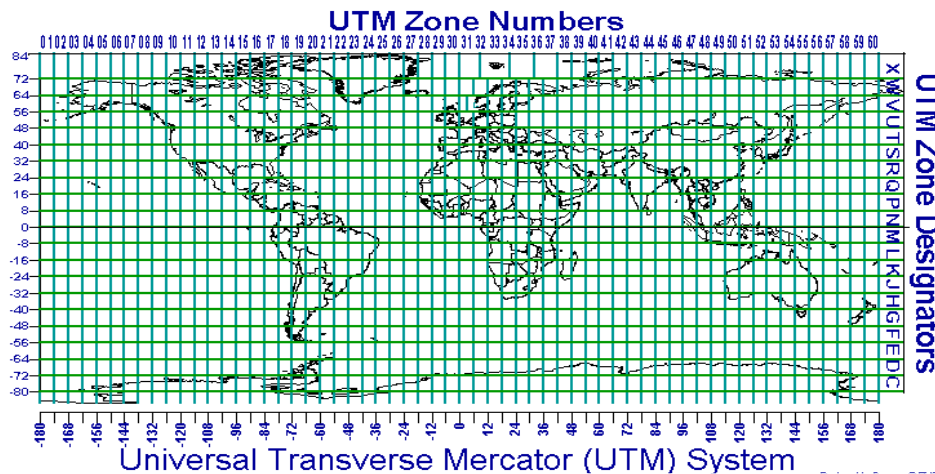
**Figura 4. Sistemas de coordenadas UTM**

Fuente: Maling, D.H. (1991)

### 2.1.5 Sistemas de coordenadas

Maling, D.H. (1999) nos explica que la proyección UTM es una de las más conocidas y utilizadas, entre otros lugares, España. Se trata de una proyección cilíndrica transversa (la generatriz del cilindro no es paralela al eje de rotación sino perpendicular) La representación cartográfica en cada huso se genera a partir de un cilindro diferente siendo cada uno de ellos secante al elipsoide. De esta manera en cada huso aparecen dos líneas verticales en las que no hay distorsiones, entre estas dos líneas las distorsiones disminuyen la escala (distancias y áreas se representan menores de lo que son) hacia fuera de las líneas las distorsiones aumentan la escala (distancias y áreas se representan mayores de lo que son).

Diferentes mapas con diferentes proyecciones han incrementado la relevancia de la cartografía más allá de la mera confección de mapas. El problema fundamental a la hora de abordar una proyección es que no existe modo alguno de representar en un plano toda la superficie del elipsoide sin deformarla, el objetivo va a ser minimizar, en la medida de lo posible, estas deformaciones. Puesto que el efecto de la esfericidad de la superficie terrestre es proporcional al tamaño del área representada, estos problemas sólo se plantean al cartografiar zonas amplias.



**Figura 5. Sistemas de coordenadas UTM**

Fuente: Maling, D.H. (1991)

## **2.2 Teoría de Sustento**

La primera edición de la Guía del PMBOK, fue publicada en 1987 y es reconocida como estándar por el American National Standards Institute (ANSI) en 1998, que es el estándar actual para la gestión de proyectos. La guía del PMBOK constituye un estándar muy importante para dirigir la mayoría de los proyectos. Es un instrumento desarrollado por el Project Management Institute (PMI) y provee un marco de referencia formal que sirve para guiar y orientar a los gerentes de los proyectos mediante la utilización de técnicas y herramientas que permitirá llevar una buena gestión del proyecto para cumplir con los objetivos estipulados. La Guía del PMBOK indica que la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas, si se implementan bien puede tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto.

De acuerdo a la importancia que tiene esta guía se toma como referencia para sustentar el desarrollo de un sistema de información geográfica, dos metodologías que son parte de esta Guía, la Gestión de la calidad del proyecto y la Gestión de los riesgos del proyecto.

### **2.2.1 Análisis de las Metodologías**

#### **2.2.1.1 Gestión de la calidad del proyecto**

La propuesta de la gestión de calidad como metodología viene enfocada al objetivo de mejoramiento en atención al cliente por parte de la empresa de energía eléctrica. Esta gestión proporciona las herramientas que aseguran la mejora continua del proceso, además logrará conseguir los objetivos de reducir el tiempo de ejecución en las órdenes de servicio. Es importante conocer si aparece algún tipo de error para determinar correctamente la validez del trabajo que se realizará con los datos obtenidos mediante GIS. El diagrama de causa- efecto es una herramienta de vital importancia para facilitar el análisis del problema en las órdenes de servicio.

### **2.2.1.2 Gestión de los Riesgos del Proyecto**

La gestión de los riesgos es una excelente herramienta útil y de gran valor para adoptar decisiones respecto al manejo de la optimización de acciones y recursos ante una emergencia, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos en los sistemas de información geográfica.

Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto consisten en disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos que pueden suceder en el proyecto al igual que aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos.

Controlar los riesgos es implementar los planes de respuesta a los riesgos que pueden surgir en los sistemas de información geográfica, dar seguimiento a los riesgos identificados, identificar nuevos riesgos, monitorear riesgos residuales y evaluar su efectividad.

El riesgo que pueda correrse en la ejecución de un proyecto de sistemas de información geográfica, estaría directamente relacionado a la obtención de los datos en campo, dado que no se sabe con certeza, ante que situaciones se estará llegando al lugar del levantamiento. Como se dijo antes, existe una buena proporción de clientes no geo-localizados, y principalmente en el área rural, es muy difícil predecir la situación en que estarán esas áreas, debido al tipo de caminos, existencia de veredas desconocidas, clima adverso, entre otras variables que pueden colaborar en el retraso del proyecto.

El riesgo en el área urbana, principalmente en las ciudades más grandes, como Tegucigalpa, San Pedro Sula, La Ceiba y Choloma, es la existencia de maras y pandillas, que pueden obstaculizar el libre levantamiento de la información o del acceso a sus territorios.

Por la falta de confianza de la población ante hechos pasados, la EEH también está teniendo grandes obstáculos con la misma población, que podría bloquear el levantamiento de la información.

### **2.2.3 Análisis Crítico de las metodologías**

#### **2.2.3.1 Gestión de la calidad del proyecto**

El uso correcto de esta metodología nos garantizara obtener los resultados esperados, tomando en cuenta que cualquier error de los datos geográficos puede restar fiabilidad a los resultados. Ante la importancia que representa disponer de datos geográficos de calidad, el grupo de trabajo sobre la calidad de los datos (Data Set Quality Working Group) del Comité Nacional para los Estándares en Datos Cartográficos estableció una categorización de los parámetros que deben ser tomados en cuenta al momento de obtener los datos geográficos, dichos parámetros se emplean para supervisar posibles errores y para garantizar la operatividad de las bases de datos. Los pasos que seguir en el proceso de calidad son los siguientes:

El uso de las siete herramientas básicas de calidad son herramientas y técnicas que nos pueden ayudar para la solución de problemas atinentes a la calidad

1. Diagramas de Causa - Efecto
2. Plantillas de inspección
3. Gráficos de Control
4. Diagramas de Flujo
5. Histogramas
6. Gráficos de Pareto
7. Diagrama de Dispersión

### **2.2.3.2 Gestión de los riesgos del proyecto**

Lo que se espera obtener con el uso de esta metodología es minimizar los riesgos que se transforman en amenazas para los sistemas de información geográfica. Los riesgos tecnológicos suceden sin previo aviso y por ello se debe hacer una adecuada gestión de riesgos que le permita saber cuáles son las principales vulnerabilidades, estableciendo medidas preventivas y correctivas viables que garanticen mayores niveles de seguridad en su información.

## **2.3 Conceptualización**

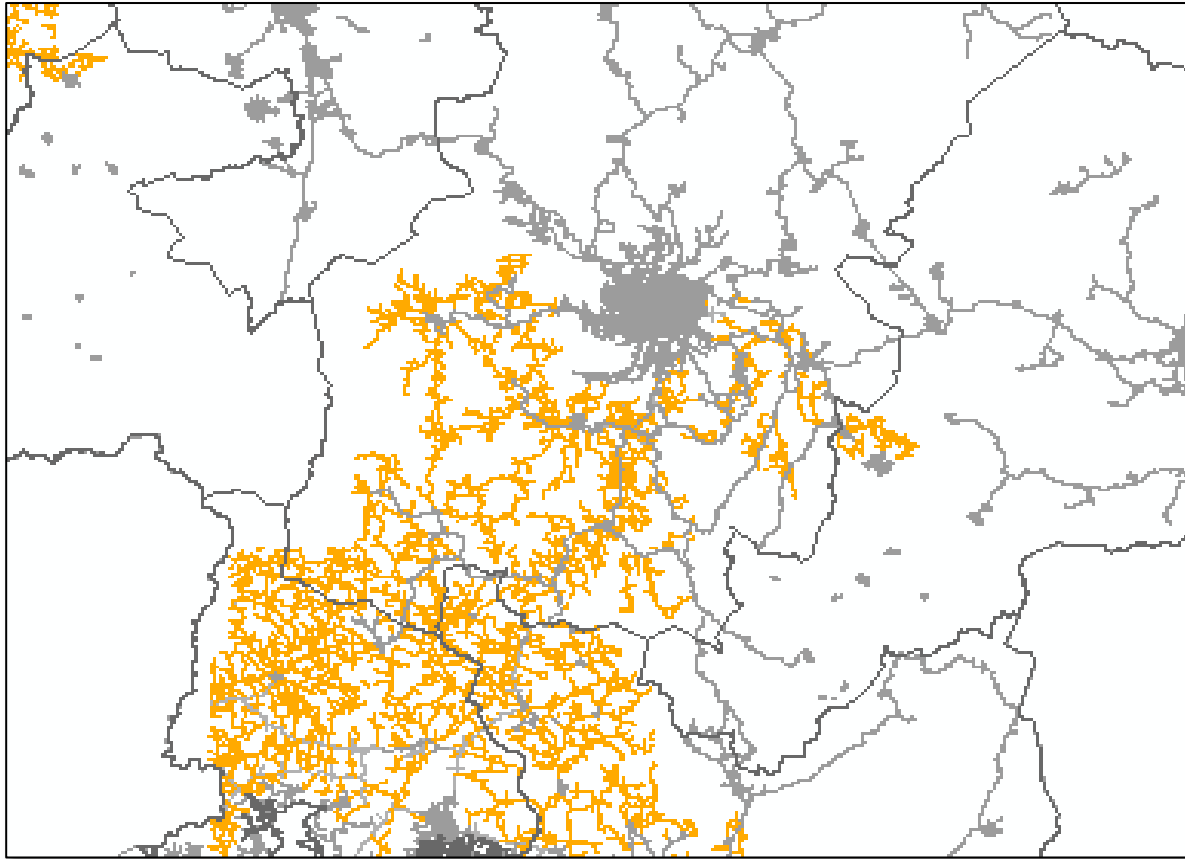
### **2.3.1 Construcción de vías terrestres geográficas**

La construcción de las vías terrestres pasa por dos grandes ítems que serán el corazón de nuestra metodología propuesta para optimizar las rutas y llegar a las ubicaciones de los clientes que tienen solicitud de órdenes de servicio en el tiempo más oportuno.

### **2.3.2 Clasificación de calles y carreteras**

Las calles de la muestra seleccionada se deben cartografiar y dividir en tipos de calles y carreteras según el uso que se les da, el material, grosor y otras variables de impedancia que puedan afectar los cálculos que realizara el sistema GIS de rutas.





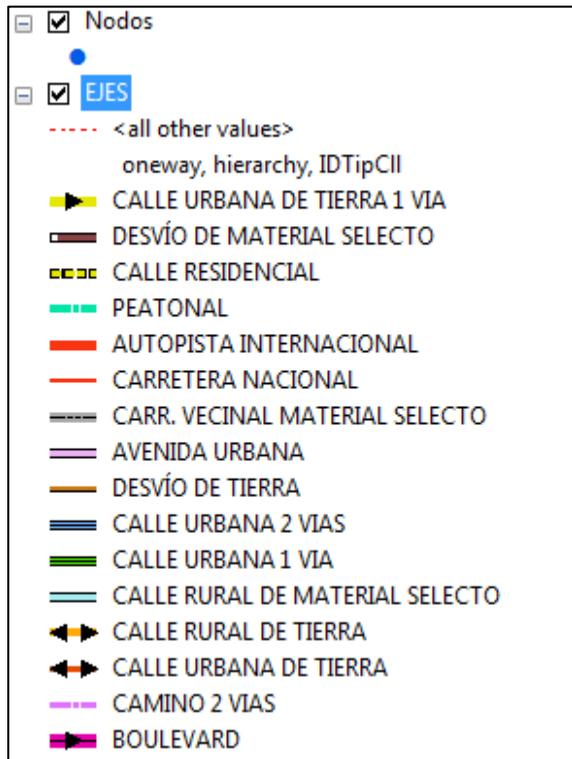
**Figura 6. Clasificación de calles y carreteras**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

### 2.3.3 Ejes viales

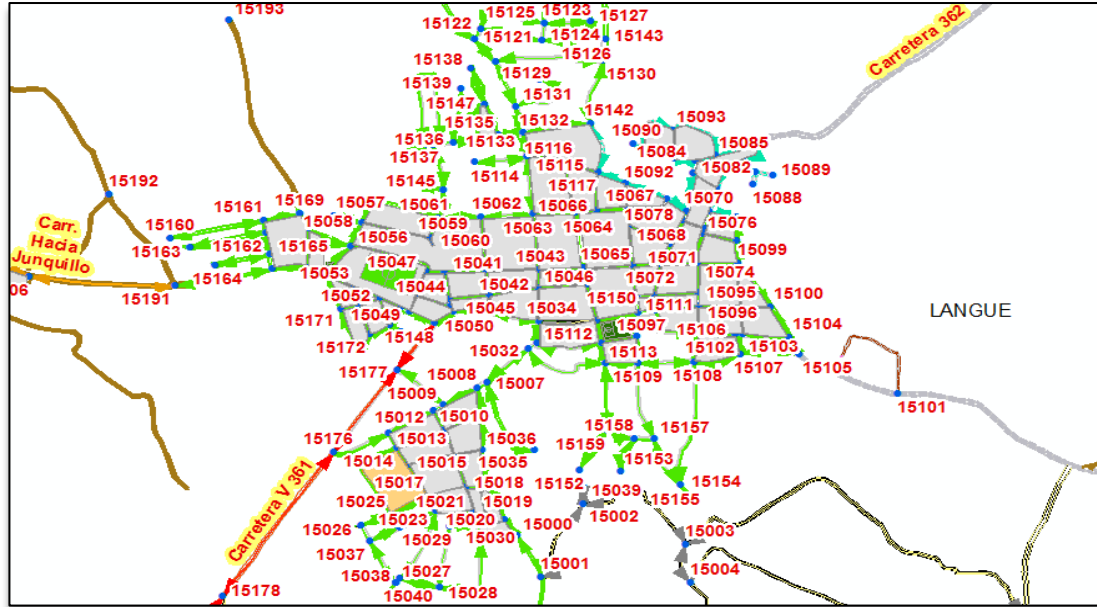
La implementación de los ejes viales consiste en crear y optimizar de rutas terrestres que pueden servir para mejorar los tiempos de respuesta en solicitudes de servicio y en localización de incidencias. Los ejes viales toman en consideración la nomenclatura asignada a las calles en la cartografía y a partir de ello se asignan valores de distancia y tiempo. El trabajo de ejes viales requiere de la elaboración de nodos y la elaboración de los mismos ejes que se conectan de nodo a nodo.

En la siguiente imagen, se le asigna la simbología a cada eje para que corresponda al tipo de calle que se ha identificado en la cartografía.



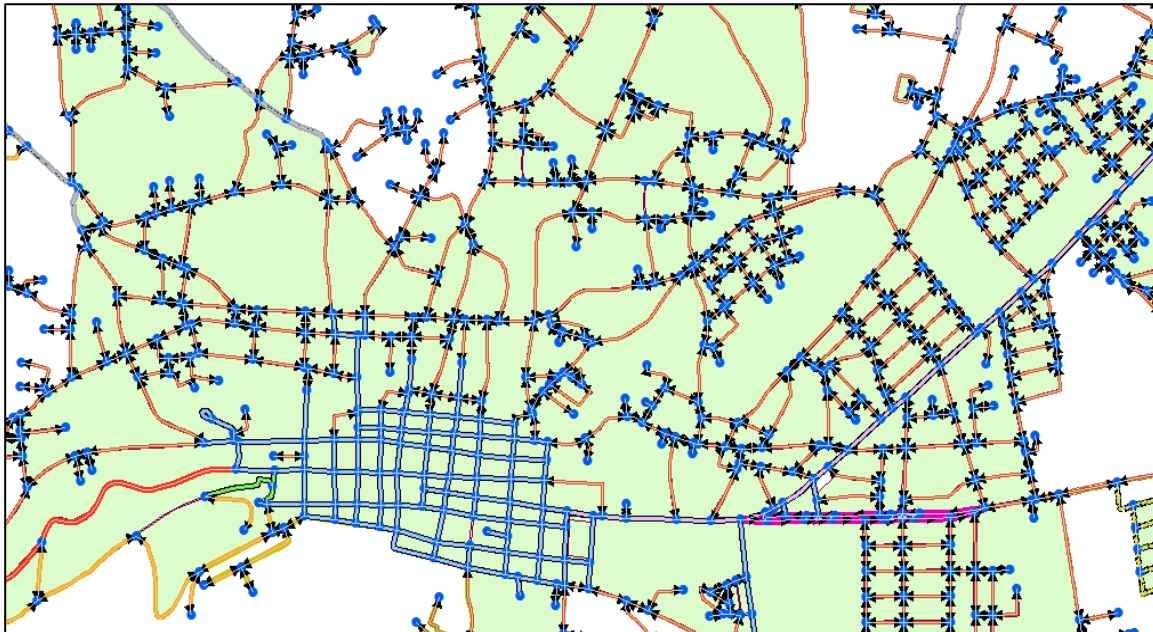
**Figura 7. Simbología de ejes viales**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)



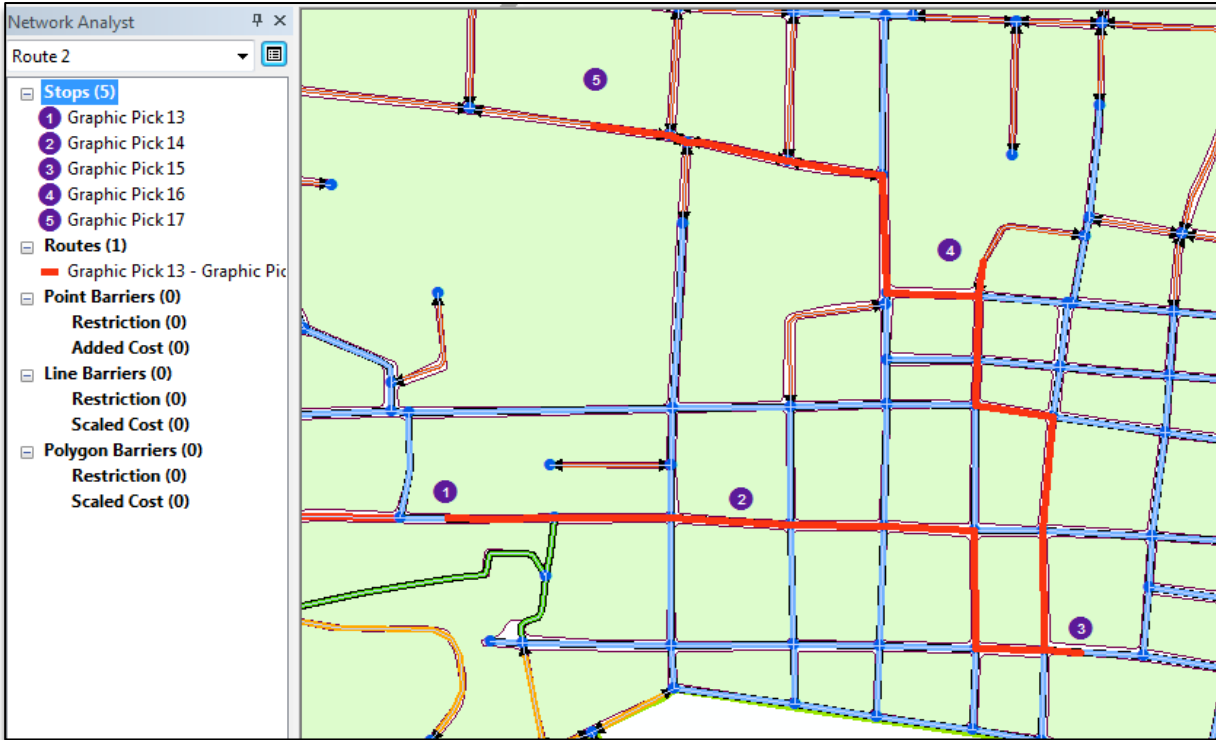
**Figura 8. Nodos de interconectividad**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)



**Figura 9. Ejes viales interconectados y validados**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)



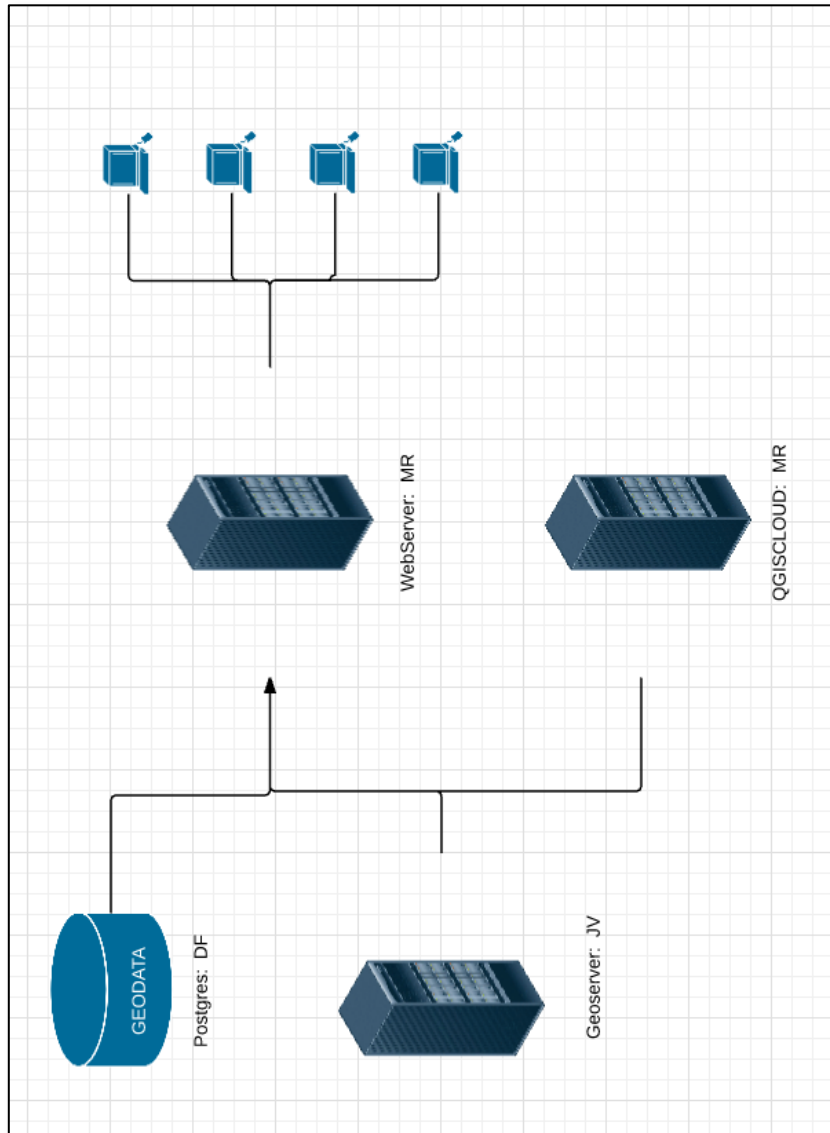
**Figura 10. Pantalla de creación de ejes viales del casco urbano del Distrito Central**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Como se puede observar en la ilustración anterior, una vez creados los ejes viales el sistema tiene la capacidad de brindar rutas óptimas considerando el tiempo y la distancia como variables de impedancia. Nuestro sistema GIS de rutas tendrá capacidades similares a las que tienen los aplicativos Waze o Google Maps, con la ventaja que contará con todas las carreteras, calles, vías, desvíos, calles secundarias, calles vecinales, caminos peatonales, caminos de herradura, etc. Todos estos, con variables de tiempo por metro, permitirán la creación de itinerarios para asignar a las cuadrillas.

### 2.3.4 Arquitectura de sistemas

Para la implementación de esta solución de rutas terrestres optimizadas se propone una arquitectura en infraestructura tecnológica que permita la interconectividad de los servicios webGIS.



**Figura 11. Conectividad de infraestructura tecnológica**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Tal y como se muestra en la ilustración anterior la arquitectura consiste en un servidor web donde se encuentran las aplicaciones, un servidor de mapas “geoserver” cuya plataforma sirve para publicación de mapas, de la misma forma se utiliza una cuenta en qgiscloud para renderizar desde la web otros mapas como un servicio WMS. Finalmente, la base de datos espacial en un postgres SQL.

### 2.3.5 Geo-servicios

Los geos-servicios permiten el acceso a información geográfica a través de estándares y protocolos que permiten su fácil lectura. El geo portal de consultas es una aplicación webGIS desarrollada por la unidad GIS de la empresa distribuidora. La aplicación tiene como objetivo poner a disposición información georreferenciada para agilizar ciertas operaciones internas de la empresa. Entre la información disponible se encuentra la información de clientes y rutas de lecturas, como también se integra información temática producida por entes rectores del país, como el tema del catastro nacional, red vial principal, entre otros.

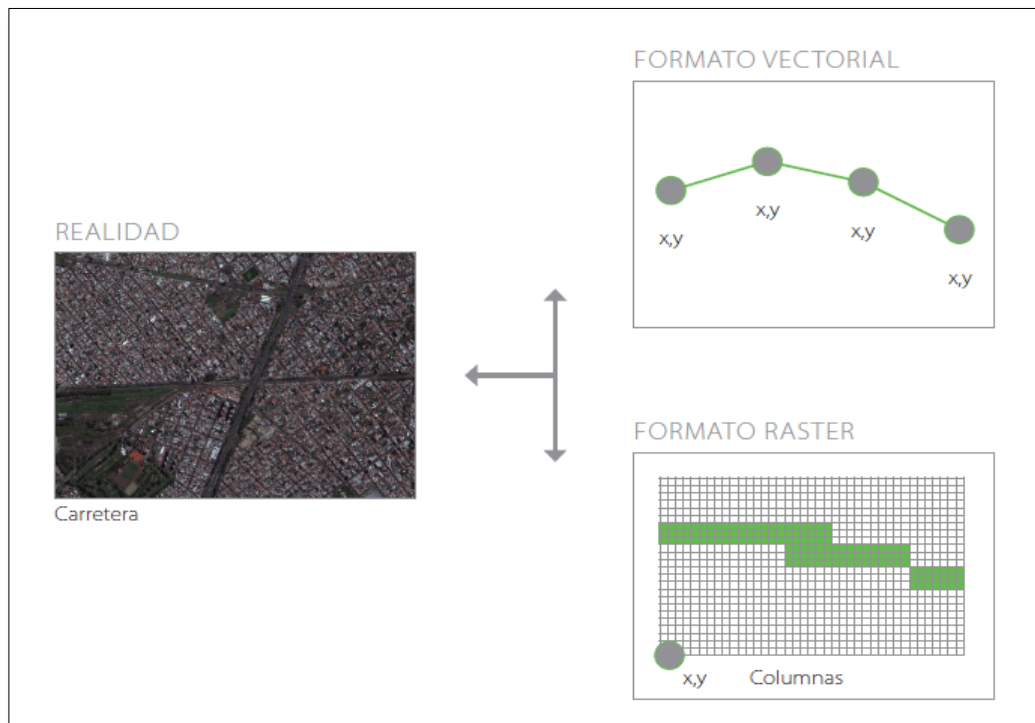
- Servicio WFS “Web Feature Service”, hace posible la descarga de datos geográficos exportándolos con formato “shape” o GML.
- El servicio WCS “Web Coverage Service”, proporciona acceso a la información de datos de tipo ráster e incluso su descarga.
- Servicio de Catálogo “Catalog Service” CSW: Facilita la búsqueda de información geográfica. Un ejemplo: El servicio WPS “Web Processing Service”: Servicio de publicación de procesos geoespaciales en la Web.

Se entiende por procesos cualquier algoritmo, cálculo o modelo, que opere sobre datos espacialmente referenciados tanto en formato ráster como vectorial, de este modo un WPS puede ofrecer cualquier tipo de funcionalidad GIS a través de una red. Existe un plugin en QGIS (WPS Client) que nos permite añadirlos. (López, 2015).

El tipo de servicios que se quiera mostrar en la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) dependerá de las funciones que se desee albergar o aportar al usuario. La plataforma OpenGeo Suite ofrece la posibilidad de desarrollar servicios, tipo por ejemplo WMS, utilizando los datos que se han incorporado en GeoServer. Este, éste permite la implementación y publicación de servicios WFS, WMS, entre otros.

### 2.3.6 Datos espaciales o geográficos

Los datos geográficos se representan a través de dos tipos de formatos: el ráster y el vectorial. En la actualidad, la mayoría de las aplicaciones o software GIS integran soluciones ráster y vectoriales que pueden utilizarse en función de las necesidades.

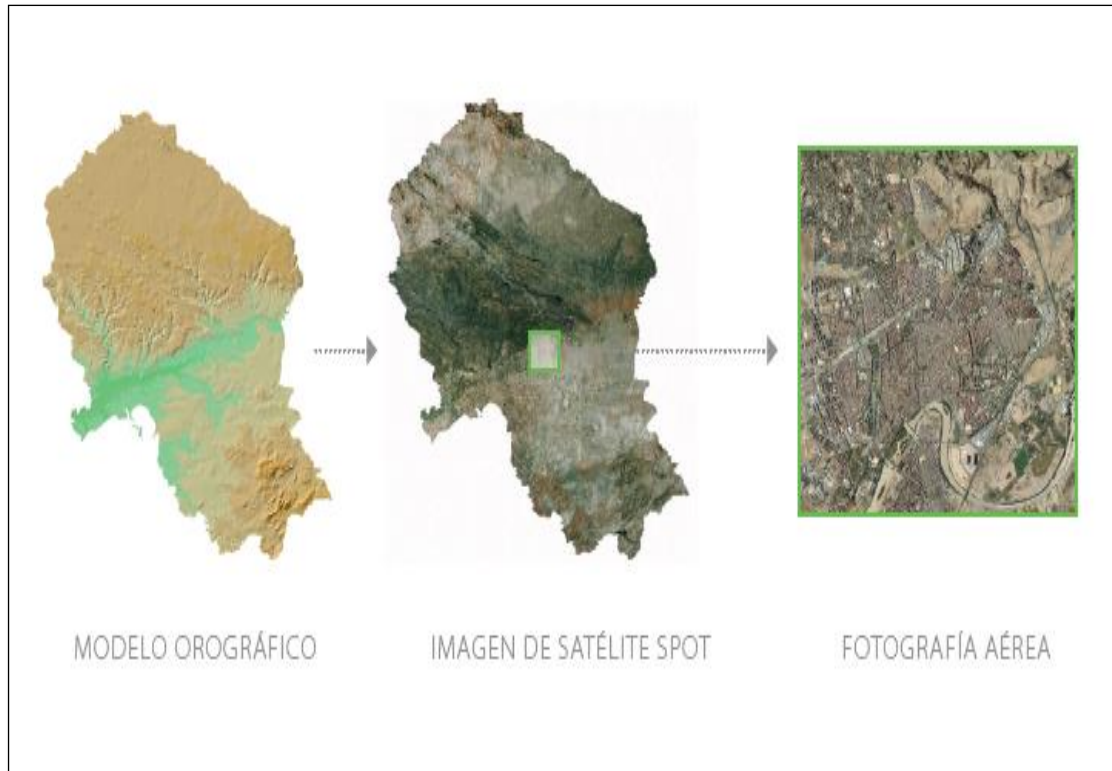


**Figura 12. Datos espaciales**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

### 2.3.7 Ráster

Son imágenes aéreas o satelitales tomadas por aviones, satélites o drones. En lugar de representar los elementos según sus coordenadas X e Y, asigna valores a celdas cuadradas de igual tamaño que cubren sus posiciones. Para cada celda se almacena un valor numérico que representa el valor de un determinado aspecto del mundo real en el interior de dicha celda. Este tipo de formato es muy apropiado para describir características de variación continua como altitud, temperatura, usos de suelo, etc.



**Figura 13. Tipos de ráster**  
Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

### 2.3.8 Georreferenciación

Si queremos ubicar espacialmente cualquier ente u objeto como un punto, una línea, un área o un cuerpo, tenemos que hacer referencia a la “Georreferenciación” que mediante la utilización de un Sistema de satélites que giran alrededor de la tierra denominado Sistema de posicionamiento global (en adelante GPS, por sus siglas en inglés) y de un receptor de GPS, podemos obtener las coordenadas geográficas del elemento a ubicar. Estas coordenadas son conocidas como Longitud, Latitud y Altitud. Para poder representar estas coordenadas en un mapa plano, es necesario que se conviertan a coordenadas planas X e Y que se conoce como “proyección cartográfica”. (ESRI, 2009).



### 2.3.9 GPS y toma de coordenadas

Para poder ubicar la posición de cualquier objeto, hacemos uso del Sistema de satélites que circundan al globo terráqueo, conocido como GPS, este sistema formado por 24 satélites que giran alrededor de la tierra emite señales de radio que son recibidas en la superficie terrestre mediante un receptor de GPS.



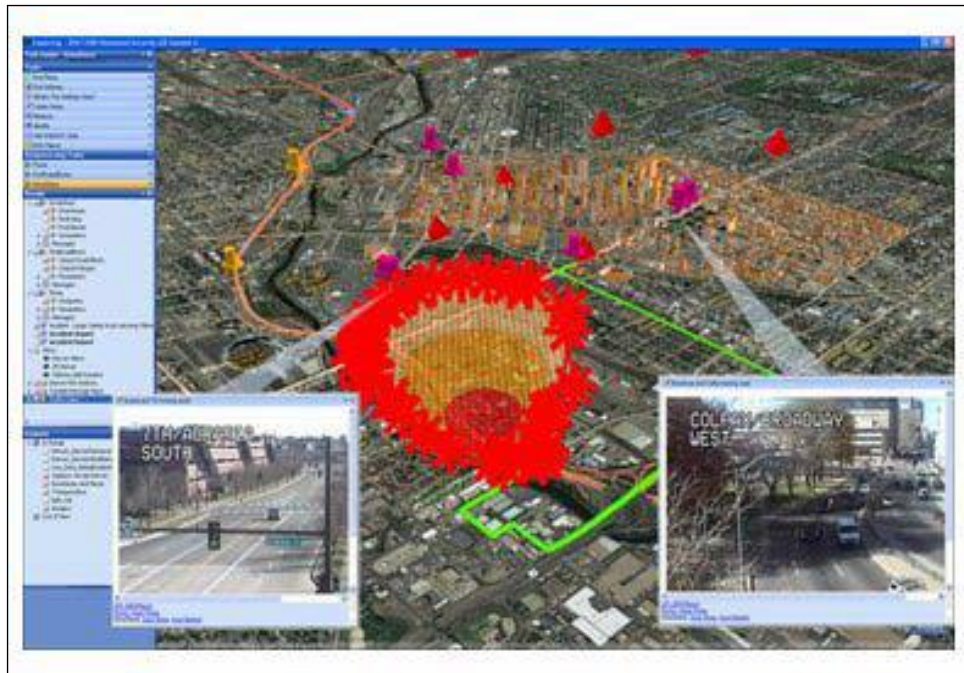
**Figura 14. Sistema de satélites**

Fuente: Letham (2001)

### 2.3.10 Sistemas de Información Geográficos (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) o (GIS) los definió Star y Estes (1990) como “Sistema de Información diseñado para trabajar con datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. En otras palabras, un GIS es a la vez una base de datos con funcionalidades específicas para datos referenciados espacialmente y un conjunto de operaciones para trabajar con los datos”.

Otra definición más reciente es la que nos describe a continuación ESRI (2010), “Un Sistema de información geográfica es un Sistema para la gestión, análisis y visualización de conocimiento geográfico que se estructura en diferentes conjuntos de información”.



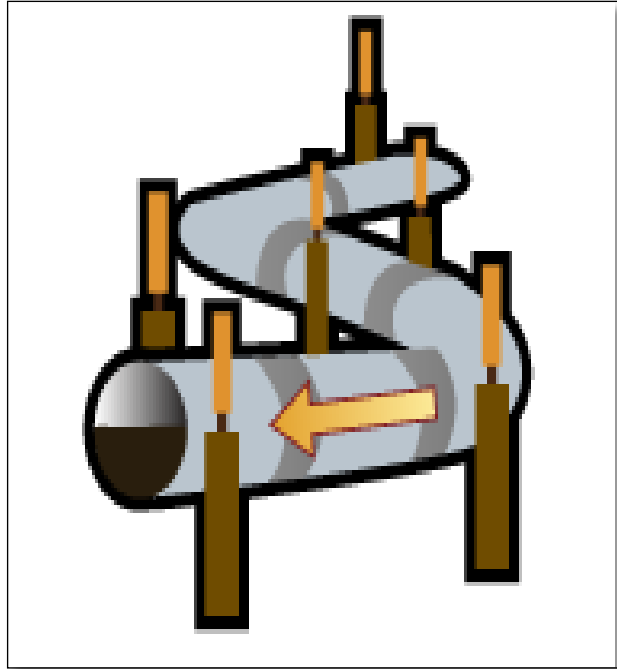
**Figura 15. Vista generada por un sistema de información geográfica**

Fuente: ESRI (2012)

### **2.3.11 Análisis de redes**

Una red se define según ArcGIS (1995-2011) como “Un Sistema de elementos interconectados, con bordes (líneas) y cruces de conexión (puntos), que representa las posibles rutas desde una ubicación a otra”.

Por ejemplo, podemos tener un tendido de líneas de alta tensión que van de una subestación a algún poblado donde la energía fluye en un solo sentido, o una red de tuberías de agua donde también fluye en una sola dirección, otro ejemplo es el envío del petróleo a través de tubería donde la dirección también es única, a este tipo de red se le conoce como del tipo geométrico



**Figura 16. Ejemplo de un recorrido de redes de tuberías de agua**  
 Fuente: ArcGIS (1995-2011)

## 2.4 Planificación de Proyecto GIS

Para obtener las variables a medir y compararlas con los indicadores corporativos fue necesario implementar el Proyecto GIS haciendo uso de las mejores prácticas del PMI, esto de acorde a lo aprendido en la experiencia profesional en el área GIS y lo aprendido a lo largo del estudio de postgrado relacionado con PM.

### 2.4.1 Charter

Nombre del Proyecto		Siglas
GIS DE RUTAS TERRESTRES DE TEGUCIGALPA	GISTTGU	
<b>Descripción del proyecto: Qué, quién, cómo, cuándo y dónde</b>		
Crear un sistema GIS que permita realizar análisis dinámicos de rutas Este sistema se utilizara en centros de operación, atención al cliente y ventanillas de servicio con el objetivo de ordenar la información de los clientes, cartografía y otra información geográfica para un ordenamiento territorial.		

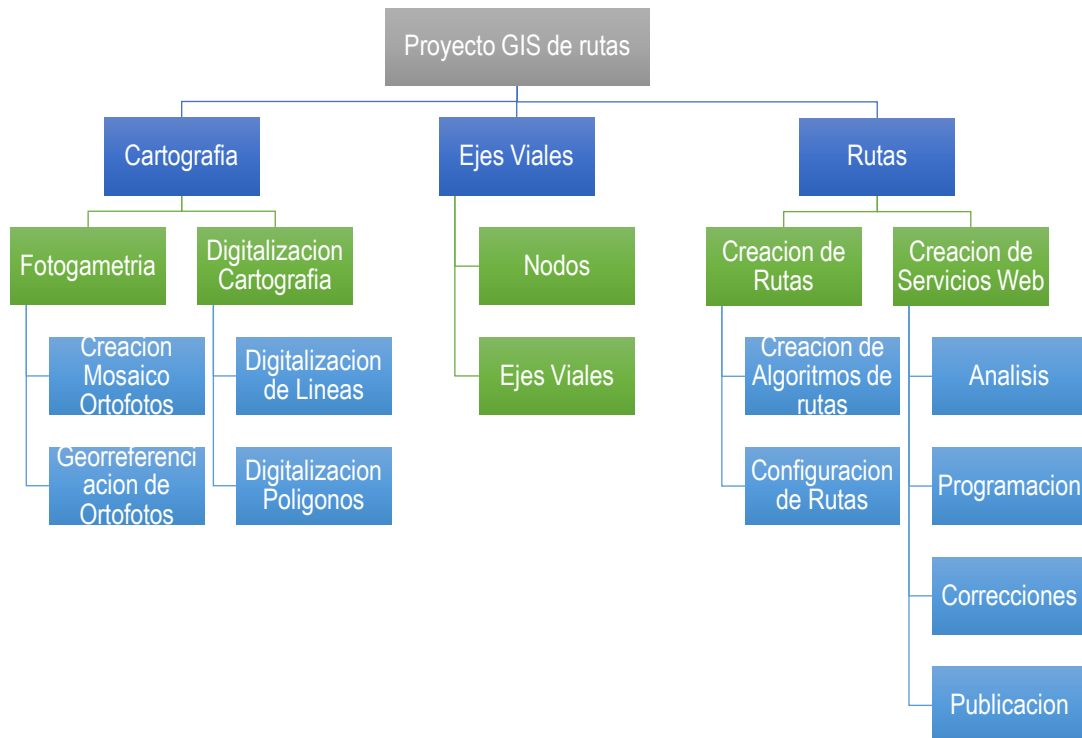
Este proyecto se comenzará en febrero 2017 a finalizar en junio 2017. Se procederá a digitalizar el sistema de información para el departamento de Francisco Morazán y luego continuar con el resto del país	
<b>Definición del proyecto: descripción del producto o servicio o capacidad a generar</b>	
Crear una fuente única de datos geográficos que permita ordenar la información y gestionarla de manera expedita	
<b>Definición de requerimientos del proyecto:</b>	
las áreas encargadas del servicio eléctrico podrán adoptar las medidas eficientes para resolver cualquier problema que afecte el suministro, mejorando la entrega y la mejor calidad de servicio generando una nueva imagen de la empresa.	
<b>Objetivos del proyecto:</b>	
implementación de un sistema de información geográfico de rutas terrestres orientado al sistema eléctrico de distribución permitirá reducir los tiempos de respuesta en las órdenes de servicio	
<b>Justificación del Proyecto</b>	
<b>Cualitativa</b>	<b>Cuantitativa</b>
El proyecto pretende crear facilidades para las cuadrillas al momento de trasladarse a los distintos puntos de la capital en el menor tiempo posible	El proyecto creará información de rutas, calles, avenidas, cartografía básica, barrios y colonias, predios, localización de medidores y diversa información geolocalizada en puntos exactos con delimitación de su área de cobertura
<b>Designación del director de proyecto</b>	
Nombre: Jorge Alejandro Valle	
Consulta a: Santos Montoya, Presidente de Filial No. 3	
Trabaja con: 8 Analistas, 1 auxiliar, 1 desarrollador Web	
Niveles de autoridad: Directrices para comenzar la creación de data geográfica y la captación de información para crear la base de datos.	
<b>Áreas o grupos que intervienen en el proyecto</b>	
<b>Nombre del área</b>	<b>Rol dentro del Proyecto</b>
<b>CGIS</b>	Implementador de prueba piloto
<b>PLANEACION</b>	Supervisora de la ejecución del proyecto
<b>SERVICIO TECNICO</b>	Encargado de generar las métricas de operación
<b>GERENCIA GENERAL</b>	Patrocinador
<b>AREAS OPERATIVAS Y LECTURAS</b>	Usuarios
<b>Principales amenazas del Proyecto</b>	
1) Cancelación del proyecto	
2) Cambio de los directivos	
3) accesos bloqueados	
<b>Presupuesto preliminar del Proyecto</b>	
<b>LPS 1,510,000</b>	

**Tabla 1. Acta de constitución Proyecto GIS**

Fuente: Propia

## 2.4.2 EDT

Proyecto GIS de rutas
<b>Cartografía</b>
<b>Fotogrametría</b>
Creación Mosaico Ortofotos
Georreferenciación de Ortofotos
<b>Digitalización Cartografía</b>
Digitalización de Líneas
Digitalización Polígonos
<b>Ejes Viales</b>
Nodos
Ejes Viales
<b>Rutas</b>
<b>Creación de Rutas</b>
Creación de Algoritmos de rutas
Configuración de Rutas
<b>Creación de Servicios Web</b>
Análisis
Programación
Correcciones
Publicación

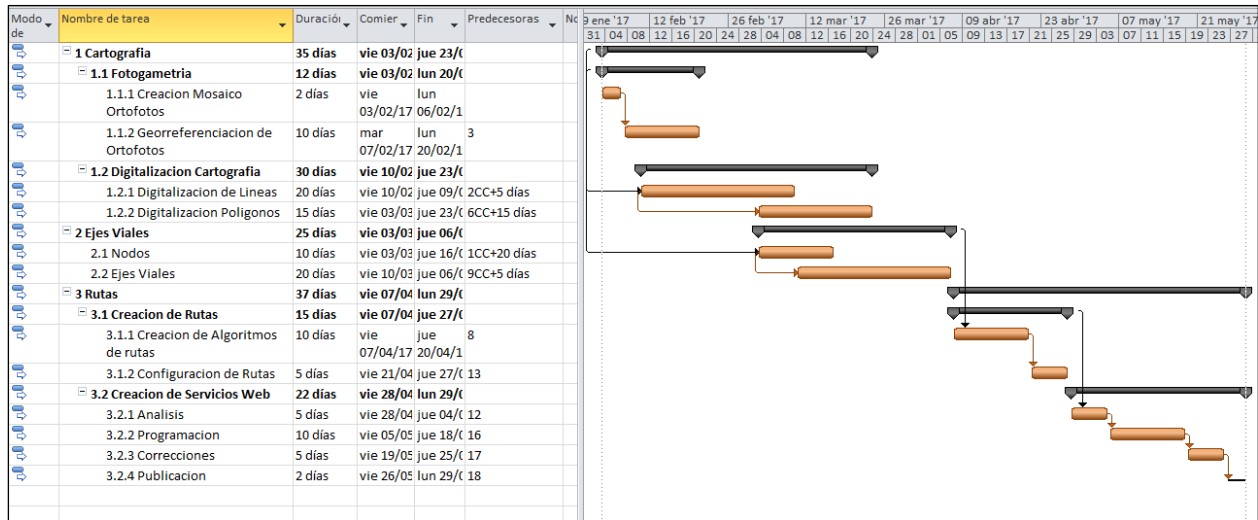


**Figura 17 EDT Implementación GIS de Rutas**

Fuente: Propia

### 2.4.3 Cronograma

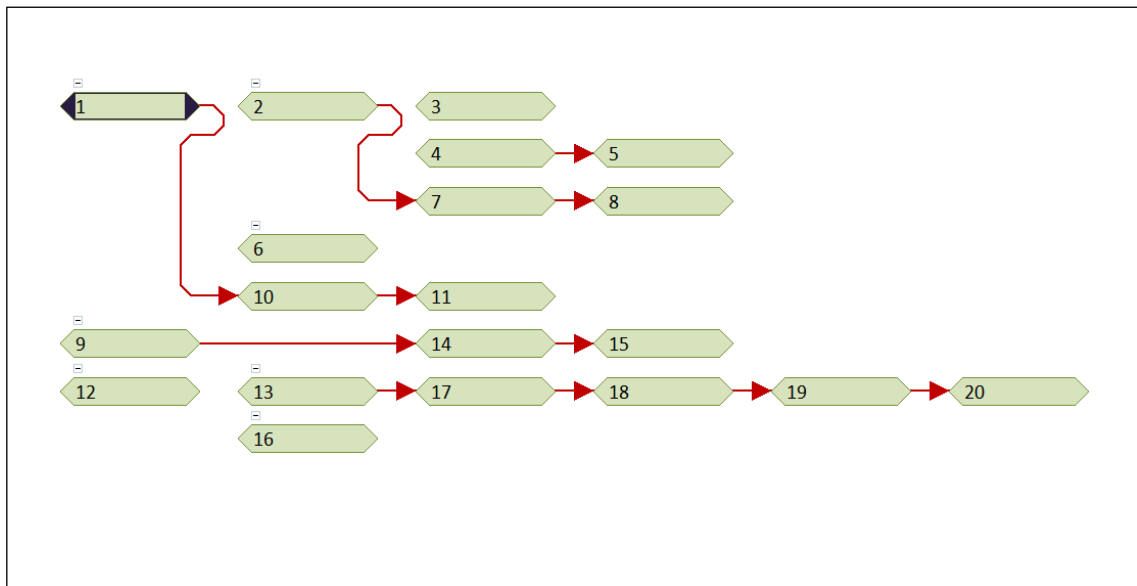
El Proyecto de Rutas está programado para 85 días, tiempo en el cual será entregado e implementado a las áreas operativas mediante de un GeoPortal WebGIS para ser utilizado en la función de atención de Ordenes de servicio.



**Figura 18. Cronograma de Proyecto GIS**

Fuente: Propia

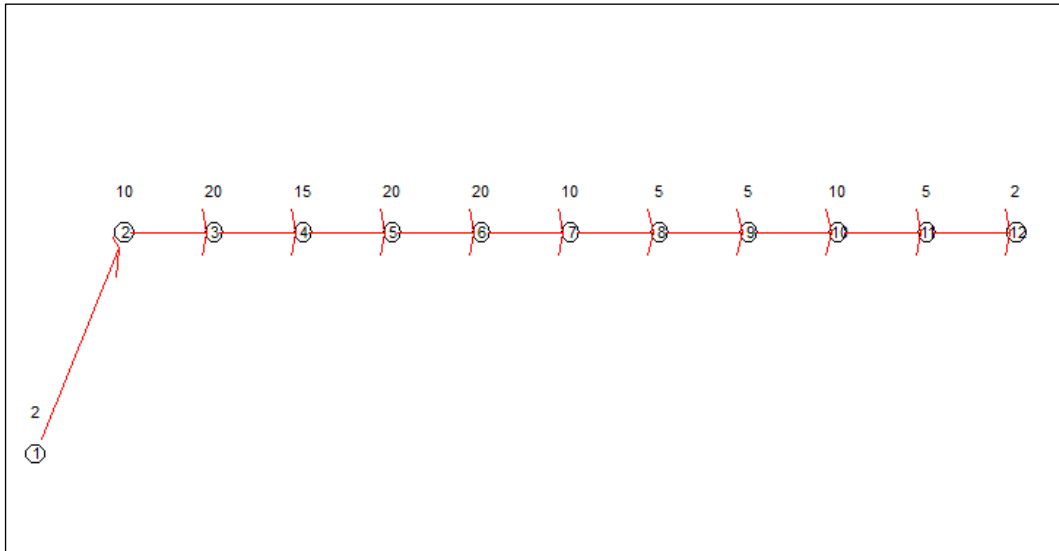
### 2.4.4 Diagrama de red



**Figura 19. Diagrama de Red Proyecto GIS**

Fuente: Propia

En la imagen de abajo se puede observar que la implementación del GIS es totalmente secuencial y cada tarea depende de la anterior, por lo cual la ruta crítica es el cumplimiento estricto de todos los elementos dependientes.



**Figura 20. Ruta crítica proyecto GIS**

Fuente: Propia

### 2.4.6 Interesados

#### Lista de Interesados

Rol general	Stakeholders (Interesados)
Patrocinador	Gerencia General EEH
Contratista	Área GIS
Equipo de Proyecto	Coordinador de Proyecto
	Analistas
	Auxiliares
	Supervisores
	Desarrolladores
Usuarios /clientes	Áreas operativas comerciales
	Servicio Técnico
	Técnicos de lecturas

<b>Proveedores</b>	Enterprise, ElectroSW
<b>Otros involucrados</b>	Cuadrillas Técnicos Supervisores Gerentes

**Tabla 2. Lista de interesados proyecto GIS**

Fuente: Propia

		Poder sobre el proyecto		
		Bajo	Medio	Alto
<b>Interés sobre el proyecto</b>	A favor	Coordinador de Proyecto Analistas Auxiliares Supervisores Desarrolladores	Coordinador de Proyecto Áreas operativas comerciales Servicio Técnico Técnicos de lecturas	Gerencia General EEH
	Normal	Cuadrillas Técnicos Supervisores		Gerentes
	En contra		Enterprise	ElectroSW

**Tabla 3. Matriz poder e interes**

Fuente: Propia

		Impacto sobre el proyecto	
		Bajo	Alto
<b>Influencia sobre el proyecto</b>	Alta	Gerencia General EEH Áreas operativas comerciales Servicio Técnico Técnicos de lecturas	Coordinador de Proyecto Analistas Auxiliares Supervisores Desarrolladores
	Baja	Cuadrillas Técnicos Supervisores	Enterprise ElectroSW

**Tabla 4. Matriz influencia vs impacto**

Fuente: Propia

		Poder sobre el proyecto	
		Baja	Alto



<b>Influencia sobre el proyecto</b>	Alta	Coordinador de Proyecto Analistas Auxiliares Supervisores Desarrolladores Áreas operativas comerciales Servicio Técnico Técnicos de lecturas	Gerencia General EEH Coordinador de Proyecto Gerentes
	Baja	Cuadrillas Técnicos Supervisores	Enterprise ElectroSW

**Tabla 5. Matriz Influencia vs poder**

Fuente: Propia

Involucrado	Interés en el Proyecto	Impacto	Estrategia
<b>Gerencia General EEH</b>	Alto	Alto	Participación en reuniones de planificación, ejecución, control y monitoreo
<b>Área GIS</b>	Alto	Alto	Informe del avance del proyecto, ejecución del presupuesto y avance del proyecto
<b>Coordinador de Proyecto</b>	Alto	Alto	Informe de los avances del proyecto, seguimiento de entregables
<b>Analistas</b>	Alto	Alto	Retroalimentar sobre la ejecución del trabajo asignado
<b>Auxiliares</b>	Alto	Alto	Retroalimentar sobre la ejecución del trabajo asignado
<b>Desarrolladores</b>	Alto	Alto	Retroalimentar sobre la ejecución del trabajo asignado
<b>Supervisores</b>	Alto	Alto	Retroalimentar sobre la ejecución del trabajo asignado
<b>Áreas operativas comerciales</b>	Alto	Alto	Retroalimentar sobre la ejecución del trabajo asignado
<b>Técnicos de Lecturas</b>	Alto	Alto	Retroalimentar sobre la ejecución del trabajo asignado
<b>Gerentes</b>	Alto	Alto	Retroalimentar sobre la ejecución del trabajo asignado
<b>Supervisor de Transporte Materiales</b>	Alto	Alto	Retroalimentar sobre la ejecución del trabajo asignado
<b>Técnicos</b>	Bajo	Bajo	Informe de materiales disponibles y entrega de ellos

**Tabla 6. Estrategia para involucrados**

Fuente: Propia

## 2.4.7 Riesgos

No.	Riesgo	Categoría	Respuesta
1	Cancelación del Proyecto	Riesgo de Fuerza Mayor	Ninguno
2	Cambio de Directivos de la empresa	Riesgo de Fuerza Mayor	Plan de Contingencia
3	Sobrecostos	Riesgos de Obra	Plan de Contingencia
4	Imágenes satelitales desactualizadas	Riesgos convencionales	Plan de Contingencia
5	Catastro desplazado	Riesgos convencionales	Plan de Contingencia
6	Desplazamiento de datos geográficos	Riesgos convencionales	Plan de Contingencia
7	Datos mal Digitalizados	Riesgos de Obra	Plan de Contingencia
8	Falta de retroalimentación de cuadrillas de mantenimiento	Riesgos de Obra	Plan de Contingencia
9	Cambios en topografía no reportados	Riesgos de Obra	Plan de Contingencia
10	Acceso boqueado	Riesgos de Obra	Plan de Contingencia
11	Fallo de los Sistemas	Riesgos convencionales	Plan de Contingencia

**Tabla 7. Identificación de Riesgos de Proyecto GIS**

Fuente: Propia

### 2.4.7.1 Análisis de los Riesgos Cuantitativos

Para nuestro análisis cuantitativo del Riesgo del proyecto se asignaron valores numéricos para la probabilidad y el impacto de cada riesgo, mediante la utilización la matriz probabilidad e impacto. Y se determinara la probabilidad de ocurrencia de los riesgos y el impacto que podrían tener en los objetivos del proyecto:

No.	Riesgo	Probabilidad	Impacto	VME
1	Cancelación del Proyecto	0.50	0.80	0.40
2	Cambio de Directivos de la empresa	0.30	0.40	0.36
3	Sobrecostos	0.50	0.80	0.40
4	Imágenes satelitales desactualizadas	0.50	0.10	0.05
5	Catastro desplazado	0.70	0.10	0.07
6	Desplazamiento de datos geográficos	0.30	0.05	0.02
7	Datos mal Digitalizados	0.30	0.80	0.24
8	Falta de retroalimentación de cuadrillas de mantenimiento	0.90	0.80	0.72
9	Cambios en topografía no reportados	0.70	0.80	0.56

10	Acceso boqueado	0.50	0.40	0.20
11	Fallo de los Sistemas	0.10	0.40	0.04

**Tabla 8. Análisis de riesgos cuantitativos**

Fuente: Propia

### 2.4.7.2 Análisis de los Riesgos Cualitativos

Se hizo evaluó la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto de cada riesgo. Se construyó la siguiente tabla, la que muestra la valoración cualitativa de las probabilidades e impactos de los riesgos, considerando la ocurrencia de eventos en proyectos anteriores:

Probabilidad	Impacto
Muy Alta	Muy Alta
Alta	Alta
Moderada	Moderada
Baja	Baja
Muy Baja	Muy Baja

No.	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Ocurrencia
1	Cancelación del Proyecto	Moderada	Muy Alta	Ejecución
2	Cambio de Directivos de la empresa	Baja	Alta	Ejecución
3	Sobrecostos	Moderada	Muy Alta	Etapa Final
4	Imágenes satelitales desactualizadas	Moderada	Baja	Ejecución
5	Catastro desplazado	Alta	Baja	Ejecución
6	Desplazamiento de datos geográficos	Baja	Muy Baja	Ejecución
7	Datos mal Digitalizados	Baja	Muy Alta	Ejecución

8	Falta de retroalimentación de cuadrillas de mantenimiento	Muy Alta	Muy Alta	Etapa Final
9	Cambios en topografía no reportados	Alta	Muy Alta	Etapa Final
10	Acceso boqueado	Moderada	Alta	Ejecución
11	Fallo de los Sistemas	Muy Baja	Alta	Ejecución

**Tabla 9. Análisis de riesgos cualitativos**

Fuente: Propia

### 2.4.7.3 Mapa de Riesgos

En base a los análisis cuantitativos y cualitativos de los ítems anteriores, se tipificaron los riesgos atendiendo su valoración:

No.	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Valor	Tipo
1	Cancelación del Proyecto	5	8	4	Alto
2	Cambio de Directivos de la empresa	3	4	3.6	Alto
3	Sobrecostos	5	8	4	Alto
4	Imágenes satelitales desactualizadas	5	1	0.5	Bajo
5	Catastro desplazado	7	1	0.7	Bajo
6	Desplazamiento de datos geográficos	3	0.5	0.2	Bajo
7	Datos mal Digitalizados	3	8	2.4	Alto
8	Falta de retroalimentación de cuadrillas de mantenimiento	9	8	7.2	Alto
9	Cambios en topografía no reportados	7	8	5.6	Alto
10	Acceso boqueado	5	4	2	Moderado
11	Fallo de los Sistemas	1	4	0.4	Bajo

**Tabla 10. Mapa de Riesgos**

Fuente: Propia

### 2.4.7.4 Matriz de Administración de Riesgos

Para crear la Matriz de Administración de Riesgos se creó la valoración siguiente:

Probabilidad	Valoración	Estrategia
Alta	2.4 - en adelante	Reducir
Moderada	1 - 2.3	Reducir
Baja	0 - 1	Reducir/Aceptar

No	Riesgo	Tipo	Respuesta	Plan de Contingencia	Responsable
1	Cancelación del Proyecto	Alto	Aceptar	N/A	
2	Cambio de Directivos de la empresa	Alto	Reducir	Firmar convenios de compromiso y cooperación durante el plazo del proyecto	Director de Proyecto
3	Sobrecostos	Alto	Reducir	Elaborar un plan de acción para reutilizar recursos a fin de completar el año fiscal dentro del presupuesto	Director de Proyecto
4	Imágenes satelitales desactualizadas	Bajo	Reducir/Aceptar	Utilizar mapas de lotificadoras de provisión de servicio	Cuadrillas
5	Catastro desplazado	Bajo	Reducir/Aceptar	Utilizar medidas especiales de matrícula de titular de la tierra	Analistas
6	Desplazamiento de datos geográficos	Bajo	Reducir/Aceptar	Trabajar con imágenes satelitales de varias fechas	Analistas
7	Datos mal Digitalizados	Alto	Reducir	Creación de Scripts de validación de Geometrías y Trigger Geográficos en las bases de datos	Analistas
8	Falta de retroalimentación de cuadrillas de mantenimiento	Alto	Reducir	Elaborar acuerdos con directivos operativos para garantizar la retroalimentación de cambios	Director de Proyecto
9	Cambios en topografía no reportados	Alto	Reducir	acuerdos con directivos gubernamentales para incluir en las funciones habituales este proceso	Director de Proyecto

10	Acceso boqueado	Moderado	Reducir	Gestionar los accesos con TI, usuarios de respaldo SU	Supervisor
11	Fallo de los Sistemas	Bajo	Reducir/Aceptar	Sistemas de backups	Desarrollador

**Tabla 11. Matriz de administración de riesgos**

Fuente: Propia

## **CAPITULO III. METODOLOGIA**

En este capítulo se describe la congruencia metodológica, el enfoque, los métodos, diseño de la investigación, se determinó la población objetivo y la muestra que sirvió para realizar el análisis, unidad de análisis, técnicas e instrumentos aplicados y las fuentes de información que sirvieron de base para realizar la investigación.

### **3.1 Enfoque de la Investigación**

Se realizó una investigación de tipo cuantitativo, en dos fases:

La primera se dedicó al desarrollo e implementación de un Sistema de Información Geográfico (GIS), que cumpliera con los requerimientos descritos en la sección de Conceptualización y se ejecutara de forma óptima, atendiendo la implementación y seguimiento de los parámetros que se relacionaban con la gestión de la calidad y riesgos de un proyecto.

La segunda fase se enfocó en obtener información del GIS desarrollado, para generar variables que pudieran verificar que el tiempo de respuesta de atención a un servicio requerido, baja considerablemente, si es atendido bajo el amparo de una ruta terrestre, generado por el GIS.

### **3.2 Diseño de la investigación**

Se utilizó una investigación no experimental y correlacional – causal. Es de tipo no experimental porque no hay una manipulación deliberada de variables, observando el desarrollo económico mediante la generación de empleo e ingreso. Es correlacional-causal porque se buscó una relación entre la baja del tiempo de respuesta a las órdenes de servicio de acuerdo al uso de una ruta crítica (Cantidad de clientes, cantidad de nodos y ejes viales, con el tipo de vías terrestres y con la geolocalización del suministro).

### 3.3 Congruencia metodológica

#### 3.3.1 La matriz metodológica

La matriz es un cuadro comparativo y disgregado en el que se contemplan los indicadores e ítems más relevantes de la investigación.

**Tabla 12. Operacionalización de variables**

Titulo	Problema	Pregunta de investigación	Objetivo General	Objetivo Especifico	Variable independiente	Variable dependiente
<b>Reducir el tiempo de respuesta de órdenes de servicio en una empresa de energía eléctrica mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de rutas terrestres</b>	Cantidad de tiempo muy extenso para atender las solicitudes de servicio debido a la problemática de no contar con las rutas eficientes para llegar a la posición geográfica donde se encuentra la anomalía reportada por el cliente.	¿Permiten la implementación de un sistema de información geográfica de rutas terrestres reducir el tiempo de ejecución en las órdenes de servicio en la empresa distribuidora de energía?	Probar que la implementación de un sistema de información geográfico de rutas terrestres orientado al sistema eléctrico de distribución permitirá reducir los tiempos de respuesta en las órdenes de servicio. Verificar que la implementación de un GIS impacta de forma directa en reducir los tiempos de respuesta en las órdenes de servicio y resolución de incidencias	Crear un catálogo actualizado de información geográfica	Ordenes de servicio solicitada por los Clientes (Cuantitativa)	<b>Tiempo de ejecución de órdenes de servicio</b> (Cuantitativa)
				Crear la cartografía básica de los lugares donde se implementen las rutas con variables de impedancia que distingan las calles y tiempo de recorrido en las mismas.	Geo-localización de suministros (Cualitativa)	
				Crear rutas y ejes viales de todo el país, haciendo mayor énfasis en los cascos urbanos.	Rutas terrestres (Ejes viales, nodos) (Cualitativa)	

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)



### **3.4 Identificación de variables**

#### **3.4.1 Tiempo de ejecución de órdenes de servicio**

Es el tiempo que demora una cuadrilla en llegar a la localidad del cliente, encontrar el suministro, atender la solicitud de servicio y desplazarse a la siguiente orden de servicio (Clientes más cercanos).

#### **3.4.2 Clientes**

Clientes activos existentes en la base de datos comercial con solicitudes de servicios pendiente.

#### **3.4.3 Geo-localización del suministro**

Posición geográfica exacta del cliente en el sistema de coordenadas, grados decimales o UTM Mercator.

#### **3.4.4 Rutas terrestres**

Los tipos de vías terrestres contemplan las vías de acceso y los ejes viales. Los tipos de vías terrestres son conocidas como calles y carreteras. Estas se clasifican en:

- Calles urbanas
- Avenidas
- Calles de tierra
- Caminos
- Calle de herradura
- Carretera internacional
- Carreteras nacionales
- Carreteras vecinales
- Carreteras de material selecto
- Desvíos
- Desvíos de tierra
- Autopistas urbanas
- Boulevares
- Calles adoquinadas

### 3.4.5 Nodos

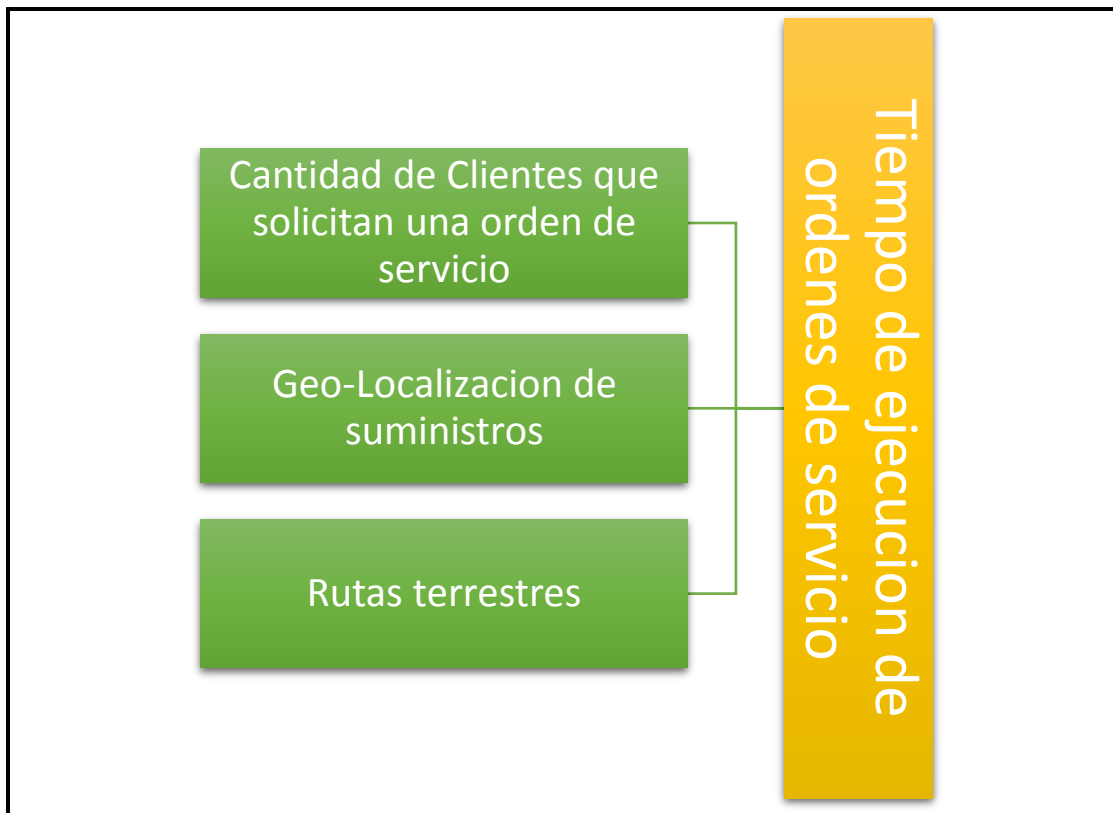
Puntos de bifurcaciones, interconexiones o derivaciones de una vía terrestre los cuales permiten crear una malla geométrica mediante la cual se interconectará los ejes viales.

### 3.4.6 Ejes viales

Vías de comunicación que nos describen los nombres de las calles y la cantidad de vías (una vía o doble vía) por las cuales se puede circular a distintas velocidades dependiendo de las impedancias.

## 3.5 Relación entre variables

### 3.5.1 Diagrama Sagital



**Figura 21. Diagrama sagital**

Fuente: (Propia)

### 3.6 Operacionalización de las Variables

Tabla 13. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de Medición
<b>Tiempo de ejecución de órdenes de servicio (OS)</b>	Es definida como el tiempo que demora una cuadrilla en llegar a la localidad del cliente, encontrar el suministro, atender la solicitud de servicio y desplazarse a la siguiente	Calculando la diferencia de la fecha y hora de asignación de las solicitudes de servicio y sus resoluciones que se obtienen por medio del sistema de bitácoras que posee la empresa.	Cantidad de órdenes de servicio atendidas en 8 horas de jornada diarias por cuadrilla	Numérica
<b>Cantidad de clientes que solicitaron la OS</b>	Clientes activos existentes en la base de datos comercial	Mediante la revisión de los reportes que se obtienen por medio del sistema de bitácoras que posee la empresa.	Cantidad de clientes con solicitudes de servicios pendiente	Numérica
<b>Geolocalización de suministros</b>	Posición geográfica exacta del cliente en el sistema de coordenadas, grados decimales o UTM Mercator.	Verificar la cantidad de clientes con coordenadas geográficas por medio de la base de datos	Exactitud de la coordenada	Numérica
<b>Rutas terrestres</b>	Está definido como las rutas de acceso y los ejes viales conocidos como calles y carreteras	Digitalización de cartografía básica con calles y carreteras y la creación de una red geométrica de nodos y ejes viales	Rutas e itinerarios	N/A

Fuente: (Propia)

### 3.7 Hipótesis

#### 3.7.1 Hipótesis de investigación

- Cantidad de Clientes con órdenes de servicio en espera a ser atendidas

H1: El tiempo de respuesta a la atención de una Orden de Servicio, solicitada por un cliente de una empresa de distribución eléctrica, se reduce significativamente, haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico (SIG).

H0: El tiempo de respuesta a la atención de una Orden de Servicio, solicitada por un cliente de una empresa de distribución eléctrica, NO se reduce significativamente, haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico (SIG).

### **3.8 Población**

La población de esta investigación abarcó un total de 212,928 casos de Órdenes de Servicio Resueltas (OSR), solicitadas por los clientes de una empresa de energía eléctrica a nivel de país, Honduras.

### **3.9 Muestra**

Para este estudio se utilizó un muestreo de conveniencia o por selección intencionada, esto debido a que el proyecto de la creación del GIS de rutas tenía cubierto en su gran mayoría al área de Tegucigalpa y estas contaban con el mayor detalle de indicadores.

La muestra de esta investigación se basó en las solicitudes de servicio atendidas en Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, atendidas desde el mes de enero de 2017 al mes de abril de 2018. Esta muestra llega a un total de 25,554 casos registrados en el repositorio de datos de Órdenes de Servicio Resueltas (OSR, denominada por la empresa como PRM, que equivale a Fecha envío a campo menos la fecha ejecutada), de la empresa de energía eléctrica, bases de este estudio. Esta muestra de casos representa un 12% de la población total, porcentaje que le representatividad de la población.

### **3.10 Unidad de Análisis**

La unidad de análisis del estudio fue la orden de servicio ejecutada en tiempo medida en minutos.

### **3.11 Instrumentos de Medición**

- Revisión de informes, Tabla de indicadores, Itinerarios

### **3.12 Fuentes de Información**

Las fuentes consultadas fueron de clasificación primaria y secundaria:

#### **3.12.1 Fuentes Primarias**

- Data generada por el SIG
- Reportes de avance del proyecto SIG
- Indicadores corporativos comerciales

#### **3.12.2 Fuentes Secundarias**

- Información externa de experiencias con GIS (Otras instituciones, otros países)

## CAPITULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS

Esta investigación se ha desarrollado en dos partes:

1. Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que tiene carácter descriptivo, sin planteamiento de hipótesis, por ser un proyecto en sí.
2. Constatar que, el uso del sistema desarrollado incide en bajar los tiempos de ejecución de órdenes de servicio solicitados por los clientes.

La primera, consiste en el desarrollo de un sistema de información geográfica, de apoyo a una empresa de energía eléctrica, para optimizar sus procesos, sus tiempos de respuesta de atención al cliente, mejorar sus canales de distribución, conocer sus activos y mantener actualizada toda la información correspondiente a Cartografía Básica, Catastro, Barrios y Colonias, Información Geográfica Comercial y Geo servicios.

Actualmente, cada una de estas áreas tiene proyectos en ejecución.

- La cartografía básica se dirige a completar del resto del país, enfocándose en áreas en donde se carece de esta información.
- El área de catastro, que se ha enfocado en revisar y completar la información predial en las áreas ya catastradas disponibles.
- El área de barrios y colonias que ha buscado completar y actualizar las coberturas poligonales de barrios y colonias.
- El área de información geográfica comercial, que se ha enfocado en realizar la cobertura poligonal de libros y sistemas.

- El proyecto de Geo servicios, que se mantiene en una mejora continua. En este mismo, se han desarrollado un Geo Portal y sistemas Web SIG (GIS por sus siglas en inglés) que facilitan la consulta de datos georreferenciados.
- El proyecto de ejes viales, que se diseñó con el objetivo de crear y optimizar rutas terrestres para mejorar los tiempos de respuesta en solicitudes de servicio y en localización de incidencias.
- Por último, se menciona el proceso de la creación de rutas comerciales y ejes viales (y nodos) que contribuyen a la creación de rutas terrestres óptimas para apoyar el sistema de órdenes de servicio demandados por la población y que son parte medular de esta investigación.

En esta investigación se ha prestado una mayor atención a las variables definidas en la matriz metodológica, que son las referidas a la cartografía básica, la información geográfica comercial y las rutas comerciales, que son parte de un GIS, y a verificar que el uso de este sistema influye positivamente en la reducción del tiempo de ejecución de las ordenes de servicio que los clientes demandan a la empresa.

#### **4.1 Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (GIS)**

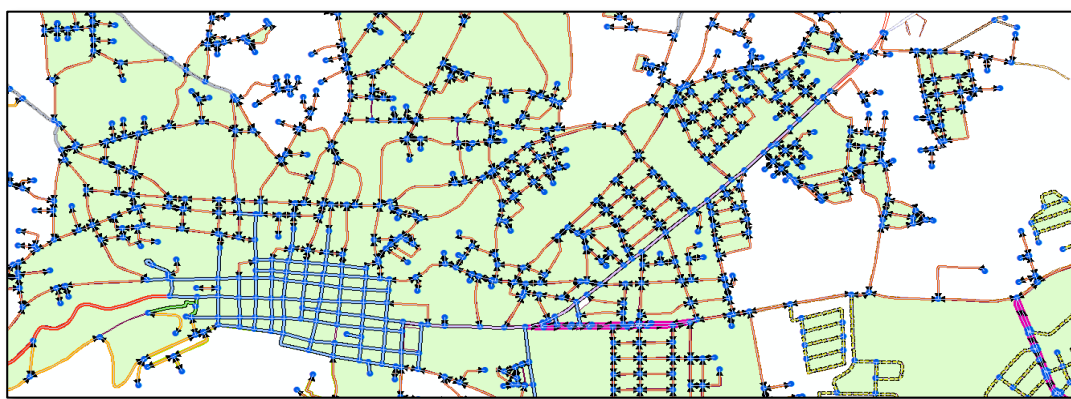
En esta sección se presentan los procesos y resultados obtenidos desde el diseño hasta la implementación de un GIS. Se consideró importante mostrar cada uno de estos procesos para constatar el proceso que conllevó a que la empresa de energía eléctrica cuente con un Sistema de Información Geográfica que se espera será de gran apoyo para mejorar su operatividad y eficiencia.

Es importante mencionar que para la construcción e implementación del GIS se trabajó en base a Proyectos. Cada uno de ellos implica un diseño, una planificación de actividades, recursos humanos, financieros y tecnológicos, y según la Guía de PMBOK se dio seguimiento a las variables que implican la gestión de la calidad y la gestión del riesgo.

#### **4.1.1 Proyecto Ejes Viales**

El proyecto de ejes viales inició en el mes de noviembre de 2017, con el objetivo de crear y optimizar de rutas terrestres para mejorar los tiempos de respuesta en solicitudes de servicio y en localización de incidencias. Como se puede observar en la Figura 7, se le asignó la simbología a cada eje vial para que correspondiera al tipo de calle identificado en la cartografía.

Los ejes viales tomaban en consideración la nomenclatura asignada a las calles en la cartografía y a partir de ello se asignaron valores de distancia y tiempo. El trabajo de ejes viales requirió de la elaboración de nodos y la elaboración de los mismos ejes que se conectan de nodo a nodo.



**Figura 22. Vista de ejes viales en La Esperanza, Intibucá**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)



A continuación, se muestra una tabla que presenta la producción de nodos viales, a nivel nacional.

**Tabla 14. Nodos de interconectividad**

<b>PRODUCCIÓN NODOS VIALES</b>		
<b>Departamento</b>	<b>Cantidad Nodos</b>	<b>Cantidad Ejes</b>
Valle	1,755	1,880
Santa Bárbara	686	400
Intibucá	5,727	7,290
Lempira	779	991
Ocotepeque	399	471
Cortés	26,483	37,615
Choluteca	2,382	2,779
Francisco Morazán	7,596	9,746
Atlántida	1,418	1,793
Yoro	3,022	4,499
Colón	1,806	2,638
Comayagua	287	463
<b>TOTAL</b>	<b>52,340</b>	<b>70,565</b>

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

#### **4.1.2 Proyecto Rutas de Lectura**

Durante el mes de febrero de 2018, se le dio continuidad al proyecto de rutas explicado en la sección anterior. Este consiste en brindar a EEH una forma más eficiente de realizar las lecturas, y de esta manera optimizar los recursos de la empresa.

Por medio de la extensión de Network Analyst en ArcGIS, se insertaron los clientes de cada libro y se generaron las rutas óptimas para lectura. La generación de estas rutas fue posible debido a la elaboración previa de ejes viales. A continuación, se muestran algunas ilustraciones que muestran el producto final de las rutas y el proceso utilizado.



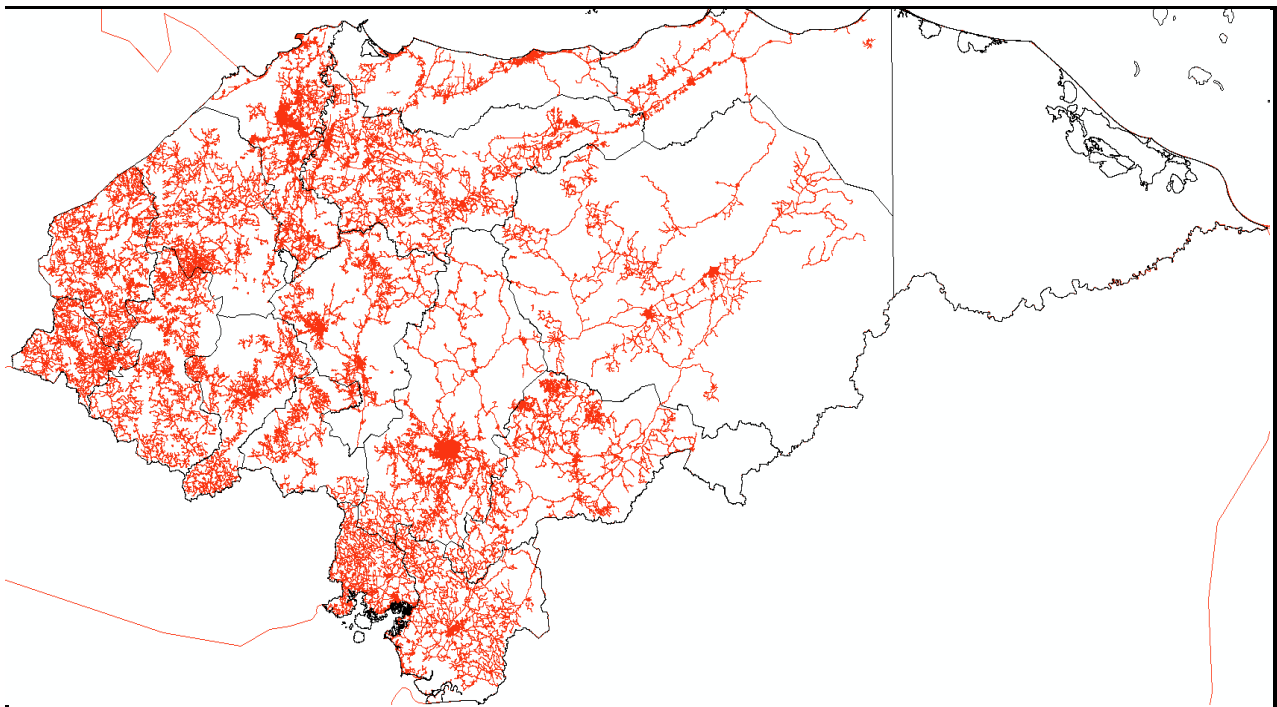
**Figura 23. Vista de los clientes de un libro con su ruta y secuencial correspondiente**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Con este proceso de producción la Coordinación GIS ha logrado enrutar la cantidad total de 952,233 clientes, equivalentes a un total de 4,757 libros comerciales.

### 4.1.3 Proyecto Cartografía Básica

Como parte fundamental para mejorar la información georreferenciada, los procesos operativos y funcionales dentro de la empresa, se desarrolló el proyecto de cartografía básica. Las actividades han consistido en la elaboración de cartografía enfocándose en las áreas en donde actualmente no hay información de este tipo. El objetivo principal era lograr actualizar la cartografía a nivel nacional, permitir una visión de conjunto de los elementos representados y un conocimiento generalizado del área representada en términos de su ubicación. A la fecha de cierre de esta investigación, había un total de 130,805.31 Km lineales, cubriendo los departamentos de Copán, Santa Bárbara, Cortés, Lempira, Intibucá, La Paz, Valle, Choluteca, Francisco Morazán, El Paraíso, Olancho, Ocotepeque y Yoro. En la siguiente ilustración se observa la cartografía completa hasta la fecha.



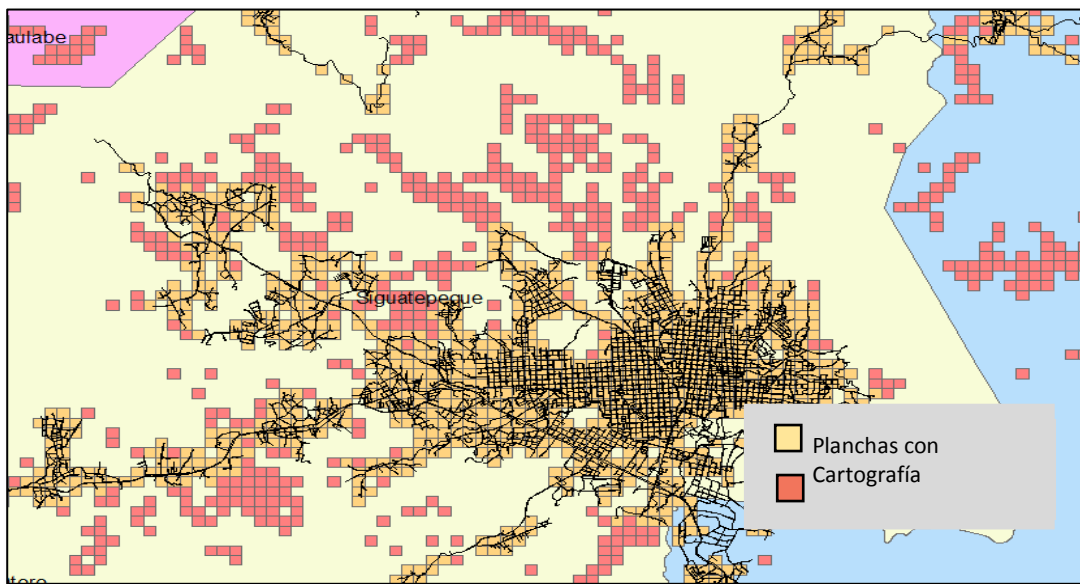
**Figura 24. Cartografía completa elaborada hasta el mes de abril 2018**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

También se logró llevar un control del área en km<sup>2</sup> que cubría la totalidad de la cartografía elaborada, que es de 11, 536.48 km<sup>2</sup>.

#### 4.1.3.1 Priorización de áreas geográficas a cartografiar

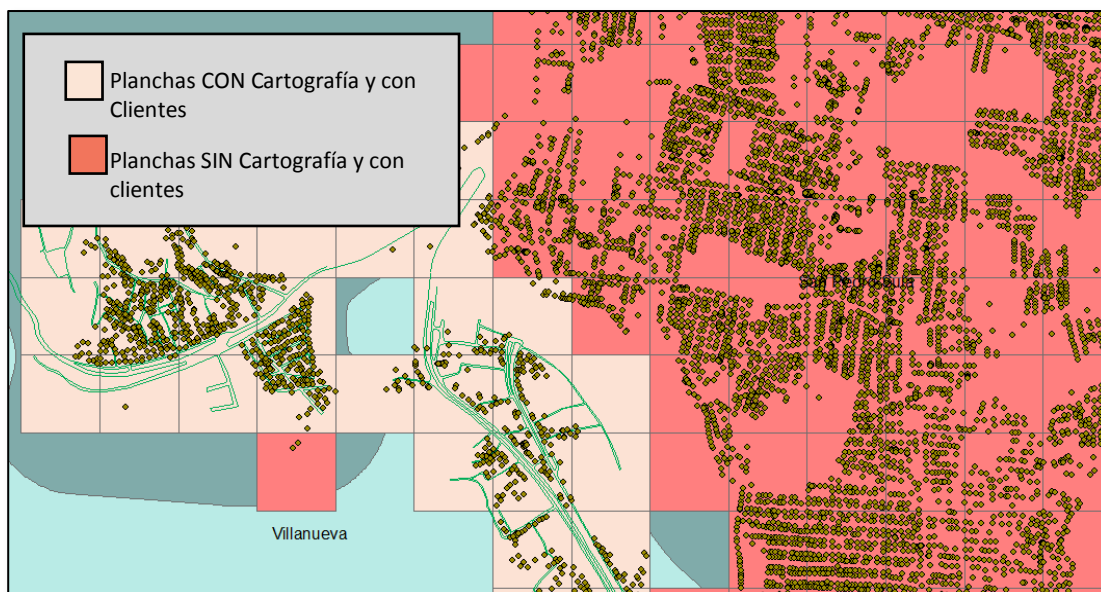
Para encontrar las áreas idóneas para cartografiar, se procedió a crear una capa de planchas de 200m por 200m para todo el país. Esto se hizo con el objetivo de seleccionar aquellas planchas en donde existían clientes georreferenciados, pero no se contaba con información cartográfica. En la ilustración inferior, se pueden observar planchas elaboradas, visibles en una zona ya cartografiada.



**Figura 25. Vista de las planchas de 200m x 200m**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

A partir de la elaboración de planchas se hizo una selección de planchas que interceptaban con zonas ya cartografiadas y con clientes. También se hizo una selección para resaltar aquellas planchas sin cartografía y con clientes. Vea esta selección en la siguiente ilustración.



**Figura 26. Vista de planchas pendientes de cartografía**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Una vez elaboradas las planchas descritas anteriormente, se procedió a realizar los cálculos correspondientes de cartografía pendiente. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 15. Cantidades de cartografía pendiente**

DESCRIPCIÓN DE LAS PLANCHAS	CANTIDADES DE CARTOGRAFÍA PENDIENTE	
Planchas 200m x 200m	Cantidad planchas (200m x 200m) con clientes y SIN cartografía	63,623
Área de cada plancha: 40000 m <sup>2</sup>	Área de cartografía pendiente en m <sup>2</sup>	2,545,635,284.49
Área de cada plancha: 0.04 km <sup>2</sup>	Área de cartografía pendiente en km <sup>2</sup>	2,545.63

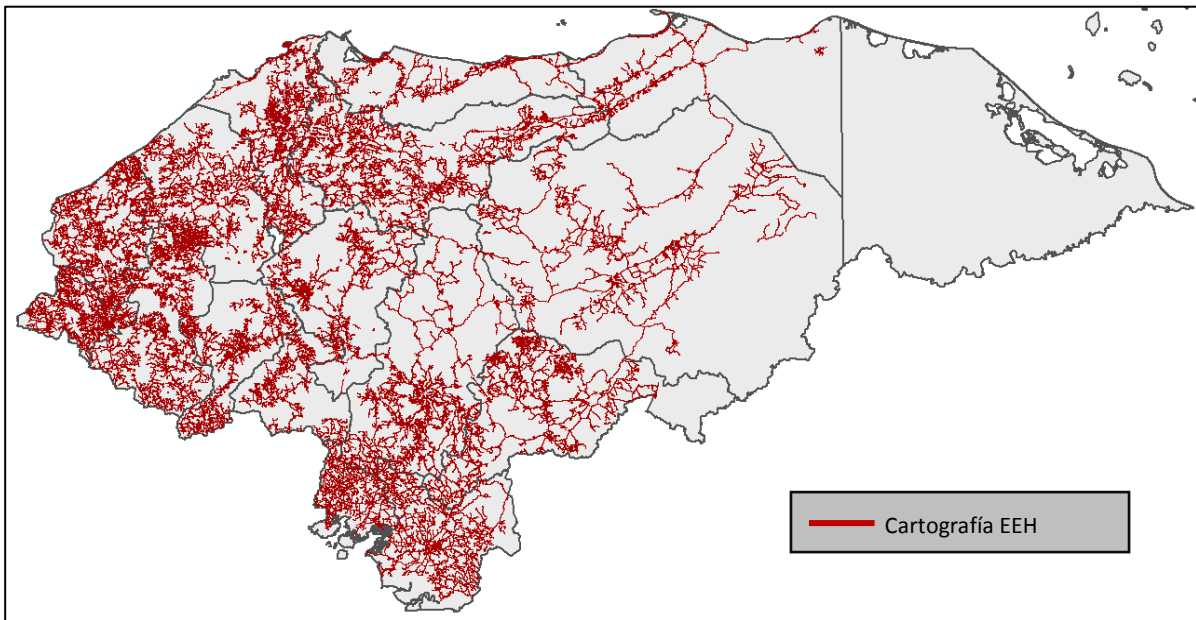
Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Como se puede observar en la tabla anterior, las zonas idóneas a cartografiar son equivalentes a 63,623 planchas de 40,000 m<sup>2</sup> c/u. Esto dio un total de 2,545.63 km<sup>2</sup> por cartografiar. Cabe mencionar que esta cantidad podría ser mayor una vez que se logre georreferenciar a una cantidad importante de clientes pendientes (Aproximadamente unos 300,000). En base a estos cálculos, se retomó con mayor fuerza el proyecto de cartografía y al

cierre de esta investigación, se ha logrado cubrir todos los departamentos del país, exceptuando Gracias a Dios e Islas de la Bahía.

#### 4.1.3.2 Producción de cartografía

En la siguiente ilustración se puede observar la cartografía que se tiene actualmente a nivel nacional. El color rojo indica la cartografía levantada por cliente al proyecto de cartografía de la empresa.



**Figura 27. Vista del avance de cartografía en 14 de los 18 departamentos de Honduras**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

A continuación, se presenta una tabla que detalla los avances en cada departamento, en cuanto a longitud de líneas y cantidad de polígonos realizados.

**Tabla 16. Producción de cartografía acumulada por departamento**

<b>PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA ACUMULADA POR DPTO.</b>		
<b>Departamento</b>	<b>Líneas (km)</b>	<b>Polígonos</b>
Cortés	6,392.71	4,555
Santa Bárbara	6,108.06	737
Lempira	7,670.85	449
Intibucá	5,323.74	651
Valle	3,562.98	1,032
Francisco Morazán	4,585.85	260
Choluteca	3,859.08	143
Comayagua	3,668.29	488
Copán	3,101.03	279
Yoro	9,142.53	1,666
Olancho	5,166.39	254
El Paraíso	6,470.91	166
La Paz	2,944.56	196
Ocotepeque	3,825.24	133
Atlántida	380.71	3
<b>TOTAL</b>	<b>72,202.93</b>	<b>11,012</b>

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Se llevó un control de la producción en base a las planchas que sirvieron de base para estimar la cartografía pendiente. En la siguiente tabla se muestra la producción en base a cobertura de planchas con clientes, logrado 34,988 planchas finalizadas, equivalentes a un área de 1,399.52 km<sup>2</sup>.

**Tabla 17. Producción de cartografía en planchas con clientes y departamento**

<b>PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA EN PLANCHAS CON CLIENTES</b>		
<b>Departamento</b>	<b>Cobertura en planchas (200x200)-con clientes</b>	<b>Área</b>
Cortés	4,049 planchas	161.96 km <sup>2</sup>
Copán	1,478 planchas	59.12 km <sup>2</sup>
Fco. Morazán	2,511 planchas	100.44 km <sup>2</sup>
Santa Bárbara	2,504 planchas	100.16 km <sup>2</sup>
Valle	2,349 planchas	93.96 km <sup>2</sup>
Lempira	3,743 planchas	149.72 km <sup>2</sup>
Intibucá	3,622 planchas	144.88 km <sup>2</sup>
Choluteca	2,242 planchas	89.68 km <sup>2</sup>
Comayagua	3,094 planchas	123.76 km <sup>2</sup>
Yoro	1,798 planchas	71.92 km <sup>2</sup>
El Paraíso	1,671 planchas	66.84 km <sup>2</sup>
La Paz	2,424 planchas	96.96 km <sup>2</sup>
Olancho	1,480 planchas	59.20 km <sup>2</sup>
Ocotepeque	1,715 planchas	69.60 km <sup>2</sup>
Atlántida	308 planchas	12.32 km <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>34,988 planchas</b>	<b>1,399.52 km<sup>2</sup></b>

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Se han digitalizado 191,002 planchas con área de 7,640.08 km<sup>2</sup> (Ver Tabla 7).

**Tabla 18. Producción de cartografía en cobertura total**

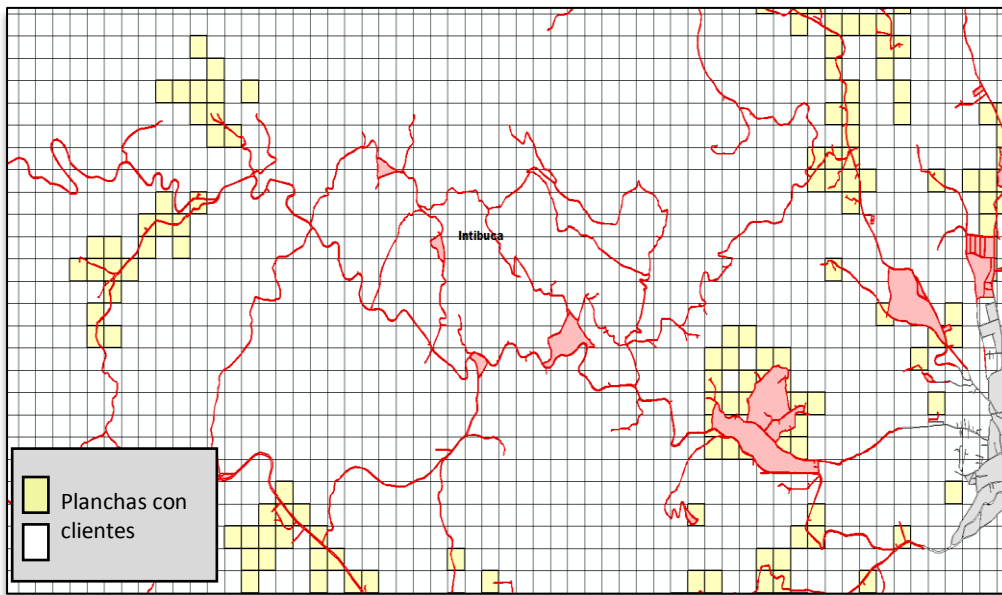
<b>PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA EN COBERTURA TOTAL</b>		
<b>Departamento</b>	<b>Cobertura en planchas (200x200)-TOTAL</b>	<b>Área de cobertura en planchas-TOTAL</b>
Cortés	13,721 planchas	548.84 km <sup>2</sup>
Copán	8,354 planchas	338.16 km <sup>2</sup>
Fco. Morazán	12,349 planchas	493.96 km <sup>2</sup>
Santa Bárbara	16,397 planchas	655.88 km <sup>2</sup>
Valle	9,206 planchas	368.24 km <sup>2</sup>
Lempira	20,348 planchas	813.92 km <sup>2</sup>
Intibucá	13,718 planchas	548.72 km <sup>2</sup>
Choluteca	11,509 planchas	460.36 km <sup>2</sup>
Comayagua	9,961 planchas	398.44 km <sup>2</sup>
Yoro	24,382 planchas	975.28 km <sup>2</sup>
El Paraíso	16,217 planchas	648.68 km <sup>2</sup>
La Paz	8,084 planchas	323.36 km <sup>2</sup>
Olancho	15,330 planchas	613.20 km <sup>2</sup>
Ocotepeque	10,263 planchas	410.52 km <sup>2</sup>
Atlántida	1163 planchas	46.52 km <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>191,002 planchas</b>	<b>7,640.08 km<sup>2</sup></b>

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)



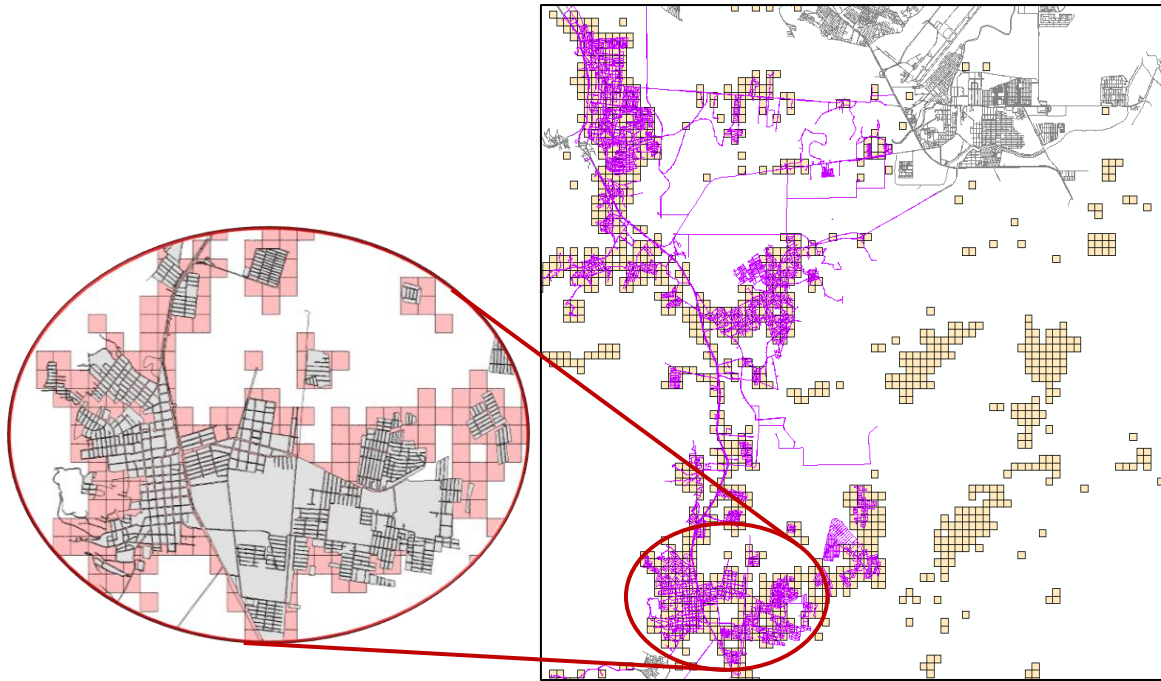
El cálculo de las planchas presentado anteriormente se realizó de dos maneras:

- La primera, tomando en cuenta las planchas de cartografía cubiertas en base a la existencia de clientes, y;
- La segunda, en base a la cobertura total de planchas, es decir, tomando en cuenta la cartografía que se realiza en zonas con y sin clientes georreferenciados.



**Figura 28. Vista producción de cartografía en zonas con y sin clientes georreferenciados**  
Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

Como se mencionó anteriormente, se identificaron las planchas de prioridad en donde existían clientes georreferenciados sin cartografía. Sin embargo, para llegar a esas zonas con clientes, se deberá recorrer planchas adicionales, de manera que se complete correctamente toda la cartografía a nivel nacional. En la ilustración inferior se muestra el producto final en una zona del departamento de Cortés.



**Figura 29. Vista de avance de cartografía en zona urbana de Cortés**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

#### **4.1.4 Proyecto Información Geográfica Comercial**

El proyecto de Información geográfica comercial se ha venido enfocando en organizar y actualizar toda la información referente a los clientes de la empresa, georreferenciarlos y conocer con mayor precisión la cobertura poligonal de los libros y sistemas, que conforman el sistema comercial.

##### **4.1.4.1 Cobertura Poligonal de Libros**

Con la ayuda del proyecto de georreferenciación de libros, se continuó con el dibujo de la cobertura poligonal de los libros comerciales. Al cierre de esta investigación se han completado el departamento de Francisco Morazán. En la tabla inferior se muestra avances en el departamento de Francisco Morazán y luego una vista de cobertura poligonal de libros en Tegucigalpa.

**Tabla 19. Polígonos por libros – Francisco Morazán**

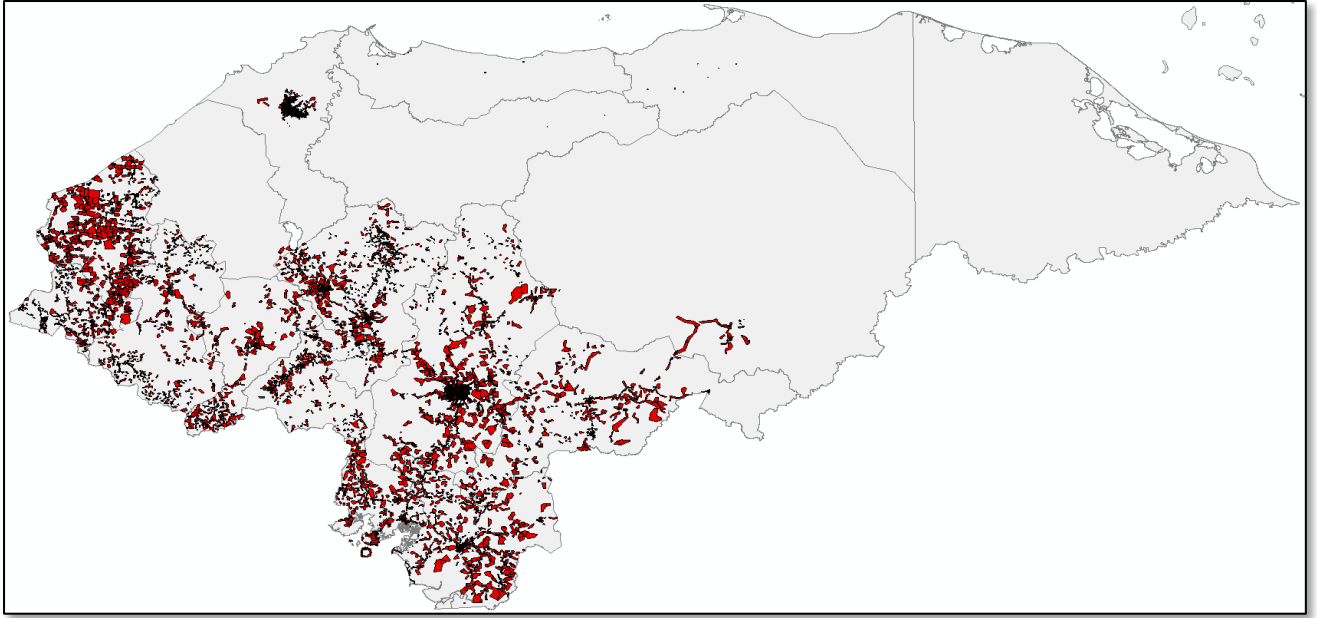
<b>POLÍGONOS POR LIBRO EN FRANCISCO MORAZÁN</b>				
<b>Departamento</b>	<b>Nombre del Sistema</b>	<b>Sistema</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Proceso</b>
Francisco Morazán	Tegucigalpa	1	352	Completo
	Comayagüela	2	613	Completo
	Lepaterique	3	6	Completo
	Valle de Ángeles	5	13	Completo
	Tatumbla	7	6	Completo
	Santa Lucía	9	5	Completo
	Maraita	14	6	Completo
	Reitoca	24	7	Completo
	Alubaren	26	5	Completo
	Curaren	27	4	Completo
	La Libertad	28	2	Completo
	San Miguelito	29	2	Completo
	Talanga	30	42	Completo
	San Juancito	31	3	Completo
	Cedros	32	32	Completo
	San Ignacio	33	16	Completo
	El Porvenir	35	24	Completo
	Vallecillo	36	8	Completo
	Talana-Aldea el Palmir	37	4	Completo
	Villa de San Francisco	40	11	Completo
	El Naranjal	41	2	Completo
	Orica	43	25	Completo
	Los Jobos	45	1	Completo
	La Venta	60	6	Completo
	San Juan de Flores	110	17	Completo
	Sabanagrande	120	17	Completo
	Armenia	180	11	Completo
	Guaimaca	338	28	Completo
	Ojojona	420	8	Completo
	Santa Ana	430	2	Completo
San Buenaventura	440	3	Completo	
Texiguat	442	1	Completo	
Marales	772	5	Completo	
		<b>TOTAL</b>	<b>1287</b>	

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)



**Figura 30. Vista de cobertura poligonal de libros en Tegucigalpa**  
Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

En la siguiente ilustración se pueden observar los departamentos en los que se ha enfocado la cobertura poligonal de libros. Los departamentos de Ocotepeque, Copán, Intibucá, Lempira, La Paz, Comayagua, Francisco Morazán, Choluteca, El Paraíso y Valle están completos. Actualmente se encuentra en proceso el departamento de Cortés, con avances significativos en los libros del sistema correspondiente a San Pedro Sula.



**Figura 31. Vista de los polígonos de libros con los departamentos trabajados a la fecha**

Fuente: (Coordinación GIS, EEH, 2017)

#### **4.2 Tiempo de ejecución de Órdenes de Servicio (OS)**

Para desarrollar esta segunda parte de la investigación, se tuvo que desarrollar la primera. Esto es, desde el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y sus bondades, entre las que están: Información georreferenciada de clientes, la cartografía básica de los lugares donde se implementan las rutas con variables de impedancia que distinguen las calles y tiempo de recorrido en las mismas; y, las rutas y ejes viales, principalmente del casco urbano. La empresa de energía eléctrica, apoyada en la información que el sistema le puede brindar, realiza la prestación de servicios solicitados por un cliente, con la visión que el tiempo de respuesta a estas solicitudes. A continuación, se describe las relaciones entre el servicio a prestar y la información que genera el sistema:

1. Desde la creación de libros (O lo que puede equivaler a un trozo de área geográfica (como puede ser un barrio, una aldea, un sector, una colonia), se aglutina dentro de ellos, a un grupo de clientes que solicitan un servicio y que viven cerca.
2. Desde la información georreferenciada de los clientes, es posible ubicar muy fácilmente la vivienda de cada uno de ellos.
3. Desde la ubicación de los clientes que están más cercanos, se define con la ayuda del GIS, la ruta óptima que el prestador de servicios debe recorrer para cubrir en el menor tiempo posible, la cobertura planificada para ese día.
4. Todas las variables mencionadas antes, son parte implícita de un GIS. La investigación se ha centrado en mostrar la relación entre la resolución de un orden de servicio y el tiempo de prestación de servicios, utilizando el SIG. A través de la línea de tiempo, se puede ver que desde noviembre de 2017, cuando el diseño del GIS inició, los tiempos de respuesta eran muy altos. Desde la implementación y utilización de otras bondades del GIS, desde enero de 2018, puede constatarse que los tiempos han disminuido para atender una OS. Para mostrar estas tendencias, se realizó un análisis exploratorio y se finalizó con la prueba de hipótesis planteada en el marco de esta investigación.

#### **4.2.1 Análisis exploratorio**

Desde el mes de Junio de 2017 se comenzó a implementar el Sistema de Información Geográfica piloto de la EEH, con un 20% de la información del país. Desde esa fecha, los diferentes contratistas prestadores de servicio resultaron beneficiados, utilizando las Hojas de Rutas Optimas (HRO) con la finalidad de bajar costos de operación y maximizar la atención del cliente. Desde el GIS fue posible obtener datos que se fueron recopilando a través del periodo de estudio. Es así como se obtienen variables importantes para el estudio. Estas son:

**Tabla 20. Meses del periodo de atención de las Orden de Servicio**

<b>VARIABLES</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
Mes Ejecutado de la OS (OSR).	Meses del periodo de atención de las Orden de Servicio (OS). De enero 2017 a Abril 2018.
Tiempo promedio de resolución de la OS, en días	No estima el tiempo que se demora un contratista en prestar el servicio (Sale cuadrilla, ubica el domicilio, ejecuta la OS, reporta el servicio realizado, vuelve al lugar de origen), sino, el tiempo desde que el cliente lo solicita, hasta que se le presta el servicio, bajo el auxilio de las rutas óptimas generadas por el GIS de la EEH, o del GeoPortal (Proceso interno). Es de importancia mencionar que un cliente debe esperar el cumplimiento de un servicio, hasta que existan muchos clientes en esa misma ruta, con el objetivo de reducir los costos de operación de la empresa que le da el servicio.
Total de Órdenes de Servicio Resueltas	Total de ordenes resueltas en un mes determinado o en todo el período estudiado
Periodo de ejecución	Inicia con el mes de enero de 2017 y finaliza con el mes de abril de 2018
País de estudio	Honduras
Sector de estudio	Tegucigalpa
Tipo de Órdenes de Servicio	La OS solicitadas más representativas del estudio fueron:

<b>TIPO DE OS</b>
INCIDENCIA SUMINISTRO BT
INSPECCION (PQR)
INSTALACION COMPLETA NS MD
REVISION POR RECLAMO MD
BAJA O DESCONEXION DE SUMINISTRO
NS CAMPAÑA
REVISIÓN CAMPAÑA MD
REVISIÓN CAMPAÑA MD AMI
REVISION POR RECLAMO MD AMI
TOMA DE RE-LECTURA
VERIFICACIÓN DE DATOS

Fuente: (J. A. Valle, 2018)

#### 4.2.1.1 Análisis exploratorio de Órdenes de Servicio Resueltas (Honduras)

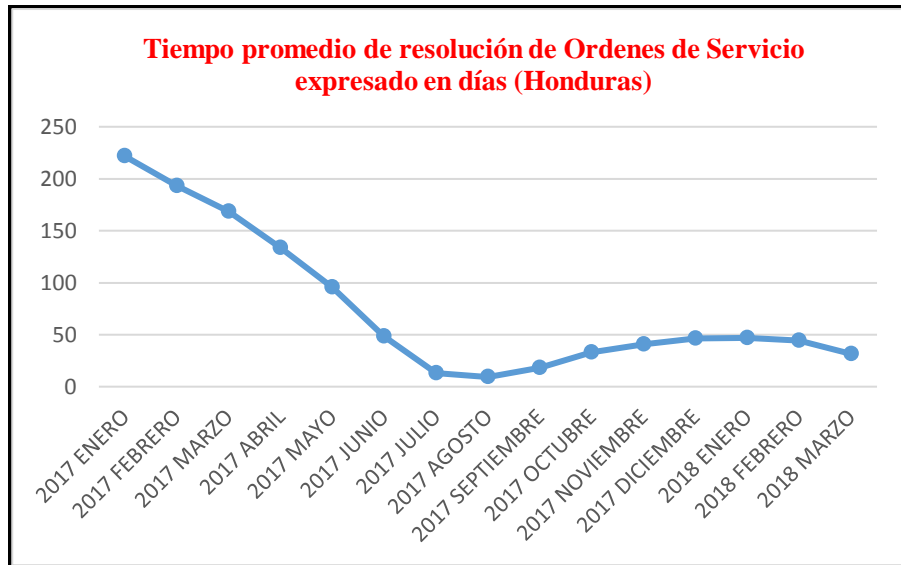
**Tabla 21. Ordenes de Servicio Resueltas en un tiempo promedio – días (Honduras)**

MES EJECUTADO	TIEMPO PROMEDIO RESOLUCIÓN EN DÍAS	TOTAL OS RESUELTAS
2017 ENERO	221.64	2,971
2017 FEBRERO	193.18	2,908
2017 MARZO	168.32	6,589
2017 ABRIL	133.47	6,994
2017 MAYO	95.66	8,098
2017 JUNIO	48.67	11,315
2017 JULIO	12.86	16,620
2017 AGOSTO	9.28	24,102
2017 SEPTIEMBRE	18.15	22,034
2017 OCTUBRE	32.87	21,567
2017 NOVIEMBRE	40.55	28,288
2017 DICIEMBRE	46.35	20,420
2018 ENERO	47.03	31,506
2018 FEBRERO	44.28	26,086
2018 MARZO	31.51	26,856
2018 ABRIL	25.67	30,019

Fuente: (Servicio Técnico, EEH, 2018)

En la tabla se puede apreciar que inicialmente se utilizaban 221 días para atender las OSA (Ordenes de Servicio Asignadas). Desde el mes de Junio o Julio de 2017, este número de días se reduce drásticamente, hasta llegar, en promedio, sin atender categoría de servicio, al utilizar 26 días hábiles, para atender las peticiones de los clientes.

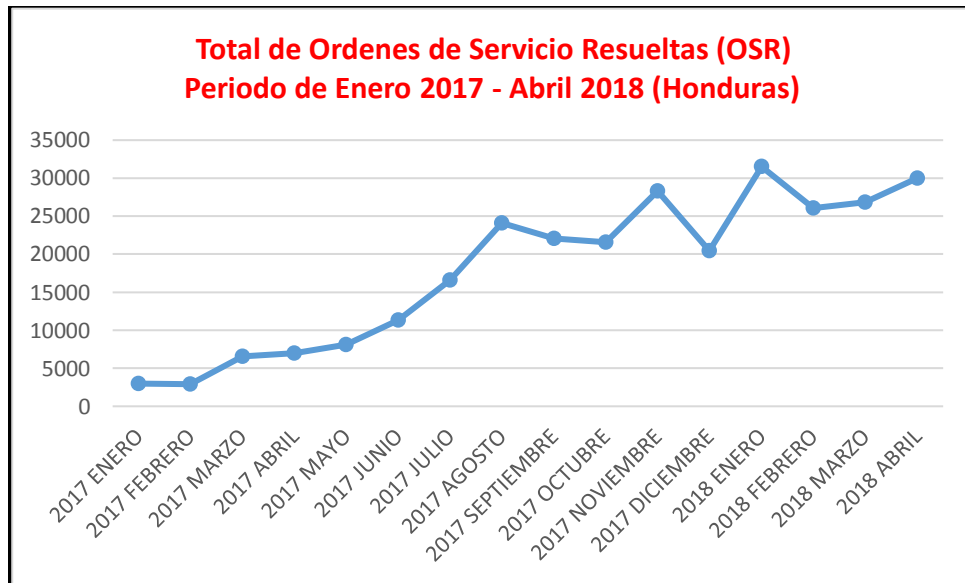




**Figura 32. Ordenes de Servicio resueltas en un tiempo promedio expresado en días**

Fuente: (Servicio Tecnico, EEH, 2018)

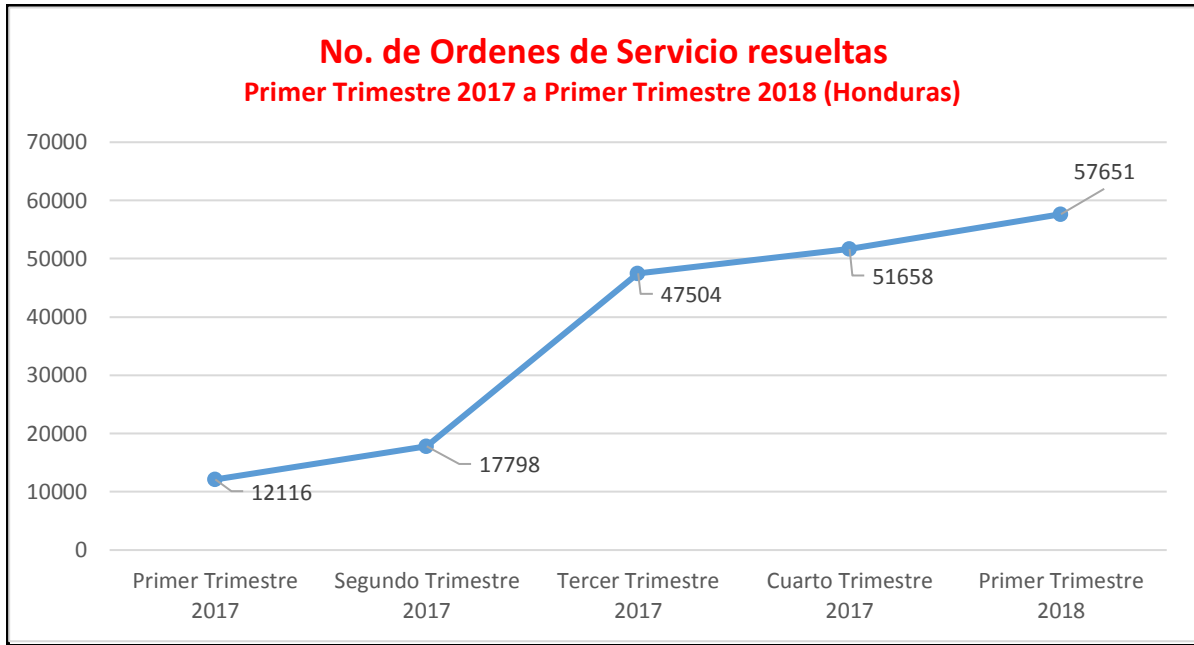
La grafica de abajo muestra que así como disminuye el tiempo de resolución de las Órdenes de Servicio Resueltas (OSR) solicitadas por los clientes, así aumenta el total de órdenes atendidas.



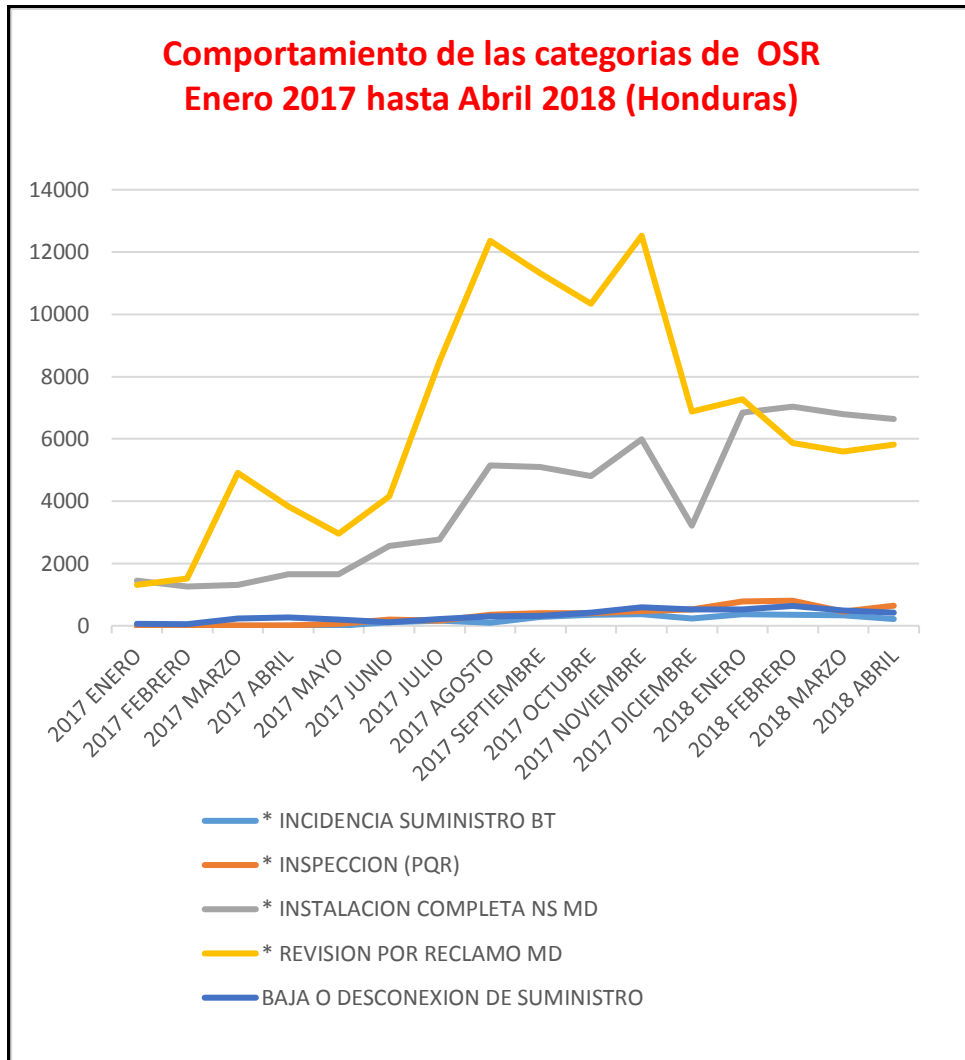
**Figura 33. Ordenes de Servicio resueltas mensualmente (Honduras)**

Fuente: (Servicio Tecnico, EEH, 2018)

El comportamiento sigue el mismo patrón, sin importar la agrupación de fechas de ejecución. La siguiente grafica muestra la OSR por trimestre, durante el año 2017 y primer trimestre del 2018. Observe la concordancia de incremento de número de órdenes atendidas desde segundo trimestre de 2018.



**Figura 34. Ordenes de Servicio resueltas durante el periodo mostrado**  
Fuente: (Servicio Tecnico, EEH, 2018)



**Figura 35. Comportamiento de atención de OSR atendiendo su categoría**  
Fuente: (Servicio Técnico, EEH, 2018)

El servicio de mayor demanda en el país es el que corresponde a una Revisión por Reclamo MD. Le sigue en número de órdenes atendidas y resueltas, una OS por Instalación Completa NS MD. El resto de categorías de servicio, tienen una ocurrencia bastante baja (Inspección (PQR), Incidencia Suministro BT, Baja o Desconexión de Suministro). Algo interesante es ver que el comportamiento del número de OSR siempre va de menor a mayor cantidad a través del tiempo.

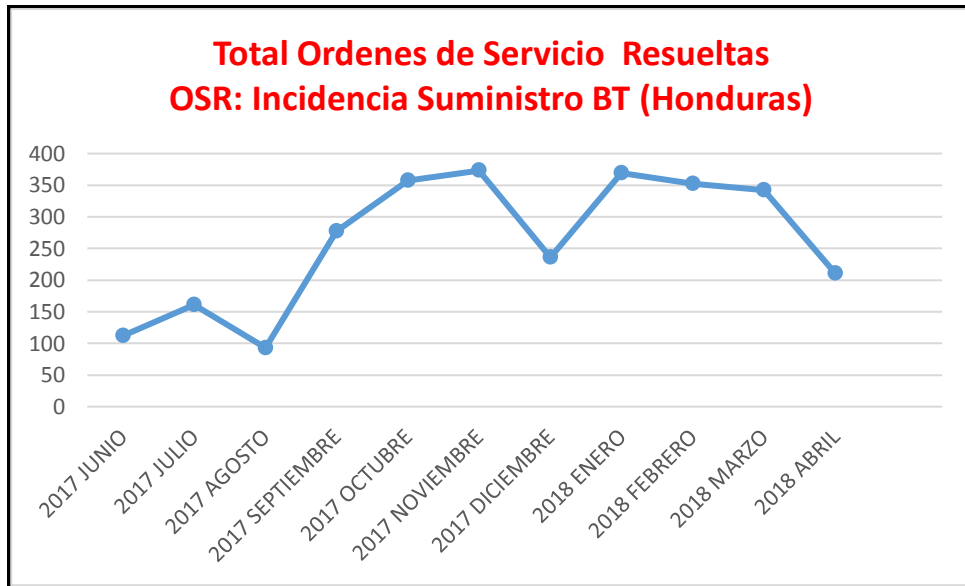
A continuación, se muestran dos de los servicios mayormente demandados, analizados dentro del mismo periodo, pero de forma individual. Este análisis se realiza con el objetivo de mostrar, desde la generalidad, hasta la particularidad, que el comportamiento de atención a cada tipo de OS, se mantiene.



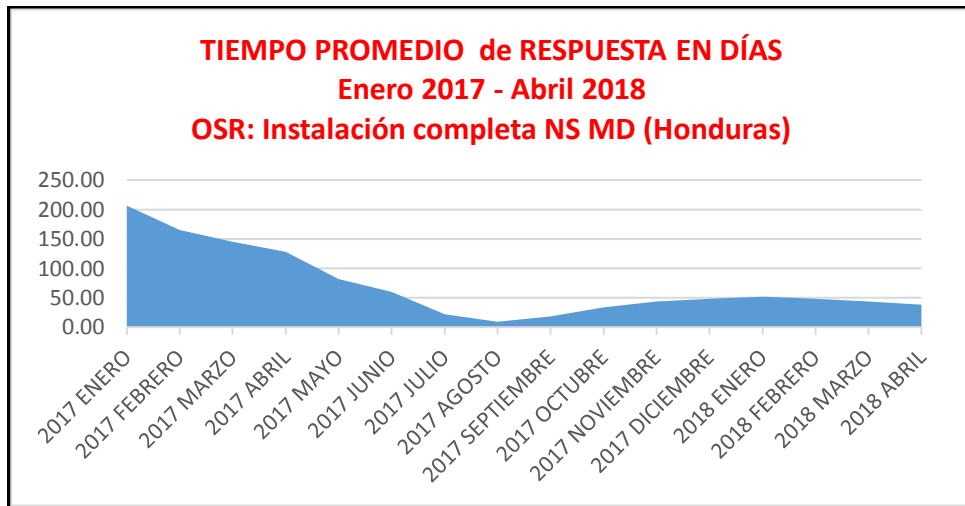
**Figura 36. Tiempo promedio de OSR – Incidencia Suministro BT (Honduras)**

Fuente: (Servicio Técnico, EEH, 2018)

Categorizando los servicios atendidos, el comportamiento es igual al que se muestra a todos los servicios prestados en el país. Tempo promedio de OSR desciende en el tiempo. Numero de OSR incrementa a lo largo del periodo analizado.



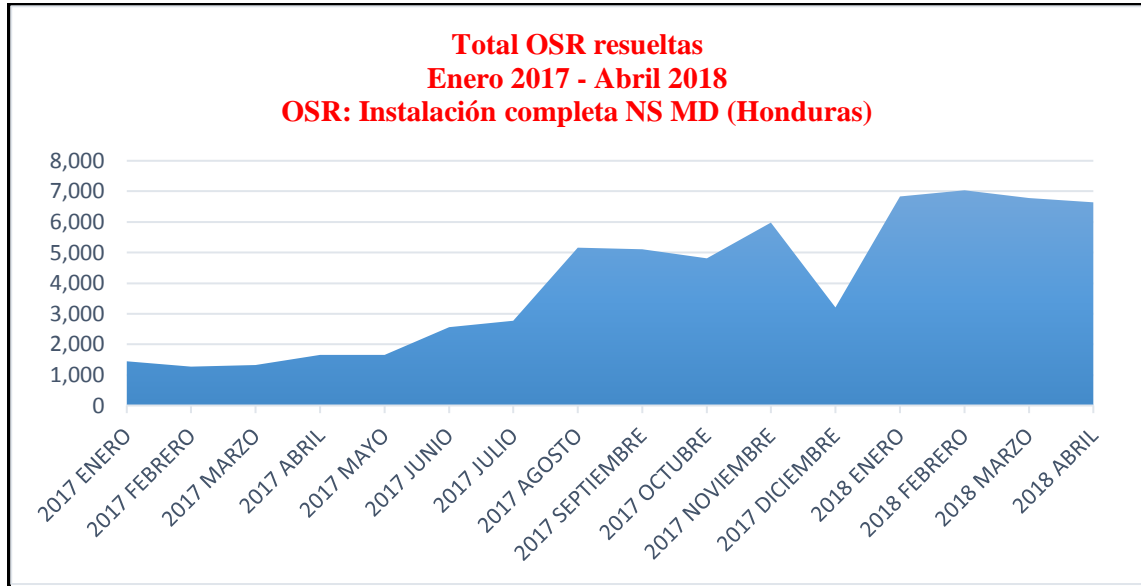
**Figura 37. Total OSR atendidas – Incidencia Suministro BT (Honduras)**  
Fuente: (Servicio Técnico, EEH, 2018)



**Figura 38. Total OSR atendidas – Instalación completa NS MD (Honduras)**  
Fuente: (Servicio Técnico, EEH, 2018)

Nuevamente puede apreciarse la consistencia entre el comportamiento global de todas las OSR en todo el país y el reflejado en una categoría en particular, como el caso de instalación

completa NS MD. Cuando baja el tiempo de atención de una OS, ocurre un comportamiento inverso, el número de OS atendidas, incrementa.



**Figura 39. Total OSR atendidas – Instalación completa NS MD (Honduras)**

Fuente: (Servicio Técnico, EEH, 2018)

Para profundizar un poco más, se presenta el comportamiento en un determinado sector, específicamente Tegucigalpa, que es la muestra utilizada para desarrollar esta investigación.

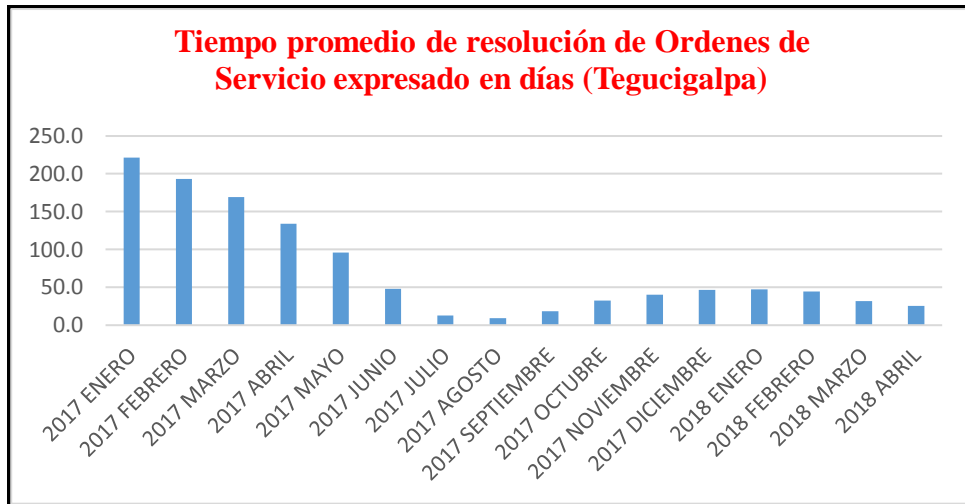
#### 4.2.1.2 Análisis exploratorio de Órdenes de Servicio Resueltas (Tegucigalpa)

Tabla 22. Ordenes de Servicio Resueltas en un tiempo promedio en días (Tegucigalpa)

TEGUCIGALPA		
MES EJECUTADO	TIEMPO PROMEDIO RESOLUCIÓN EN DÍAS	TOTAL OS RESUELTAS
2017 ENERO	221.6	60
2017 FEBRERO	193.2	382
2017 MARZO	169.3	1225
2017 ABRIL	134.1	2686
2017 MAYO	96.3	2110
2017 JUNIO	48.3	2591
2017 JULIO	12.9	3433
2017 AGOSTO	9.3	4638
2017 SEPTIEMBRE	18.1	5125
2017 OCTUBRE	32.9	5502
2017 NOVIEMBRE	40.5	6194
2017 DICIEMBRE	46.3	4026
2018 ENERO	47.0	5237
2018 FEBRERO	44.3	3896
2018 MARZO	31.5	4308
2018 ABRIL	25.7	4462

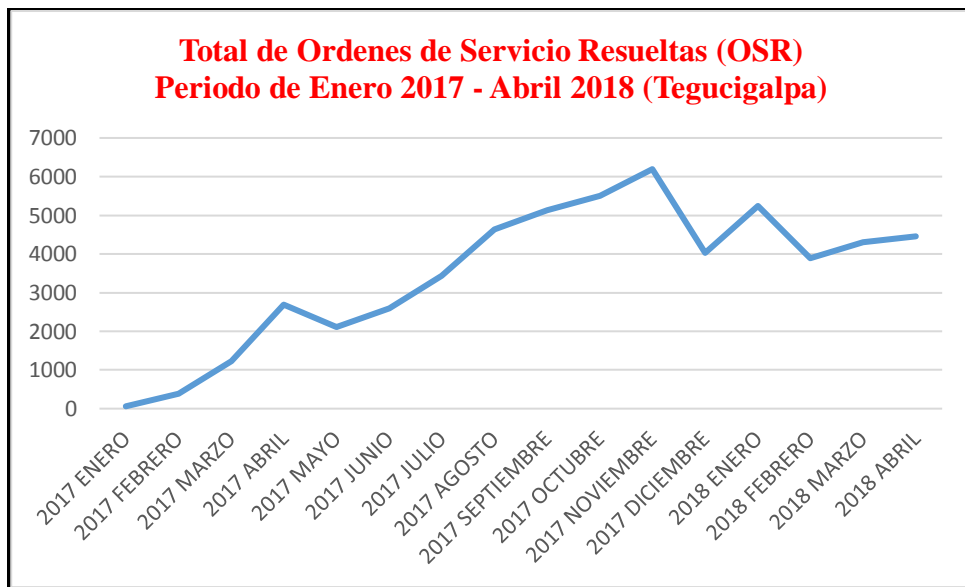
Fuente: (Servicio Técnico, EEH, 2018)

En la ciudad de Tegucigalpa, se realiza el mismo análisis que se hizo para todo el país. El tiempo promedio de resolución de una OS se mantiene coherente con el presentado en toda Honduras. Desde el mes de Julio de 2017 se presenta una disminución en el tiempo y se mantiene bastante constante desde esa fecha hasta abril de 2018.



**Figura 40. Ordenes de Servicio Resueltas en un tiempo promedio expresado en días (Tegucigalpa)**  
Fuente: (Servicio Tecnico, EEH, 2018)

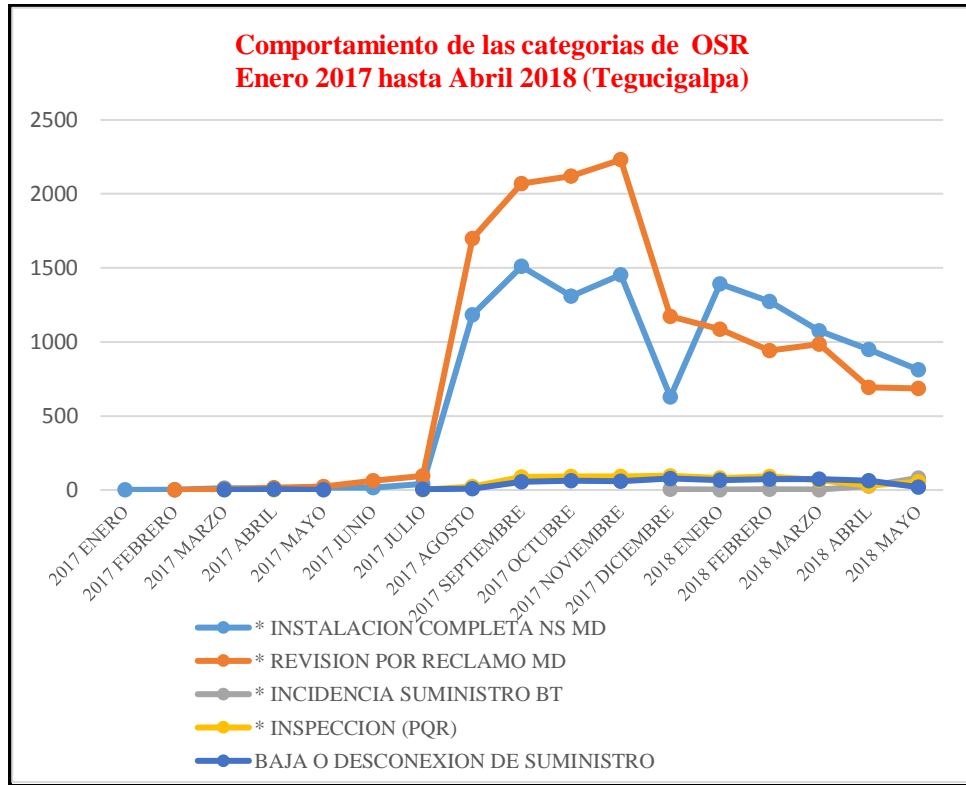
Observe ambas gráficas, la de arriba y la de abajo. Ellas guardan una similitud de comportamiento al que se muestra a nivel de todo el país. Numero aumentado de OS resueltas versus un decrecimiento en la línea del tiempo.



**Figura 41. Ordenes de Servicio resueltas mensualmente (Tegucigalpa)**  
Fuente: (Servicio Tecnico, EEH, 2018)

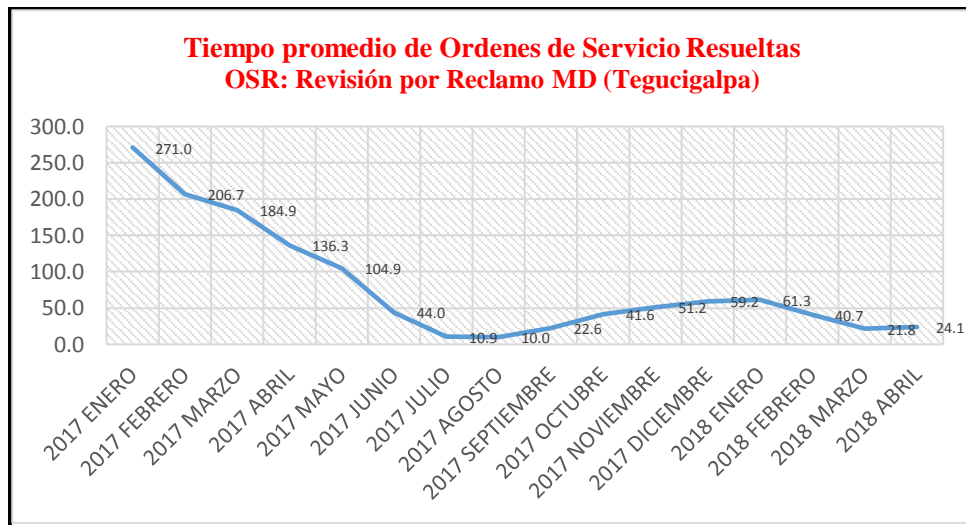


En Tegucigalpa, las OS con mayor frecuencia obedecen a la Revisión por Reclamo MD y a la Instalación Completa NS MD.



**Figura 42. Ordenes de Servicio resueltas mensualmente (Tegucigalpa)**

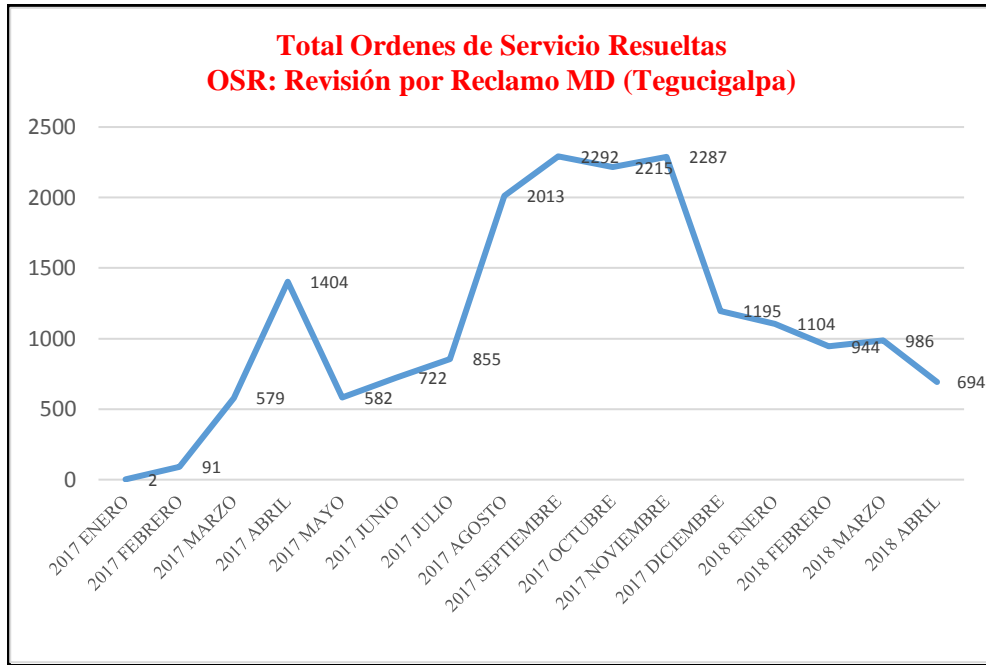
Fuente: (Servicio Tecnico, EEH, 2018)



**Figura 43. Tiempo promedio de OSR: Revisión por Reclamo MD (Tegucigalpa)**

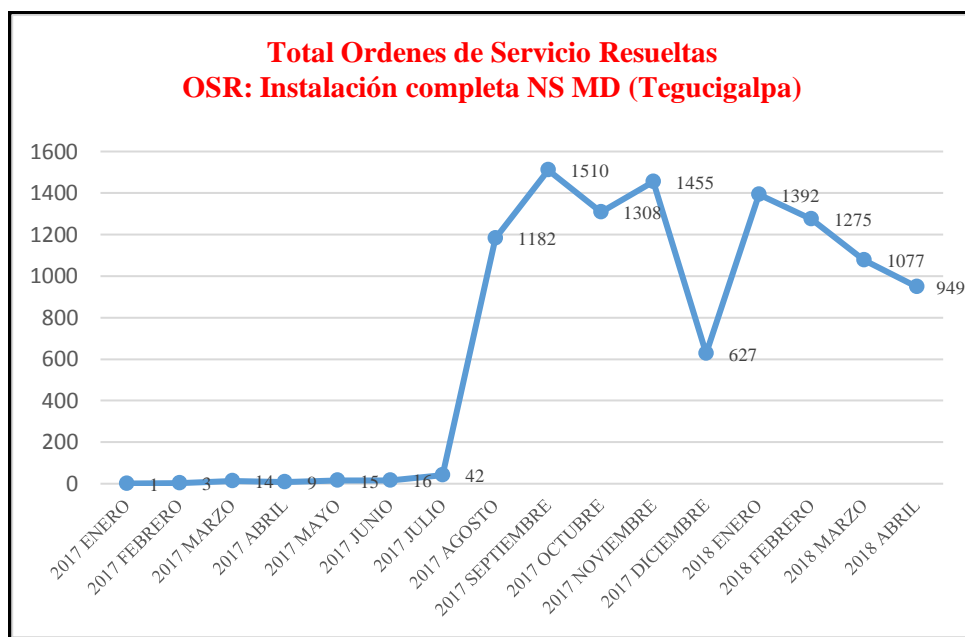
Fuente: (Servicio Tecnico, EEH, 2018)

La baja en el tiempo se refleja hasta julio 2017. Se mantiene en un ascenso leve desde agosto 2017 a abril de 2018.



**Figura 44. Total de OSR: Revisión por Reclamo MD (Tegucigalpa)**  
Fuente: (Servicio Tecnico, EEH, 2018)

Esta última grafica muestra en forma ascendente, desde julio hasta septiembre de 2017, el número de OS atendidas. Hay una estabilidad hasta diciembre. A partir de esa fecha, el número de OSR baja. No hay posibilidad de demostrar, en este estudio, el comportamiento de las OS en ese periodo.



**Figura 45. Total de OSR: Instalación completa NS MD (Tegucigalpa)**

Fuente: (Servicio Técnico, EEH, 2018)

Las Instalaciones completas NS MD en Tegucigalpa, incrementan en agosto, se mantienen estables hasta noviembre 2017. Una baja ocurre en diciembre, pero nuevamente se registra un alza en enero. Luego se presenta una tendencia a la baja en el número de OSR. No hay posibilidad de demostrar, en este estudio, el comportamiento de las OS en ese periodo.

#### 4.2.2 Prueba de Hipótesis

Una vez realizado el análisis exploratorio, pudo notarse una tendencia muy clara, entre la influencia del uso de bondades y datos del sistema GIS y la agilización de los tiempos de respuesta de la Ordenes de Servicio, tanto en Honduras como en Tegucigalpa.

El análisis exploratorio, nos condujo a probar la hipótesis planteada:

- Cantidad de Clientes con órdenes de servicio en espera a ser atendidas

H1: El tiempo de respuesta a la atención de una Orden de Servicio, solicitada por un cliente de una empresa de distribución eléctrica, se reduce significativamente, haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico (SIG).

### 4.2.3 Análisis de Regresión Lineal

Como parte de esta investigación, en aras de demostrar la hipótesis planteada, o refutarla, se realiza un análisis de Regresión Lineal para obtener los grados de correlación y cohesión entre las variables ordenes de servicio y tiempo de respuesta.

1. La variable independiente; Órdenes de Servicio y sus diferentes tipos
2. La variable dependiente: Tiempo de respuesta
3. Nivel de confianza: 95%

#### 4.2.3.1 Análisis de Regresión – ÓSR vs. Tiempo de Respuesta (Honduras)

ANÁLISIS DE REGRESION - ORDENES DE SERVICIO vs TIEMPO								
HONDURAS								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.83							
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.69							
R <sup>2</sup> ajustado	0.67							
Error típico	251513.78							
Observaciones	16							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	2.0082E+12	2.0082E+12	31.74585821	6.1599E-05			
Residuos	14	8.8563E+11	63259180279					
Total	15	2.8938E+12						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-294498.7837	138737.617	-2.122703203	0.05209488	-592061.378	3063.810096	-592061.3776	3063.810096
Variable X 1	55.17212279	9.79210717	5.634346298	6.15987E-05	34.1701417	76.17410389	34.17014168	76.17410389

**Figura 46. Regresión OSR vs. Tiempo de respuesta (Honduras)**

Fuente: propia

Los resultados que se muestran en la figura anterior, devuelven alto índice de correlación (83%) entre las Órdenes de Servicio Resueltas y el tiempo dedicado para resolverlas. El Coeficiente de Determinación 69% demuestra que existe una cohesión entre las dos variables, pero no tan fuerte. El intercepto negativo del modelo de regresión prueba que la cantidad de las ordenes de servicio resueltas, es inversa respecto al tiempo. Es decir, el SIG, que fue implementado desde junio 2017, desde sus herramientas, ha apoyado a las empresas prestadoras de servicio, ha logrado resolver una mayor cantidad de órdenes de servicio en un tiempo menor.

### 4.2.3.3 Análisis de Regresión – ÓSR vs. Tiempo de Respuesta (Tegucigalpa)

ANÁLISIS DE REGRESION - OS vs TIEMPO - TEGUCIGALPA									
<i>Estadísticas de la regresión</i>									
Coefficiente de correlación múltiple		0.893784252							
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>		0.798850288							
R <sup>2</sup> ajustado		0.784482452							
Error típico		26403.27078							
Observaciones		16							
ANÁLISIS DE VARIANZA									
		<i>Grados de libertad de cuadrado de los cuadi</i>		<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>				
Regresión	1	3.8761E+10	38760509496	55.59990095	3.0755E-06				
Residuos	14	9759857907	697132707.6						
Total	15	4.852E+10							
		<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción		-4540.562522	9777.80426	-0.464374455	0.649518537	-25511.86694	16430.7419	-25511.86694	16430.7419
Variable X1		33.67917663	4.51673339	7.456534111	3.0755E-06	23.99174697	43.36660628	23.99174697	43.36660628

**Figura 47. Total de OSR: Instalación completa NS MD (Tegucigalpa)**

Fuente: propia

Al realizar un análisis de regresión lineal solamente para la población de Tegucigalpa, se observa un incremento en el comportamiento de la tendencia reflejada en Honduras. Un alto índice de correlación (89%) entre las Órdenes de Servicio Resueltas y el tiempo dedicado para resolverlas. El Coeficiente de Determinación 80% demuestra que existe una mayor cohesión entre las dos variables, que a nivel de país. El intercepto negativo del modelo de regresión prueba que la dependencia del tiempo de resolución de las ordenes de servicio, es inversa respecto al tiempo. Véase abajo la gráfica que demuestra la normalidad de la distribución de la población estudiada.

El análisis de regresión realizado de una forma general (abarcando todos los tipos de órdenes de servicio) devuelve una relación entre las variables muy aceptable, tanto en la población como en la muestra. Para verificar la hipótesis, a un nivel de significancia de un 95%, que la cantidad de órdenes de servicio está relacionada al tiempo, se realizó un análisis individual para dos de los tipos de órdenes con mayor frecuencia: Instalación Completa NS MD y Revisión por Reclamo MD.

#### 4.2.3.4 Análisis de Regresión – Instalación completa NS MD vs. Tiempo de Respuesta (Tegucigalpa)

ANÁLISIS DE REGRESIÓN - OS vs TIEMPO - TEGUCIGALPA								
* INSTALACION COMPLETA NS MD								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.9144665							
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.83624897							
R <sup>2</sup> ajustado	0.82533224							
Error típico	7109.75832							
Observaciones	17							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
		<i>Grados de libertad de cuadrado de los cuad</i>		<i>F</i>	<i>Valor critico de F</i>			
Regresión	1	3872152896	3872152896	76.60247847	2.79893E-07			
Residuos	15	758229950	50548663.34					
Total	16	4630382846						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-672.698681	2607.01351	-0.258034213	0.799887213	-6229.416449	4884.019088	-6229.416449	4884.019088
Variable X1	26.4018402	3.0165657	8.752284186	2.79893E-07	19.97218266	32.83149782	19.97218266	32.83149782

**Figura 48. Regresión Instalación completa NS MD vs. Tiempo de Respuesta (Tegucigalpa)**

Fuente: propia

Realizando el análisis solo para la Orden de Servicio “Instalación Completa NS MD” la fuerza entre las variables es más fuerte (84%) y el nivel de dependencia llega a un 91%. A un nivel de confianza de un 95% se demuestra la misma tendencia, la cantidad de órdenes de servicio está relacionada al tiempo, de forma inversa.

#### 4.2.3.5 Análisis de Regresión – Revisión por Reclamo MD (Tegucigalpa)

ANÁLISIS DE REGRESIÓN - OS vs TIEMPO - TEGUCIGALPA								
* REVISIÓN POR RECLAMO MD								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple		0.87						
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>		0.76						
R <sup>2</sup> ajustado		0.74						
Error típico		18454.31						
Observaciones		15						
ANÁLISIS DE VARIANZA								
		<i>Grados de libertad de cuadrado de los cuad.</i>		<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	1.3766E+10	13765962254	40.42134789	2.50465E-05			
Residuos	13	4427301875	340561682.7					
Total	14	1.8193E+10						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-5067.473946	7011.78743	-0.722707869	0.482659465	-20215.51973	10080.57184	-20215.51973	10080.57184
Variable X1	39.34625515	6.18867973	6.357778534	2.50465E-05	25.97642543	52.71608486	25.97642543	52.71608486

**Figura 49. Regresión Revisión por reclamo MD vs. Tiempo de Respuesta (Tegucigalpa)**

Fuente: propia

Realizando el análisis solo para la Orden de Servicio “Revisión por Reclamo MD” muestra una tendencia muy parecida a la de país. Coeficiente de determinación o nivel de cohesión entre las variables de estudio es de un 76%, pero su correlación es alta, casi en un 90%. Una vez más, a un nivel de confianza de un 95% se demuestra la misma tendencia, la cantidad de órdenes de servicio está relacionada al tiempo, de forma inversa.

### 4.3 Catalogo de Datos Geográficos

En el marco del cumplimiento de los objetivos de esta investigación se creó el catálogo de información geográfica de Francisco Morazán el cual se resume en la siguiente tabla:

Información Geográfica	Cantidad	Repositorio	Compartida
Barrios	1250	Geodatabase	Si
Cartografía	4585 km	Geodatabase	
Ejes viales	12,850	Geodatabase	
Ortofotos	115 (4km <sup>2</sup> )	Catálogo Raster	Solo Servicio
Libros Comerciales	1,800	Geodatabase	Solo Sistemas
Predios	290,000	Catálogo catastral	Solo Sistemas
Manzanas	2,800	Geodatabase	Si
Techos	195,000	Geodatabase	Si

Tabla 23. Catálogo de datos GIS

Fuente: propia

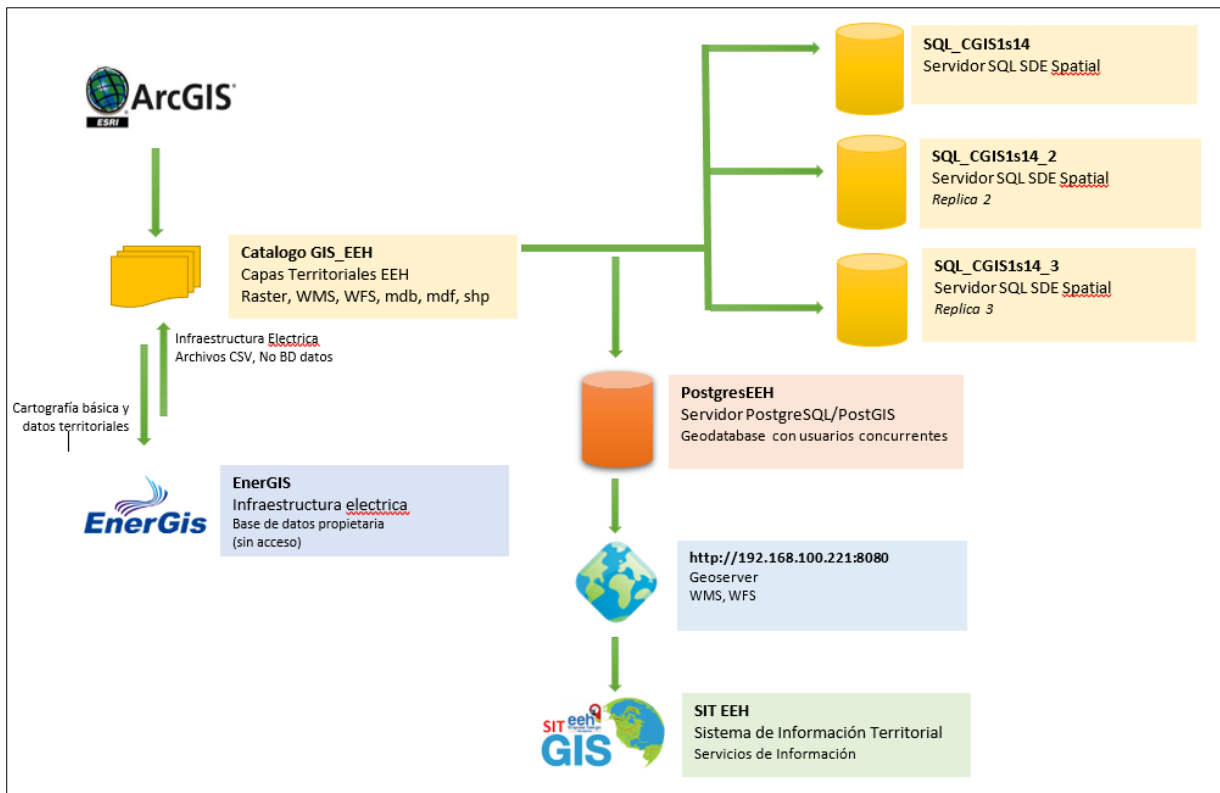


Figura 50. Funcionamiento de Catálogo GIS

Fuente: propia



#### **4.4 Aplicabilidad**

Los resultados de esta investigación nos proporcionan suficientes datos positivos para darle una continuidad a esto que fue una prueba piloto e implementarlo en todo el país en Empresa Energía Honduras. Lo anterior podrá brindar eficiencia a los procesos que requieran de rutas terrestres. Los indicadores analizados en la elaboración de este documento sumado a la propuesta de un Sistema de Información Territorial para la empresa de energía dejan para la empresa no solo un proyecto para probar que la implementación de un GIS realmente impacta en los indicadores de la empresa sino un portafolio de proyectos y actividades de mejora de procesos mediante el uso de los sistemas geográficos (GIS) para lograr eficiente tiempos de respuesta, localización de activos, planes de contingencia, controles diversos, rutas de lecturas y diferentes estudios geográficos que ayudan al cumplimiento contractual de la Empresa Distribuidora de Energía

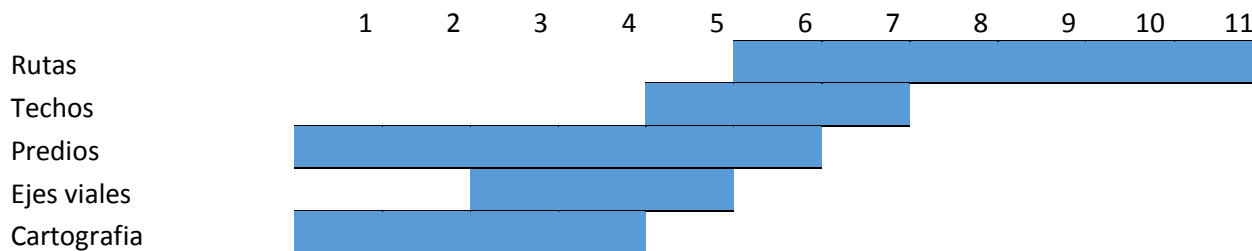
A partir de esta investigación se plantean distintas áreas de proyectos que aportan al logro de objetivos del área GIS de EEH. La cartografía básica se dirige a completar la cartografía a nivel nacional, enfocándose en áreas en donde se carece de esta información. El área de predios, actualmente, se enfoca en revisar y completar la información predial en las áreas ya catastradas disponibles. Como complemento a lo anterior, el área de barrios y colonias se encarga de completar y actualizar las coberturas poligonales de barrios y colonias. El área de información geográfica comercial, actualmente, se enfoca en realizar la cobertura poligonal de libros y sistemas. Por último, en el área de Geoservicios, se está mejorando continuamente el geo-portal de EEH y se están desarrollando sistemas webGIS que faciliten la consulta de datos georreferenciados.

Las áreas funcionales se refieren a Cartografía Básica, Predios, Techos, Rutas, Lecturas, AppGIS y Geoservicios. Los logros en estas áreas permiten completar y mejorar continuamente la información geográfica georreferenciada, todo esto encaminado a la conformación de un Sistema de Información Territorial actualizado y confiable.

Sistema de información territorial					
Item	Tiempo (meses)	Inversión			
		Personal	Tecnología	Licencias	Otros
<b>Rutas</b>	6 meses	L. 1400,000.00			L. 750,000.00
<b>Techos</b>	3 meses	L. 1150,000.00			L. 80,000.00
<b>Predios</b>	6 meses	L. 1400,000.00	L. 1550,000.00	L. 3500,000.00	L. 50,000.00
<b>Ejes viales</b>	3 meses	L. 1000,000.00			L. 90,000.00
<b>Cartografía</b>	4 meses	L. 1350,000.00			L. 150,000.00
<b>Subtotal</b>		L. 6300,000.00	L. 1550,000.00	L. 3500,000.00	L. 1120,000.00
<b>Total</b>	11				<b>L. 12470,000.00</b>

**Tabla 24. Presupuesto de SIT**

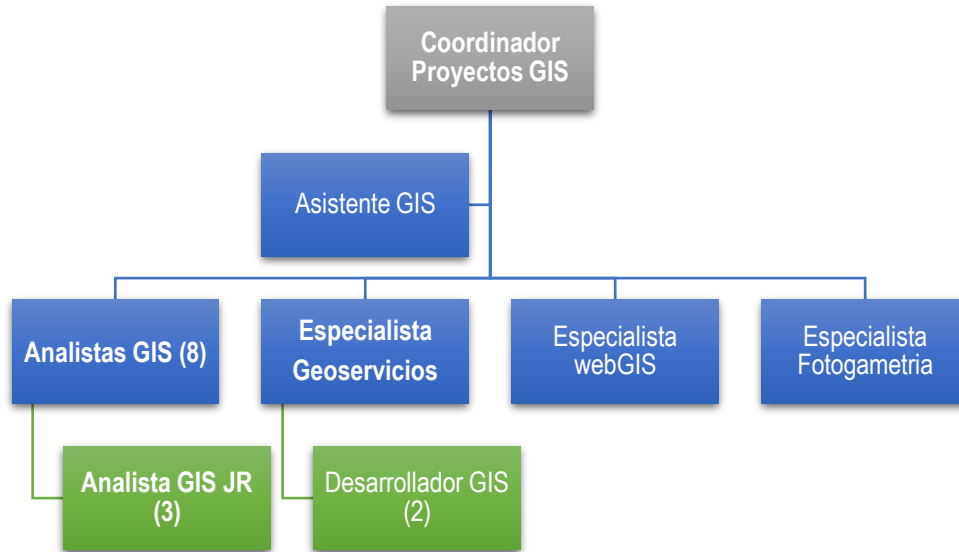
Fuente: Propia



**Figura 51. Cronograma de proyectos a nivel nacional**

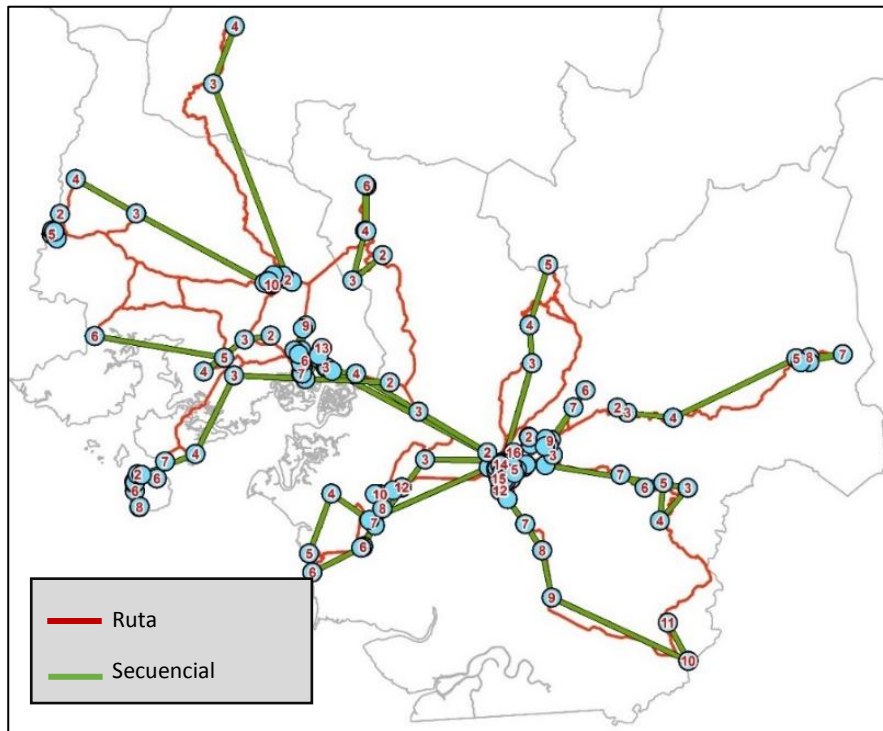
Fuente: Propia

Para lograr la aplicabilidad de un Sistema de Información Territorial y su total implementación se necesitaría aproximadamente un año a partir de la fecha, con una inversión de 12.4 millones de Lempiras.



**Figura 52. Organigrama de equipo propuesto**

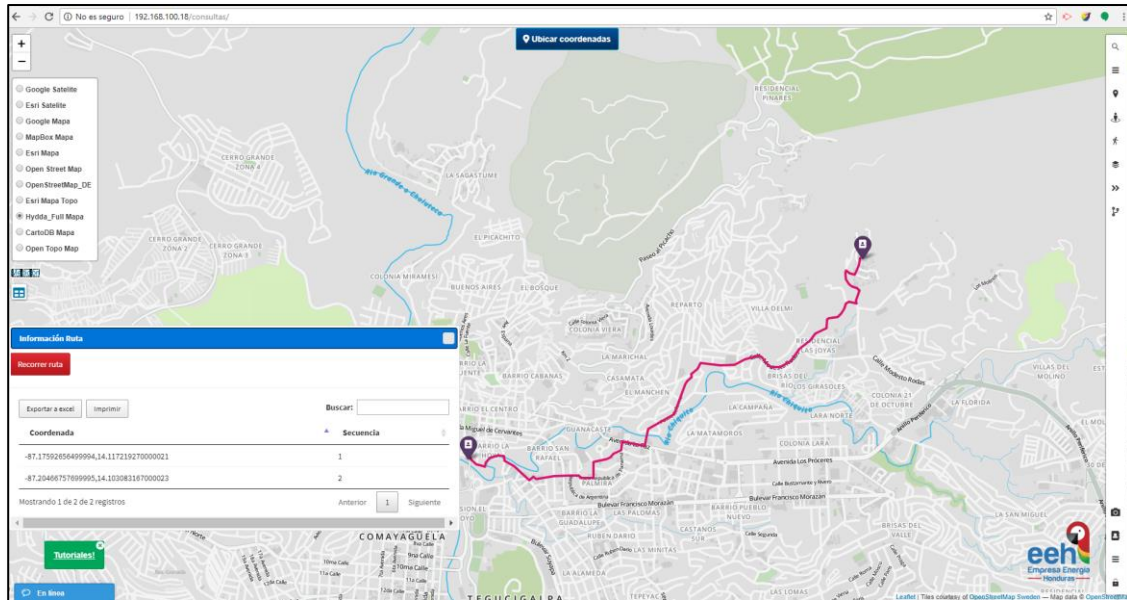
Fuente: Propia



**Figura 53. Rutas y secuencias**

Fuente: (propia)

A partir del sistema de rutas terrestres, es posible ubicar los clientes necesarios para una ruta específica y ejecutar la ruta de la manera más eficiente para economizar los recursos de la empresa.



**Figura 54. Rutas más cortas entre localidades**

Fuente: (propia)

Por medio del sistema de rutas es posible seleccionar la cantidad de clientes que se desean atender y generar la ruta de atención.

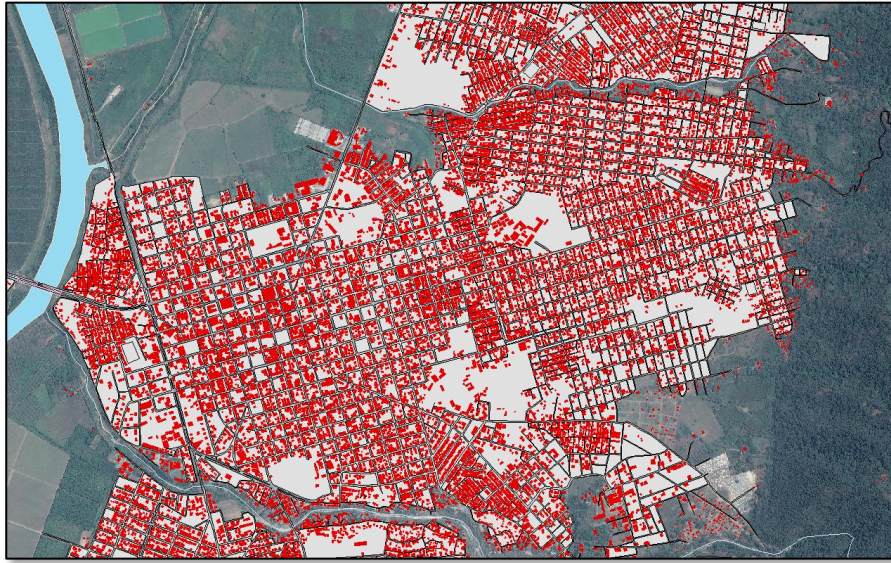


**Figura 55. Recorrido de lecturas en Libro de clientes**

Fuente: (propia)

Igualmente, a consecuencia de estos resultados, se ha dado apertura a otros proyectos, los cuales se detallan a continuación.

#### 4.4.1 Digitalización de techos



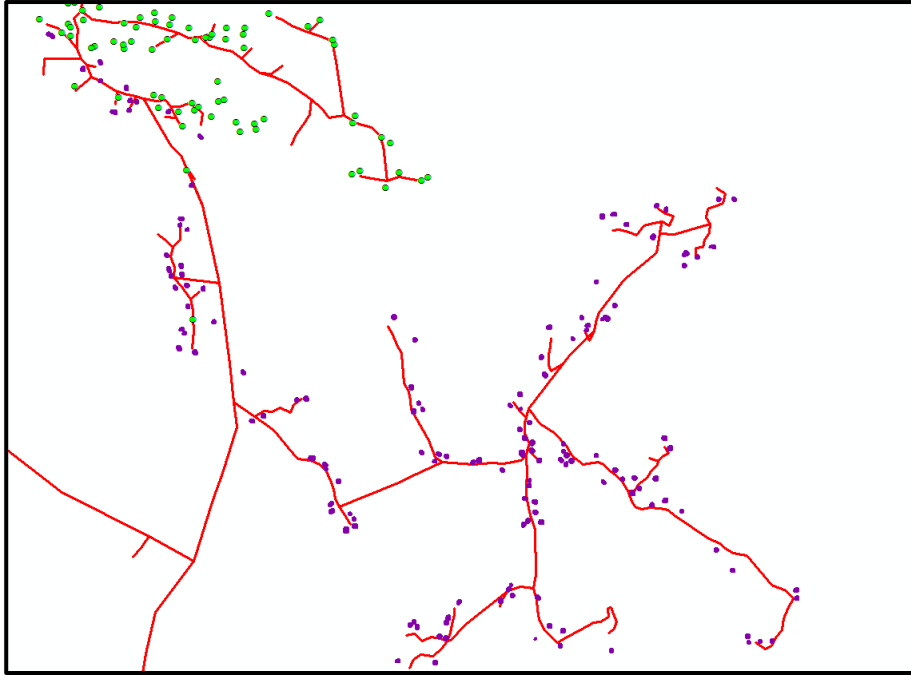
**Figura 56. Techos de ciudad progreso**

Fuente: (propia)

**Descripción del proyecto:** digitalizar los techos a nivel nacional

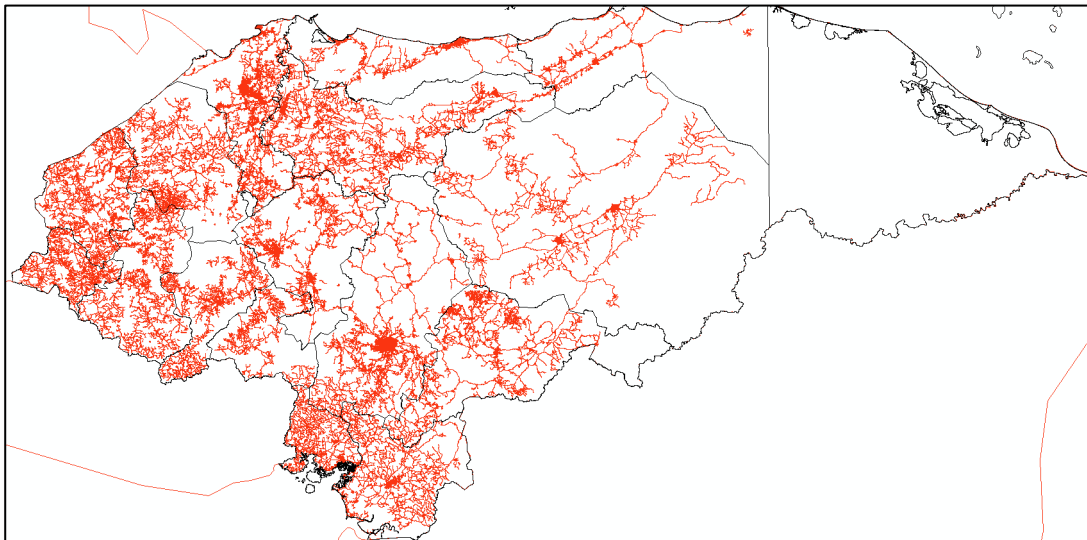
**Objetivo:** amarrar la ubicación exacta de los clientes a su techo correspondiente, de manera que el proceso de rutas sea más eficiente para cualquier tipo de gestión que se lleve a cabo.

**Beneficios:** Geolocalización de abonados actuales y potenciales, análisis de crecimiento demográfico de clientes y poblacional, Campañas de control de perdidas, legalización de usuarios de la red que no realizan pago entre otros.



**Figura 57. Techos rurales de hurto de energía**  
Fuente: (propia)

#### 4.4.2 Cartografía básica

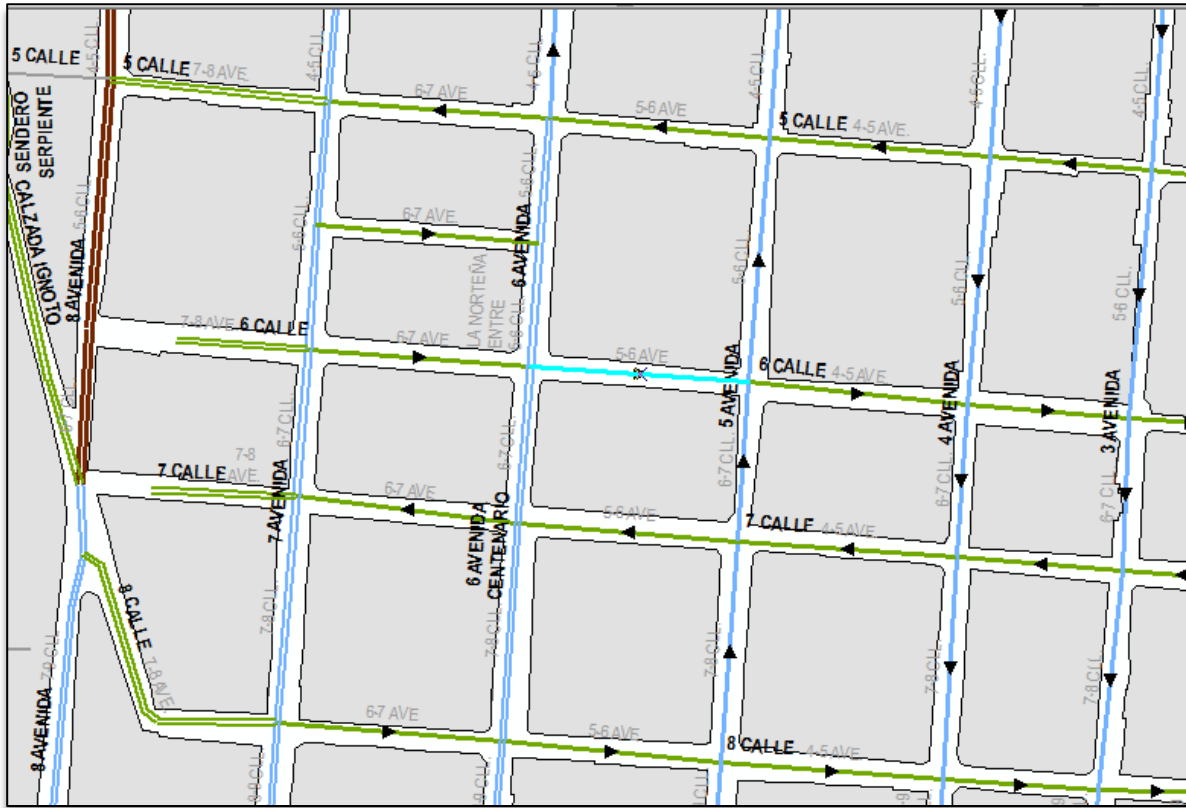


**Figura 58. Vista de cartografía a nivel nacional**  
Fuente: (propia)

**Descripción del proyecto:** digitalizar la cartografía a nivel nacional

**Objetivo:** contar con la información cartográfica necesaria que sirva como base para visualizar todos los elementos de la red de distribución y sus clientes.

#### 4.4.3 Ejes viales



**Figura 59. Rutas viales zona sur**

Fuente: (propia)

**Descripción del proyecto:** digitalizar los ejes viales a nivel nacional en base a la información cartográfica e imágenes satelitales.

**Objetivo:** contar con una red de transporte que permita conformar el sistema para rutas y a la vez contar con un callejero con todos los nombres y referencias de calle.

#### 4.4.4 Sistema de Información Territorial

Este sistema une todos los proyectos GIS en un solo sistema para gestionar, rutas, medidores, viviendas, electrificación, lotes y deudas, rutas eficientes, tiempos y cantidad de contratas.



**Figura 60. Sistema de Información Territorial Propuesto**  
Fuente: (propia)



## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

El presente estudio se basó en mostrar que una empresa de energía eléctrica, que dentro de sus objetivos fundamentales, está la atención al clientes en forma óptima, estaba teniendo retrasos importantes en la prestación de sus servicios, principalmente por no contar con un Sistema de Información Geográfica que desde sus herramientas y bondades, las empresas sub contratistas, pudieran resolver las necesidades del cliente en forma expedita.

A raíz de esta problemática se plantea la necesidad de la implementación de un sistema de información geográfica (SIG, GIS por sus siglas en ingles) y se inicia un proyecto de desarrollo (Febrero 2017) e implementación del piloto de prueba para esta investigación (Junio 2017), con la finalidad de obtener información que apoyara la creación de rutas terrestres y geo- localizadas de los clientes, que pudieran probar que se puede minimizar el tiempo de ejecución de las solicitudes de los clientes.

Con la propuesta del GIS se inicia la creación de la cartografía, los libros (Conjunto de clientes de localidades cercanas) y Ejes viales (Nodos), que todos en su conjunto están contribuyendo a la creación de rutas terrestres inteligentes que apoyan a la formación de cuadrillas dirigidas a dar respuesta a las órdenes de servicio, a un grupo de clientes geolocalizadas en un mismo sector (ubicados cercanamente). Esto permite reducir considerablemente el tiempo que toma ejecutar las ordenes planificadas (8 por día) e incrementando a su vez el número de ordenes atendidas.

Esta investigación buscaba como demostrar que la resolución de las órdenes de servicio estaba relacionada a la reducción del tiempo. O en sentido inverso, en un tiempo óptimo, el número de órdenes de servicio ascendería.

La prueba de hipótesis, realizado a través de la técnica de regresión Lineal, prueba de forma contundente, que existe una dependencia entre las variables (90%) en forma inversa (Coeficiente negativo de la variable tiempo). Lo anterior significa que en menor tiempo se da respuesta a una mayor cantidad de órdenes de servicio solicitadas por los clientes. Esta hipótesis fue probada con

un 95% de confiabilidad, y se puede afirmar que existe una fuerte cohesión entre las dos variables, como lo demuestra el índice de determinación, mayor al 80%. Asimismo, se acepta la hipótesis que la implementación de un GIS, influye en la reducción de los tiempos de respuesta a la resolución de las ordenes de servicio requerida por los clientes de la empresa de energía eléctrica.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda continuar indagando las nuevas bondades del sistema GIS para apoyar a la empresa de energía eléctrica, en otras áreas importantes, como reducción de ejecución en los procesos institucionales, optimización del uso de los recursos como tiempo de realización de tareas, entre otras áreas relevantes para lograr que la empresa eficiente en todos los aspectos.

Con el objetivo de continuar la reducción del tiempo en la ejecución de las OS se recomienda completar la creación del GIS de rutas partiendo de los resultados de esta investigación hasta completar el 100% de las rutas y crear un método de mantenimiento y actualización de estas.

La muestra analizada fue la ciudad de Tegucigalpa. Sería de gran valor realizar un análisis para las ciudades más importantes del país, como San Pedro Sula, La Ceiba, Choloma y Santa Rosa de Copan.

Analizar el comportamiento de estas ciudades y compararlas con las obtenidas en este estudio, será de gran valor para la toma de decisiones de la empresa.

Importante sería un estudio que contrastara la capacidad de gestión de servicios de la empresa en el área rural y el área urbana.

Divulgar estos resultados a la opinión pública nacional para que la empresa logre mejorar su imagen institucional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arancibia, M. E. (2008). El uso de GIS en la planificación estratégica de los recursos energéticos. *Revista Polis*, (20). Recuperado a partir de <http://polis.revues.org/3516>
- Banco Ficohsa, Coalianza, & ENEE. (2016). Contrato de Prestación de Servicios para la reducción de pérdidas en el sistema eléctrica de honduras. Recuperado a partir de <http://www.enee.hn/index.php/planeacion-y-redencion-de-cuentas-enee/concesiones>
- Empresa Energía Honduras. (2017). *Bussiness Intelligence 2017* (Repositorio de datos digitales). Empresa Energía Honduras. Recuperado a partir de <https://app.powerbi.com/groups/me/reports/50e05740-0c72-476f-88ce-7178a9aa2e3c?ctid=6e2df138-7277-45a0-930d-d3ebe9d90189>
- Empresa Energía Honduras. (2017). *Plan de mejora de la operacion 2017* (Planificacion). Honduras.
- Gerencia de Planificación, Cambio e Innovación Empresarial. (2017). *Boletin Estadistico ENEE Junio 2017* (Boletin No. 6). Honduras: ENEE. Recuperado a partir de <http://www.enee.hn/index.php/planificacionicono/182-boletines-estadisticos>
- Gerencia General ENEE, & SEMEH. (1999). Contrato de prestacion de servicios SEMEH 03-99. Recuperado a partir de <http://www.enee.hn/index.php/planeacion-y-redencion-de-cuentas-enee/concesiones>
- Mapping Geograma. (2017a). *Informe de evaluacion*.
- Mapping Geograma. (2017b). Uso de GIS en empresas de Servicio. Recuperado a partir de <http://www.geograma.com/quienes-somos/>

PROME, R. (2014). *Análisis de Costos Levantamiento de Red BYMT 2014*. Honduras: ENEE.

Mapping Geograma. (2017b). Uso de GIS en empresas de Servicio. Recuperado a partir de

<http://www.geograma.com/quienes-somos/>

Tribunal Superior de Cuentas. (2007). *Auditoría Financiera y de Cumplimiento Legal ENEE*

(Auditoría). Tegucigalpa: Tribunal Superior de Cuentas.

Digitalización, PROMEF (2013). *Informe de Proyecto de Digitalización de RBYMT 2013*.

Honduras: ENEE.

Digitalización, PROMEF (2014). *Informe de Proyecto de Digitalización de RBYMT 2014*.

Honduras: ENEE.

Coordinación GIS, EEH (2017). *Proyectos GIS 2017* (Planificación No. 2) (p. 20). Honduras:

Empresa Energía Honduras.

Coordinación GIS, EEH (2017). *Informe Primer Semestre 2017 Proyectos GIS*, Honduras:

Empresa Energía Honduras.

Coordinación GIS, EEH (2018). *Informe Primer Trimestre 2018 Proyectos GIS*, Honduras:

Empresa Energía Honduras.

Coordinación GIS, EEH (2018). *Proyectos GIS 2018 Proyectos GIS*, Honduras: Empresa

Energía Honduras.

Coordinación GIS, EEH (2018). *Primera Revisión de Proyectos GIS 2018*, Honduras: Empresa

Energía Honduras.