

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA,  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, PARA LA VISUALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA EN EL ÁMBITO NACIONAL, A TRAVÉS DE LOS PROYECTOS DE GIRAS DE CAMPO QUE SE REALIZAN EN DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y ACCIÓN SOCIAL ENTRE 2015 Y EL I SEMESTRE 2019.

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía para optar al grado y título de Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (UCR-UNA)

**GUSTAVO LARA MORALES**

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa, mi hijo, mis padres, mis hermanos y a Dios.

A Dios por ser nuestra fortaleza.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco el apoyo y colaboración de las siguientes personas: Jeniffer Renderos Alvarado mi esposa que con su apoyo incondicional fui capaz de alcanzar las metas propuestas y más, al Ing. Juan Antonio Picado Salvatierra Director de la Escuela de Ingeniería Topográfica, por su total apoyo y un agradecimiento muy especial a mi amiga Carmen Cerdas Abarca por su gran apoyo y amistad.

“Pregúntate si lo que estás haciendo hoy te acerca al lugar donde quieres estar mañana” por Walt Disney

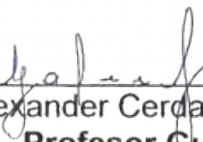
“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (UCR-UNA).”



---

M.Sc. Melvin Lizano Araya.

**Representante del Decano Sistema de Estudios de Posgrado**



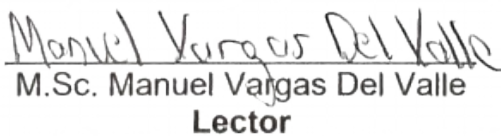
---

M.Sc. Alexander Cerdas Hernández  
**Profesor Guía**



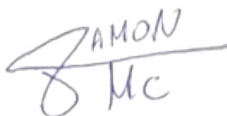
---

Máster. Juan Gabriel Mc. Gregor Sanabria  
**Lector**



---

M.Sc. Manuel Vargas Del Valle  
**Lector**



---

M.Sc. Ramón Masis Campo

**Representante del Director del Programa de Posgrado**



---

Gustavo Lara Morales  
**Sustentante**

## **RESUMEN**

La Escuela de Ingeniería Topográfica (EIT) ha realizado a través de los años diversas labores en Docencia, Investigación y Acción Social, que impactan la sociedad costarricense en formas diversas. Esta labor de la Escuela de Ingeniería Topográfica no ha sido recopilada, organizada y presentada de forma que pueda ser accedida por la sociedad nacional e internacional, a través de un sistema de información.

Por este motivo se crea un Sistema de Información Geográfica (SIG) de acceso público y gratuito, como una herramienta veraz y oportuna para la divulgación de información generada por la EIT, utilizando tecnologías Open Source, a través de QGIS, Leaflet, GitHub y otras herramientas, para la creación de una página web, con un visor de mapa.

Esta herramienta busca ofrecer oportunidades a otras unidades académicas (Escuelas), centros de investigación, Institutos y Universidades, de conectar proyectos de interés en las zonas donde converjan las acciones en común, siendo una ventana que amplía las acciones institucionales y brinda la oportunidad de nuevas relaciones en busca de impactar positivamente la sociedad.

## CONTENIDO

<b>SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, PARA LA VISUALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA EN EL ÁMBITO NACIONAL, A TRAVÉS DE LOS PROYECTOS DE GIRAS DE CAMPO QUE SE REALIZAN EN DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y ACCIÓN SOCIAL ENTRE 2015 Y EL I SEMESTRE 2019.....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iv</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación del tema elegido.....	3
1.3 Objetivo General:.....	4
1.3.1 Objetivos Específicos:.....	4
1.4 Delimitaciones.....	4
1.5 Alcances del proyecto.....	4
1.6 Limitaciones.....	5
<b>CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>6</b>
2.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	6
2.1.1 ¿Qué es un SIG?.....	9
2.2 Base de datos.....	10
2.3 Base de datos espaciales.....	11
2.3 Open Source Software.....	12
2.4 Leaflet.....	13
2.5 OpenStreetMap.....	14
2.6 GitHub.....	15
2.7 QGIS.....	15

2.8 Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).....	16
2.9 Open Geospatial Consortium (OGC).....	17
2.10 World Wide Web Consortium (W3C).....	18
2.11 Complemento qgis2web para QGIS.....	19
2.12 Licencia GNU GNLv3.....	20
2.13 Licencia copyleft.....	21
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
3.1 Alcance del Proyecto.....	22
3.2. Tipo de Investigación.....	23
3.3 Participantes.....	23
3.4 Instrumentos y Datos.....	23
3.5 Zonas de Estudios.....	25
3.6 Flujo de Trabajo.....	25
3.7 Tablas de Atributos.....	27
3.7.1 Datos de los años 2015 y 2016.....	28
3.7.2 Datos digitales del Sistema en línea, años 2017, 2018 y I Semestre del 2019.....	30
3.7.2 Descripción de atributos.....	30
3.8 Localización de puntos geográficos con QGIS.....	32
3.8.1 Creación de capa de punto.....	32
3.8.2 Búsqueda y localización de gira en capa de punto.....	32
3.8.2.1 Ejemplo con la gira 1 del año 2015.....	33
3.9 Unión de las tablas de atributos y los puntos geoespaciales.....	38
3.10 Análisis creación de capas.....	41
3.10.1 Uniendo todas las capas por años.....	41
3.10.2 Dividiendo capas por tipo.....	42
3.10.3 Rutas a cada gira.....	43
3.11 Creación del visor.....	44

3.11.1 Proyecto en QGIS.....	45
3.11.2 Configuración de parámetros qgis2web.....	46
3.12 Alojamiento en GitHub.....	53
3.12.1 Creación de cuenta en GitHub.....	54
3.12.2 Instalación GitHub Desktop y alojamiento.....	54
3.12.3 Publicación de repositorio, acceso público.....	58
3.13 Limitaciones.....	62
<b>CAPITULO 4: RESULTADOS.....</b>	<b>63</b>
4.1 Resultados estadísticos.....	63
4.1.1 Giras por áreas y años.....	64
4.1.2 Giras de docentes por área.....	64
4.1.3 Giras de docente por año.....	65
4.1.4 Giras de docente distribuidas por división política administrativa..	66
4.1.5 Nombre de sitios más visitados por división política administrativa.	67
4.1.6 Distritos más visitados.....	68
4.1.6 Cantones no visitados.....	68
4.1.7 Distancias recorridas de las giras por docente.....	69
4.1.8 Rutas recorridas en Docencia, Investigación y Acción Social.....	70
4.2 Visor EIT.....	72
4.2.1 Componentes del visor_eit.....	73
<b>CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
5.1 Conclusiones.....	77
5.2 Recomendaciones.....	78
<b>CAPITULO 6: BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>79</b>



## Índice de tablas

Tabla 1: Primeros datos de la Tabla de atributos, para el año 2015.....	28
Tabla 2: Primeros datos de la Tabla de atributos, para el año 2017.....	29
Tabla 3: Número de Giras por áreas de acción de la UCR, entre el 2015 y I-2019. .....	63
Tabla 4: Giras de Docentes por áreas.....	64
Tabla 5: Gira de Docentes por año.....	65
Tabla 6: Cantidad de puntos visitados por división política en Costa Rica.....	65
Tabla 7: Nombre de sitios más visitados por división política.....	66
Tabla 8: Diez Distritos más visitados.....	67
Tabla 9: Cantones no visitados en las giras.....	67
Tabla 10: Distancia más larga recorrida por Docente en kilómetros.....	69

## Índice de figuras

Figura 1: Formulario para programación de giras de campo 2015.....	23
Figura 2: Expediente único, tramite y solicitud de giras, a partir del 2017.....	23
Figura 3: Diagrama del Flujo de Trabajo.....	24
Figura 4: Oficio EIT-63-2015 para la solicitud de programación de Giras para el I Semestre del 2015.....	26
Figura 5: Archivo digital, contenido de la carpeta del año 2015.....	27
Figura 6: Archivo digital, contenido de la carpeta del I Semestre del año 2015, dividida por docente. ....	27
Figura 7: Archivo digital, programación de las Giras I Semestre del 2015.....	28
Figura 8: Creación de capa de puntos en formato Shape File, campo "Id".....	32
Figura 9: Búsqueda del la gira 1, destino "Tacares", complemento OSM place search.....	33
Figura 10: Creación de un punto geoespacial con número de Id.....	34
Figura 11: Búsqueda del la gira 1, destinos "Santo Domingo" y "Alajuela", complemento OSM place search.....	35
Figura 12: Creación de los puntos geoespacial "Santo Domingo" y "Alajuela".....	35
Figura 13: Vista general Gira 1 del 2015 y Tabla de atributos.....	36
Figura 14: Distribución geoespacial de las giras del año 2015, EIT.....	36
Figura 15: Vista General de las giras de campo del 2015 al I Semestre 2019.....	37
Figura 16: Unión de tabla de atributos y puntos geoespaciales.....	38
Figura 17: Unión de tablas.....	39
Figura 18: Tabla de atributos capa "2015", unión de la tabla de atributos.....	39
Figura 19: Unión de capas por año.....	40
Figura 20: Dividir capa vectorial en otras capas.....	41
Figura 21: Administrador de fuentes de datos WFS.....	42
Figura 22: Herramienta para el cálculo de ruta más corta.....	43

Figura 23: Vista general, proyecto QGIS mapa Docencia.....	45
Figura 24: Modificación de parámetros “Layers and Groups” .....	46
Figura 25: Modificación de parámetros “Appearance” .....	47
Figura 26: Modificación de parámetros “Export” .....	48
Figura 27: Archivos y carpetas creados por el complemento qgis2web.....	49
Figura 28: Código HTML, archivo “index.html” generado por qgis2web.....	49
Figura 29: Vista general, proyecto QGIS mapa Investigación.....	51
Figura 30: Vista general, proyecto QGIS mapa Acción Social.....	52
Figura 31: Cuenta en GitHub.....	53
Figura 32: Página para descarga de GitHub desktop.....	54
Figura 33: Alojamiento de carpeta, contenido mapa web.....	55
Figura 34: Agregando la carpeta o dirección, donde se aloja el mapa web.....	55
Figura 35: Creación de nuevo repositorio.....	56
Figura 36: Publicación de repositorio en GitHub.....	57
Figura 37: Repositorio cargado en la cuenta de GitHub.....	58
Figura 38: Contenido de repositorio “visor_eit” .....	58
Figura 39: Setting volver a acceso público.....	59
Figura 40: Activación de página web.....	59
Figura 41: Confirmación que el repositorio, cambio a página web.....	60
Figura 42: Visor alojado en el repositorio GitHub, con las giras de la EIT de la UCR.....	60
Figura 43: Visor desde dispositivo móvil.....	61
Figura 44: Geolocalización de las giras de campo, categorizado por área: Acción Social, Docencia e Investigación.....	62
Figura 45: Sitios más visitados en las Giras, por división política.....	66
Figura 46: Rutas de las giras en Docencia a través de los años.....	70
Figura 47: Rutas de las giras en Investigación a través de los años.....	70
Figura 48: Rutas des la giras en Acción Social a través de los años.....	71

Figura 49: Visor web <a href="https://eitucr.github.io/visor_eit/">https://eitucr.github.io/visor_eit/</a> , página "Home".....	72
Figura 50: Zonas de interacción del visor web.....	72
Figura 51: Secciones de las barra superior, visor_eit.....	73
Figura 52: Iconos de control, del visor.....	74
Figura 53: Iconos de información.....	74
Figura 54: Control de Capas, del visor.....	75

## Lista de abreviaturas

En el presente texto se utilizaran las siguientes abreviaturas:

<b>API:</b>	Application Programming Interface
<b>EIT:</b>	Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica
<b>GIS:</b>	Geographic Information System
<b>HTML:</b>	Hyper Text Markup Language
<b>IETF:</b>	Internet Engineering Task Force
<b>IoT:</b>	Internet of Things
<b>NCGIA:</b>	National Centre of Geographic Information and Analysis
<b>OGC:</b>	Open Geospatial Consortium
<b>OSGeo:</b>	Open Source Geospatial Foundation
<b>OSI:</b>	Open Source Initiative
<b>OSM:</b>	OpenStreetMap
<b>SIG:</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>UCR:</b>	Universidad de Costa Rica
<b>W3C:</b>	World Wide Web Consortium
<b>Web:</b>	World Wide Web
<b>WFS:</b>	Web Feature Server



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SEP Sistema de Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Gustavo Lara Morales, con cédula de identidad 109850029, en mi condición de autor del TFG titulado "Sistema de Información Geográfica, para la visualización del impacto de la Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica en el ámbito nacional a través de los proyectos de gira de campo que se realizan en docencia, investigación y acción social entre 2015 y el 15 de octubre 2019."

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:**

Nombre Completo: Gustavo Lara Morales  
Número de Carné: 951564 Número de cédula: 10985029  
Correo Electrónico: gustavo.lara@ucr.ac.cr  
Fecha: 29/01/2020 Número de teléfono: 8827-4072  
Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Alexander Cerdas Hernández

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

# **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Los elementos para plantear un problema son tres y están relacionados entre sí: los objetivos que persigue la investigación, las preguntas de investigación y la justificación del estudio.

La Escuela de Ingeniería Topográfica (EIT) ha realizado a través de los años diversas labores en Docencia, Investigación y Acción Social, que impactan la sociedad costarricense en formas diversas, con la preparación de profesionales, la investigación científica y la ayuda a comunidades a través de los programas de acción social.

Esta labor de la EIT no ha sido recopilada, organizada y presentada de forma que pueda ser accedida por la sociedad nacional e internacional, a través de un sistema de información que sirva como medio para dimensionar el impacto de la EIT.

Por este motivo, se plantea la creación de un Sistema de Información Geográfica de acceso público y gratuito, como una herramienta veraz y oportuna para la divulgación de la labor de Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica.

Esta herramienta busca ofrecer oportunidades a otras unidades académicas (Escuelas), centros de investigación, institutos y universidades, de conectar proyectos de interés en las zonas donde converjan las acciones en común, siendo una ventana que amplía las acciones institucionales y brinda la oportunidad de nuevas relaciones en busca de impactar positivamente la sociedad.

## **1.2 Justificación del tema elegido**

La Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica, ha tenido en los últimos años un crecimiento exponencial, tanto académicamente como en desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías a la docencia y la investigación. Bajo este marco se ha creado una área de investigación con la adquisición y la incorporación de vehículos aéreos no tripulados, sistemas LiDAR y sensores remotos; esto a generado la necesidad de poder ofrecer a la comunidad académica, profesional y civil, un portal donde se pueda exponer información relevante y divulgar las áreas de acción de la EIT, que pueda ser consultada para la toma de decisiones de diferentes actores, por lo que se ha convertido, en una necesidad para la Escuela de Ingeniería Topográfica, con este objetivo se ha creado un área de laboratorio de investigación nombrado Laboratorio de Geomática, con el fin de generar información relevante.

La maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección viene a convertirse en la mejor forma de poder alcanzar los objetivos planteados, por su relación directa con el área en estudio, pudiendo aportar todos los principales elementos académicos, para la realización y materialización de futuros proyectos.

### **1.3 Objetivo General:**

Implementar la infraestructura necesaria para la creación de un Sistema de Información Geográfica, como herramienta de visualización del impacto de la Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica en el ámbito nacional.

#### **1.3.1 Objetivos Específicos:**

1. Establecer un protocolo para la obtención de la información necesaria para la creación de la base de datos de giras de campo.
2. Diseñar una base de datos espacial actualizable, con la información de las giras de campo.
3. Establecer la infraestructura para la materialización de un visor de acceso público a través de un Sistema de Información Geográfica Open Source.

### **1.4 Delimitaciones**

El proyecto se llevó a cabo para la Escuela de Ingeniería Topográfica (EIT) de la Universidad de Costa Rica, contemplando desde el primer semestre del año 2015 al primer semestre del año 2019, con las giras de campo que se encuentran en las bases de datos literales y digitales de la EIT y de la Sección de Transportes de la Oficina de Servicios Generales de la Universidad de Costa Rica, solicitadas por medio de boletas de giras manuales o del Expediente Único, herramienta automatizada para la centralización de la información personal, académica y laboral de los funcionarios universitarios, en el territorio nacional.

### **1.5 Alcances del proyecto**

Al finalizar se busca ofrecer una herramienta de toma de decisiones tanto para la EIT como para el personal docente y estudiantil, que contribuya en el



planteamiento de proyectos de docencia, investigación y de acción social, que forman parte del quehacer universitario.

Además se espera continúe siendo actualizado a través de los años, por el personal del Laboratorio de Geomática de la EIT, como parte de sus labores regulares, contribuyendo a la constante actualización y adquisición de conocimientos en el área de los Sistemas de Información Geográficos para la carrera de Bachiller y Licenciatura en Ingeniería Topográfica.

### **1.6 Limitaciones**

Una de las principales limitaciones es el compartir información de acceso público que no atente con la seguridad de los servidores de la Escuela de Ingeniería Topográfica o de la Universidad de Costa Rica (UCR), por lo que se utilizará para este proyecto un servicio de alojamiento de sitios web de origen Open Source Software llamado GitHub, apoyándose en el soporte de seguridad de los servidores propios del servicio Web indicado, donde se almacenará y accederá el código fuente del proyecto hasta su finalización, esperando poder transferir posteriormente a un servidor local de la UCR.

## **CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Durante siglos hemos utilizado los tradicionales mapas de papel para representar nuestro espacio y entorno, y poder emprender acuerdos para gestionar, organizar y tomar decisiones sobre el territorio. Pero ¿qué ha sucedido en poco más de cuatro décadas? ¿Se continúan utilizando los mapas en papel de la misma manera? Con la rápida evolución de los sistemas de información geográfica (SIG) y su tecnología asociada, los SIG han revolucionado el mundo de la cartografía, del análisis espacial, de la planificación y de la gestión del territorio (Botella, & Muñoz, 2011).

Conocer dónde está sucediendo algo es de vital importancia si queremos ir allí o bien queremos enviar allí a alguien, e incluso si queremos encontrar alguna otra información sobre ese lugar o simplemente, por ejemplo, si queremos informar a la gente que vive alrededor. Por lo tanto, podemos afirmar que muchas decisiones (o quizás todas) políticas, estratégicas y de planificación de acciones sobre el territorio tienen consecuencias geográficas. En resumen, la Información Geográfica (IG) es información sobre un elemento en la superficie de la Tierra, es el conocimiento sobre “dónde” hay algo o “qué hay» en un determinado lugar.

La información geográfica:

- Es multidimensional: mediante dos coordenadas geográficas se puede definir cualquier posición en la superficie de la Tierra ( x, y o latitud, longitud).
- Depende de la resolución geográfica: puede ser muy detallada o muy genérica.
- Puede ser muy voluminosa.
- Se puede representar en diferentes formatos digitales, que pueden influir en los análisis y los resultados.

- Debe ser proyectada, a menudo, en una superficie plana.
- Requiere métodos especiales y un tiempo de dedicación en el análisis nada despreciable.

Una vez abordado el concepto de Información Geográfica (IG) añadiremos el concepto de sistema, es decir, añadiremos la S que nos falta al acrónimo SIG. El término de sistema de información tiene diferentes significados:

- Un sistema que puede ser automatizado o manual, que incluye personas, máquinas y otros métodos organizados para la recopilación, procesamiento, transmisión y distribución de datos que representan información de utilidad.
- Un equipo informático o de telecomunicaciones o sistema interconectado que se utiliza para la adquisición, almacenamiento, manipulación, gestión, movimiento, control, representación, intercambio, transmisión o recepción de voz o datos, que incluye software y hardware (Botella, & Muñoz, 2011).

Por sistema de información se entiende la unión de la información y herramientas informáticas (programa o software) para su análisis con unos objetivos concretos (Peña, 2006). Un sistema de información se usa para manipular, consultar, editar, visualizar, generalmente para trabajar con información almacenada en una base de datos.

Por otra parte, al incluir el término geográfica se asume que la información es espacialmente explícita, es decir, que incluye la posición en el espacio (Peña, 2006).

$$SI + IG = SIG$$

La característica común en todas las definiciones es que en todas aparece la capacidad para trabajar con información espacial.

Un Sistema de Información Geográfica es "Un sistema de hardware, software, datos, personas, organizaciones y convenios institucionales para la recopilación, almacenamiento, análisis y distribución de información de territorios de la Tierra" (Deuker y Kjerne, 1989).

Los SIG son las acciones organizadas con que las personas miden aspectos de fenómenos y procesos geográficos para enfatizar cuestiones espaciales, entidades y relaciones. Operan bajo estas representaciones, descubren nuevas relaciones mediante la integración de diferentes fuentes y transforman estas representaciones.

Burrough (1998), en cambio, recoge definiciones basadas en tres categorías:

1. Una poderosa "caja de herramientas" para recoger, almacenar, recuperar, transformar y visualizar datos del mundo real (Burrough, 1986).
2. Un sistema de bases de datos en el que la mayoría de los datos están indexados geográficamente y con los cuales se puede realizar un conjunto de procedimientos con el objetivo de dar respuesta a consultas sobre entidades espaciales en la base de datos (Smith et al., 1987).
3. Una entidad institucional con una estructura organizativa que integra tecnología con bases de datos, expertos y ayuda económica continua (Cartero, 1989).

Además, los SIG se pueden definir dependiendo de los grupos de personas que los utilizan (Longley et al., 2001):

- Un contenedor de mapas digitales (el público general).
- Un conjunto de herramientas para la resolución de problemas geográficos (gestores, planificadores).
- Un sistema de ayuda a la toma de decisiones espaciales (gestores científicos e investigadores).
- Un inventario mecanizado de capas geográficamente distribuidas y servicios (gestores de recursos, responsables de logística).
- Una herramienta para la demostración de lo que es invisible en la información geográfica (científicos e investigadores).
- Una herramienta para llevar a cabo operaciones con datos espaciales que son demasiados pesados, costosos o imprecisos manualmente (gestores de recursos, planificadores, cartógrafos).

Se observa que hay unos tipos de datos que son comunes a todas las definiciones: los datos espaciales. Éstos son únicos porque se pueden relacionar con un mapa geográfico. Espacial significa relacionado con el espacio que nos rodea, en el cual vivimos y funcionamos (Clarke, 1997).

### **2.1.1 ¿Qué es un SIG?**

Según la National Centre of Geographic Information and Analysis (NCGIA) un SIG es:

“Un Sistema de Información Geográfica es un sistema informático diseñado para permitir que los usuarios recopilen, administren y analicen grandes volúmenes de datos de atributos con referencias espaciales y asociados. Los componentes principales de un SIG son: un sistema de interfaz de usuario; capacidades de gestión de bases de datos; creación de bases de datos / capacidad de entrada de datos; paquetes de análisis y manipulación de datos espaciales; y funciones de visualización / generación de productos.” (Padmanabhan, G., Leipnik, M. R, & Yoon, J.,1992, p.29)

También podemos entender el SIG como:

- Una forma particular de sistema de información aplicado a datos geográficos.
- Un Sistema es un grupo de entidades y actividades conectadas que interactúan para un propósito común, ejemplo:
  - Un automóvil es un sistema en el que todos los componentes funcionan juntos para proporcionar un transporte.
- Un sistema de información es un conjunto de procesos, ejecutados en datos sin procesar, para producir información que será útil en la toma de decisiones.
  - Una cadena de pasos conduce desde la observación y la recopilación de datos a través del análisis.

- Un sistema de información debe tener una gama completa de funciones para lograr su propósito, incluida la observación, medición, descripción, explicación, pronóstico, toma de decisiones.
- Un Sistema de Información Geográfica utiliza datos geográficamente referenciados, así como datos no espaciales e incluye operaciones que apoyan el análisis espacial.
  - En SIG, el propósito común es la toma de decisiones, para administrar el uso de la tierra, los recursos, el transporte, la venta minorista, los océanos o cualquier entidad distribuida espacialmente
  - La conexión entre los elementos del sistema es geografía, por ejemplo, ubicación, proximidad, distribución espacial.
- En este contexto, SIG puede verse como un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para admitir la captura, gestión, manipulación, análisis, modelado y visualización de datos con referencias espaciales para resolver problemas complejos de planificación y gestión.
  - Aunque muchos otros programas de computadora pueden usar datos espaciales (por ejemplo, AutoCAD y paquetes de estadísticas), los SIG incluyen la capacidad adicional para realizar operaciones espaciales (Unit 01, CC in GIS, & Cowen, D.,1990).

## **2.2 Base de datos**

Primero se hablará del concepto de los sistemas de bases de datos:

- Una base de datos es una recopilación de datos no redundantes que pueden ser compartidos por diferentes sistemas de aplicación. Destaca la importancia de múltiples aplicaciones.
  - Compartir datos de la base de datos espacial, se convierte en un recurso común para un Departamento.

- Implica la separación del almacenamiento físico del uso de los datos por parte de un programa de aplicación, es decir, independencia del programa / datos,
  - el usuario o el programador o especialista en aplicaciones no necesita conocer los detalles de cómo se almacenan los datos,
  - tales detalles son "transparentes para el usuario".
- Los cambios pueden ser hechos a datos sin afectar otros componentes del sistema, por ejemplo,
  - el formato de cambio de los elementos de datos (real a entero, operaciones aritméticas)
  - cambia la estructura del archivo (reorganiza los datos internamente o cambia el modo de acceso)
  - el traslado de un dispositivo a otro, por ejemplo, del almacenamiento óptico al magnético, del disco duro (*Unit 43, CC in GIS, & White, G., 1990*).

### **2.3 Base de datos espaciales**

Una base de datos espacial se define como una colección de datos de referencia espacial que actúa como un modelo de realidad.

- Una base de datos es un modelo de realidad en el sentido de que la base de datos representa un conjunto seleccionado o una aproximación de fenómenos.
- Estos fenómenos seleccionados se consideran lo suficientemente importantes como para representar en forma digital.
- La representación digital puede ser por un período de tiempo pasado, presente o futuro (o contener una combinación de varios períodos de tiempo de manera organizada) (*Unit 10, CC in GIS, & Nyerges, T. L. ,1990*).

## 2.3 Open Source Software

El desarrollo basado en el uso compartido y la mejora colaborativa del código fuente del software tiene una historia esencialmente tan larga como el desarrollo del software en sí. A fines de la década de 1990, el interés y la participación en este fenómeno aumentaron notablemente con el reconocimiento general de Linux en publicaciones como Forbes y el lanzamiento del código fuente del navegador Netscape.

Open Source Initiative (OSI) se formó en 1998 como una organización educativa, de defensa y administración en este momento importante en la historia del desarrollo colaborativo.

El término "Open Source" o "código abierto" se creó en una sesión de estrategia celebrada el 3 de febrero de 1998 en Palo Alto, California, poco después del anuncio del lanzamiento del código fuente de Netscape. La sesión de estrategia se prolongó al darse cuenta de que la atención en torno al anuncio de Netscape había creado una oportunidad para educar y abogar por la superioridad de un proceso de desarrollo abierto.

Los conferencistas creyeron que las razones pragmáticas de los casos de negocios que motivaron a Netscape a lanzar su código ilustraron una manera valiosa de interactuar con los posibles usuarios y desarrolladores de software, y los convencieron de crear y mejorar el código fuente al participar en una comunidad comprometida. Los conferencistas también creían que sería útil tener una etiqueta única que identificara este enfoque y la distinguiera de la etiqueta "software libre" enfocada filosófica y políticamente. La lluvia de ideas para esta nueva etiqueta finalmente convergió en el término "código abierto", originalmente sugerido por Christine Peterson.

Dos de los presentes en la reunión de Palo Alto (Eric Raymond y Michael Tiemann) más tarde se desempeñarían como presidentes de OSI, y otros



asistentes (incluyendo a Todd Andersen, Jon "maddog" Hall, Larry Augustin y Sam Ockman) se convirtieron en los primeros partidarios clave de la organización.

La adopción del término fue rápida, con el apoyo temprano de figuras de la comunidad, como Linus Torvalds, y de una cumbre de Software Libre de abril de 1998 a la que asistieron muchas personas clave, incluidas las figuras fundadoras de sendmail, Perl, Python, Apache y representantes del IETF e Internet Software Consortium.

El término Open Source Software o Software de Código Abierto, se define como un software al que se puede acceder, utilizar, cambiar y compartir libremente (en forma modificada o no modificada) por cualquier persona. El software de código abierto está compuesto por muchas personas y se distribuye bajo licencias que cumplen con la definición de código abierto. La definición de código abierto reconocida internacionalmente proporciona diez criterios que deben cumplirse para cualquier licencia de software, y el software distribuido bajo esa licencia, para ser etiquetado como "software de código abierto". Solo el software con licencia bajo una licencia de código abierto aprobada por OSI debe estar etiquetado como software de "código abierto" (Open Source Initiative, 2019).

## **2.4 Leaflet**

Leaflet es la biblioteca de JavaScript (JS) de código abierto líder para mapas interactivos aptos para dispositivos móviles. Con un peso aproximado de 38 KB de JS, tiene todas las funciones de mapeo que la mayoría de los desarrolladores necesitan. Leaflet está diseñado teniendo en cuenta la simplicidad, el rendimiento y la facilidad de uso. Funciona de manera eficiente en todas las principales plataformas móviles y de escritorio, se puede ampliar con muchos complementos, tiene una API (o interfaz de programación de aplicaciones) hermosa, fácil de usar y bien documentada, y un código fuente simple y legible en el que es un placer contribuir (Leaflet, 2019).

## 2.5 OpenStreetMap

OpenStreetMap es una iniciativa abierta para crear y proporcionar datos de mapas gratuitos a cualquier persona que los desee.

Bajo OpenStreetMap Foundation que es una organización sin fines de lucro registrada en el Reino Unido se apoya el proyecto OpenStreetMap. El proyecto OpenStreetMap, basado en OpenStreetMap.org, es el esfuerzo de mapeo mundial que incluye a más de dos millones de voluntarios en todo el mundo.

La fundación está formada por miembros de todo el mundo que eligen su junta directiva.

Gran parte del extenso trabajo de la fundación se realiza en segundo plano, pero es fundamental para el funcionamiento y crecimiento continuos del proyecto OpenStreetMap.

La fundación apoya el proyecto con varias funciones clave:

- Como una compañía limitada registrada en el Reino Unido, la fundación actúa como una entidad legal para el Proyecto OpenStreetMap.
- La base es el custodio de los servidores y servicios de computadora necesarios para hospedar el proyecto OpenStreetMap.
- Proporciona un vehículo para recaudar fondos para apoyar el proyecto. La fundación puede aceptar donaciones para el Proyecto OpenStreetMap y asignar esas donaciones a las actividades del Proyecto OpenStreetMap.
- Organiza la conferencia anual, Estado del mapa.
- Apoya y se comunica con los grupos de trabajo, como comunicaciones, licencias, etc. El consejo de la fundación a veces delegará varias tareas a los grupos de trabajo, como relaciones públicas, desarrollo de sitios web, etc (OpenStreetMap Blog., 2019).

## 2.6 GitHub

Fundada en febrero de 2008, GitHub Pages es un servicio de alojamiento de sitios estáticos diseñado para alojar sus páginas personales, de organización o de proyecto directamente desde un repositorio de GitHub.

Puede crear y publicar sitios de GitHub Pages en línea utilizando el Selector de temas de Jekyll. O si prefiere trabajar localmente, puede usar GitHub Desktop o la línea de comandos.

GitHub Pages es un servicio de alojamiento de sitios estáticos y no admite código del lado del servidor como, por ejemplo, PHP, Ruby o Python (GitHub Help., 2019).

## 2.7 QGIS

QGIS es una aplicación profesional de SIG que esta construida sobre, y orgullosa de ser, Software Libre y de Código Abierto (FOSS).

QGIS es un Sistema de Información Geográfica de Código Abierto licenciado bajo GNU - General Public License. QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Funciona sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos.

QGIS es un proyecto impulsado por voluntarios, se da la bienvenida a aportes en la forma de contribuciones de código, corrección de errores, reportes de errores, aportes de documentación, apoyo y soporte a otros usuarios en las listas de correos y [gis.stackexchange.com](https://gis.stackexchange.com).

QGIS proporciona una creciente gama de capacidades a través de sus funciones básicas y complementos. Puede visualizar, gestionar, editar y analizar datos, y diseñar mapas imprimibles (Descubre QGIS, 2019).

## **2.8 Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)**

La Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) es una organización sin fines de lucro cuya misión es fomentar la adopción global de la tecnología geoespacial abierta al ser una base de software inclusiva dedicada a una filosofía abierta y un desarrollo participativo impulsado por la comunidad.

La fundación proporciona apoyo financiero, organizativo y legal a la comunidad geoespacial de código abierto más amplia. También sirve como una entidad legal independiente a la que los miembros de la comunidad pueden aportar códigos, fondos y otros recursos, con la certeza de que sus contribuciones se mantendrán para el beneficio público. OSGeo también sirve como una organización de promoción para la comunidad geoespacial de código abierto, y proporciona un foro común y una infraestructura compartida para mejorar la colaboración entre proyectos. Los proyectos de la fundación están disponibles de forma gratuita y se pueden utilizar con una licencia de código abierto certificada Open Source Initiative. OSGeo tiene el estatus legal US 501C4 como una organización sin fines de lucro.

Visión de OSGeo: Empoderar a todos con código abierto geoespacial.

Declaración de la misión de OSGeo: Fomentar la adopción global de tecnología geoespacial abierta al ser una base de software inclusiva dedicada a una filosofía abierta y un desarrollo participativo impulsado por la comunidad.

Objetivos OSGeo

Los siguientes objetivos y aspiraciones apoyan la misión general. Como fundación busca:

- Proporcionar recursos para proyectos de fundaciones;
- Fomentar el uso de software geoespacial de código abierto;
- Fomentar la interoperabilidad con estándares abiertos y comunitarios;
- Asegurar la interoperabilidad entre los proyectos de la fundación;

- Fomentar un alto grado de calidad e innovación en proyectos de cimentación;
- Defender el uso de la fuente abierta y la participación de la comunidad a través del desarrollo de un plan de estudios de educación abierta
- Permitir la comunicación y cooperación entre las comunidades OSGeo;
- Promover la construcción de la comunidad a través de la participación horizontal (capítulos locales) y mediante acuerdos verticales (específicos del sector) con organizaciones afines;
- Ser una organización mundial acogedora e inclusiva a todos los niveles;
- Celebra la excelencia, la apertura y el servicio dentro de la comunidad OSGeo. (OSGeo, 2019).

## **2.9 Open Geospatial Consortium (OGC)**

El Open Geospatial Consortium (OGC) es una organización internacional sin fines de lucro comprometida con la creación de estándares abiertos de calidad para la comunidad geoespacial global. Estos estándares se hacen a través de un proceso de consenso y están disponibles gratuitamente para que cualquiera los use para mejorar el intercambio de datos geoespaciales del mundo.

Los estándares de OGC se utilizan en una amplia variedad de dominios que incluyen: geociencias y medio ambiente; defensa e inteligencia; ciudades inteligentes, incluidas las webs de internet de las cosas (IoT) y sensores, la tecnología móvil y el entorno 3D y construido; respuesta a emergencias y manejo de desastres; la aviación; energía y servicios públicos; y muchos más.

Cuenta con más de 525 organizaciones miembros provienen de gobiernos, organizaciones comerciales, ONG, instituciones académicas e institutos de investigación. (OGC, 2019).

## 2.10 World Wide Web Consortium (W3C)

El World Wide Web Consortium (W3C) es una comunidad internacional donde las organizaciones miembros, un personal de tiempo completo y el público trabajan juntos para desarrollar estándares web. Dirigido por el inventor y director de la web Tim Berners-Lee y el director ejecutivo Jeffrey Jaffe, la misión del W3C es llevar a la web a su máximo potencial (W3C, 2019).

En 1989, Tim Berners-Lee inventó la World Wide Web, él acuñó el término "World Wide Web", escribió el primer servidor de World Wide Web, "httpd", y el primer programa cliente (un navegador y editor), "WorldWideWeb", en octubre de 1990. Escribió la primera versión de "HyperText Markup Language" (HTML), el lenguaje de formato de documentos con la capacidad de enlaces de hipertexto que se convirtió en el formato de publicación principal para la Web. Sus especificaciones iniciales para URI, HTTP y HTML fueron refinadas y discutidas en círculos más grandes a medida que se extendía la tecnología web.

Algunas de las personas involucradas en la creación de la Web y del W3C relatan eventos clave en la Celebración del Décimo Aniversario del W3C

El panel W3C10 recuenta la historia web temprana:

“En octubre de 1994, Tim Berners-Lee fundó el World Wide Web Consortium (W3C) en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, Laboratorio de Ciencias de la Computación [MIT / LCS] en colaboración con el CERN, donde se originó la web, con el apoyo de DARPA y la Comisión Europea. En abril de 1995, el INRIA (Instituto Nacional de Investigación en Informática y Automática) se convirtió en el primer anfitrión europeo del W3C, seguido por la Universidad Keio de Japón (Campus Shonan Fujisawa) en Asia en 1996. En 2003, ERCIM (Consortio Europeo de Investigación en Informática y Matemáticas) asumió el papel de anfitrión del W3C europeo de INRIA. En 2013, el W3C anunció la Universidad de Beihang como el cuarto anfitrión.” (Facts About W3C, 2019).

## 2.11 Complemento qgis2web para QGIS

El complemento o plugin qgis2web es una herramienta que exporta los proyectos de QGIS en mapas web de OpenLayers o Leaflet, crea automáticamente los archivos HTML, Javascript y CSS.

El origen de este plugin está en los plugins ya existentes qgis2leaf, desarrollado por Riccardo Klinger y qgis-ol3 de Victor Olaya. Ambos plugins se han fusionado en uno único denominado qgis2web y ahora es Tom Chadwin quien mantiene este nuevo complemento.

El complemento qgis2 web utiliza las siguientes librerías:

- ol3-layerswitcher
- Autolinker.js
- requestAnimationFrame polyfill
- Function.prototype.bind polyfill
- Leaflet.draw
- Leaflet.label
- Leaflet.markercluster
- Leaflet.MeasureControl
- leaflet-hash
- Proj4js
- Proj4Leaflet
- OSMBuildings

Qgis2web crea un mapa web basado en OpenLayers o Leaflet de todas las capas existentes en un proyecto de QGIS. La herramienta convierte las capas vectoriales en GeoJSON y crea una estructura de carpetas con un archivo index.html que contiene el mapa web.

Además el plugin es capaz de exportar la simbología definida en QGIS tanto de puntos, líneas y polígonos e incluir un control de visibilidad de capas y varios controles más (Morales, 2016).

## **2.12 Licencia GNU GNLv3**

La licencia pública general de GNU es una licencia libre de copyleft para software y otros tipos de obras.

La licencia pública general de GNU está destinada a garantizar su libertad para compartir y cambiar todas las versiones de un programa, para asegurarse de que siga siendo software libre para todos sus usuarios.

Los desarrolladores que usan la GNU GPL protegen sus derechos con dos pasos: (1) hacer valer los derechos de autor sobre el software y (2) ofrecerle esta Licencia que le otorga permiso legal para copiarlo, distribuirlo y / o modificarlo.

Para la protección de los desarrolladores y autores, la GPL explica claramente que no hay garantía para este software gratuito. Por el bien de los usuarios y de los autores, la GPL requiere que las versiones modificadas se marquen como modificadas, de modo que sus problemas no se atribuyan erróneamente a los autores de versiones anteriores.

Por último, cada programa está constantemente amenazado por las patentes de software. Los estados no deberían permitir que las patentes restrinjan el desarrollo y el uso de software en computadoras de uso general, pero en las que lo hacen, se desea evitar el peligro especial de que las patentes aplicadas a un programa gratuito puedan convertirlo en propiedad efectiva. Para evitar esto, la GPL asegura que las patentes no se pueden utilizar para hacer que el software no sea libre (The GNU General Public License v3.0- GNU Project - Free Software Foundation., 2016).



### **2.13 Licencia copyleft**

El copyleft es un método general para liberar un software u otro tipo de trabajo (en el sentido de libertad, no de gratuidad), que requiere que todas las versiones modificadas y extendidas sean también libres.

La manera más simple de hacer que un programa sea software libre consiste en ponerlo en el dominio público, sin copyright. Esto permite compartir el programa y sus mejoras a quienes así lo deseen. Sin embargo, también posibilita que otra gente sin interés cooperativo convierta el programa en software privativo. Pueden hacer cambios, muchos o pocos, y distribuir el resultado como un producto privativo. Quienes reciban el programa modificado en esas condiciones no podrán disfrutar de la libertad que el autor original les dio.

El objetivo del proyecto GNU es dar a todos los usuarios la libertad de redistribuir y cambiar el software GNU. Si los intermediarios pudiesen eliminar esta libertad, el código podría «tener muchos usuarios», pero no les daría libertad. Por eso, en vez de poner el software GNU en el dominio público, lo protegen con copyleft. Copyleft significa que cualquiera que redistribuya el software, con o sin cambios, debe transmitir la libertad de poder seguir haciendo más copias y cambios. El copyleft garantiza que cualquier usuario tenga libertad.

El copyleft es también un incentivo para que otros programadores se sumen al software libre. Algunos programas libres importantes, como el compilador de GNU para C++, existen solo por este motivo (What is Copyleft? - GNU Project - Free Software Foundation, 2018).

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

### **3.1 Alcance del Proyecto**

La creación de un SIG para evidenciar el impacto que tiene la EIT, por medio de la visualización localizada de los sitios en donde se realizan giras de campo, tiene como alcance tanto la comunidad universitaria, como la civil e internacional, al crear una visor público que sea accesible desde cualquier parte del mundo.

Su fin, es mostrar el trabajo que se viene realizando desde el 2015 hasta el I Semestre del 2019, en la giras de campo como una forma de aprendizaje práctico, donde se visitan sitios de interés formativo, para la mejor comprensión de conceptos vistos en las aulas, así como el trabajo de investigación que es parte de las labores de los investigadores inscritos en la EIT, y además la acción social que es para UCR y para la EIT uno de los aportes que se realiza de forma directa a comunidades de nuestro país.

Se espera que este proyecto continúe a través del tiempo y sea acogido por parte de la EIT, como una forma de divulgación activa y dinámica de los aconteceres de los investigadores, docentes y estudiantes que forman parte de la institución.

Además que sea una fuente de consulta para la planeación de nuevos sitios a visitar, la planeación de nuevas comunidades beneficiadas, y al incentivo de otras escuelas y programas que vean el aporte de los SIG en la planeación y divulgación de la información.

### **3.2. Tipo de Investigación**

Para este trabajo de graduación se implementa la investigación aplicada, que tiene como objetivo crear nueva tecnología a partir de los conocimientos adquiridos a través de la investigación estratégica para determinar si éstos pueden ser útilmente aplicados con o sin mayor refinamiento para los propósitos definidos. La información obtenida a través de este tipo de investigación debería ser también aplicable en cualquier lugar y por lo tanto ofrece oportunidades significativas para su difusión. (Tam, Vera y Oliveros, 2008).

### **3.3 Participantes**

Los actores participantes son la EIT y la Sección de Transportes de Servicios Generales, con el aporte de las giras programadas por la EIT, los docentes, investigadores y docentes con proyectos de acción social inscritos, que participen en la solicitud de giras de campo por medio del sistema de Expediente Único de la UCR, y los estudiantes que asisten a estas giras.

### **3.4 Instrumentos y Datos**

El instrumento de estudio serán los formularios de giras que se utilizaban antes de la implementación del sistema en línea, ver figura 1, y las tablas de datos generados por la Sección de Transportes de la Oficina de Servicios Generales a través del ingreso de giras por el sistema en línea “Expediente Único, Trámites y Solicitudes, Transportes”, ver figura 2 y como adicional consultas a los docentes de la Escuela de Ingeniería Topográfica, que se utilizaron para la creación de los datos en formato tabla de atributos y puntos localizados geoespacialmente.

**Programación de Servicios  
II Semestre de 2015**

Unidad: Escuela de Ingeniería Topográfica

Tipo de Actividad  
 1 Docencia  
 2 Investigación  X  
 3 Acción Social  
 4 Administración  
 5 Otros

Para Uso  
Sección de  
Transportes

Fecha y Hora de Partida	Fecha y Hora de Regreso	No. De Pasajeros	Destino	Curso o Proyecto	Responsable Proyecto	Aprobado	
						SI	NO
12/09/2015 06:30:00 a.m.	12/09/2015 06:00:00 p.m.	18	Parque Nacional Volcan Irazú	IT-5005	Gustavo Lara Morales		
26/09/2015 06:30:00 a.m.	26/09/2015 06:00:00 p.m.	18	Parque Nacional Volcan Irazú	IT-5005	Gustavo Lara Morales		
17/10/2015 06:30:00 a.m.	17/10/2015 06:00:00 p.m.	18	Parque Nacional Volcan Irazú	IT-5005	Gustavo Lara Morales		
07/11/2015 06:30:00 a.m.	07/11/2015 06:00:00 p.m.	18	Parque Nacional Volcan Irazú	IT-5005	Gustavo Lara Morales		


V<sup>B</sup>: Juan Antonio Picado Salvatierra, M.Sc. Director  
 Vicerrectoría, Decano, Director de Escuela,  Encargado de Proyecto (Correspondiente).

Figura 1: Formulario para programación de giras de campo 2015. Fuente: EIT.

**Expediente Único**

Trámites y solicitudes (en línea)

Vacaciones  
 Viáticos al Exterior  
 Viáticos Locales  
 Becas al Exterior  
 Solicitudes Varias  
 Solicitud de Constancias  
 Reclutamiento  
 Transportes

**Datos Generales de la Gira**

**Datos Generales de la Gira**

<b>Fecha de Partida:</b>	28/04/2017 06:00	<b>Fecha de Regreso:</b>	29/04/2017 23:00
<b>Responsable de Gira:</b>	LARA MORALES GUSTAVO	<b>Teléfono:</b>	88274072
<b>Asistente de Gira:</b>	GUSTAVO LARA MORALES		
<b>Lugar de Salida:</b>	UCR, SEDE RODRIGO FACIO		
<b>Lugar de Destino:</b>	UVITA, PALMAR NORTE, RIO CLARO, GOLFITO, PASO CANOAS, LAUREL, CANOAS, SAN VITO, POTRERO GRANDE.		
<b>Avisos importantes:</b>	*No hay avisos*		
<b>Vehículo Permanece en Gira:</b>	SI	<b>Vehículo Compartido:</b>	SI
<b>Cantidad de Personas:</b>	4	<b>Requiere Vehículo Adicional:</b>	NO
<b>Gira Estudiantil:</b>	NO	<b>Gira Asociada a Vínculo Externo:</b>	NO
<b>Requiere Chofer de Transportes:</b>	NO	<b>Distancia Aprox. de la Gira:</b>	796 Kms.

© 2009 Universidad de Costa Rica  Teléfono (506) 2511-0000

Figura 2: Expediente único, tramite y solicitud de giras, a partir del 2017. Fuente: Expediente único

### 3.5 Zonas de Estudios

Las zonas de estudios están delimitadas por la mismos datos de giras generados por los docentes, investigadores o proyectos de acción social de la EIT, específicamente entre el 2015 y el I Semestre del 2019, las giras se destinaron al territorio nacional, comprendiendo las 7 provincias.

### 3.6 Flujo de Trabajo

Se muestra un diagrama de flujo de trabajo en la figura 3, que describe de forma gráfica las etapas en las que se trabajó con la información y el proceso de conformación de los datos hasta llegar a la publicación final.

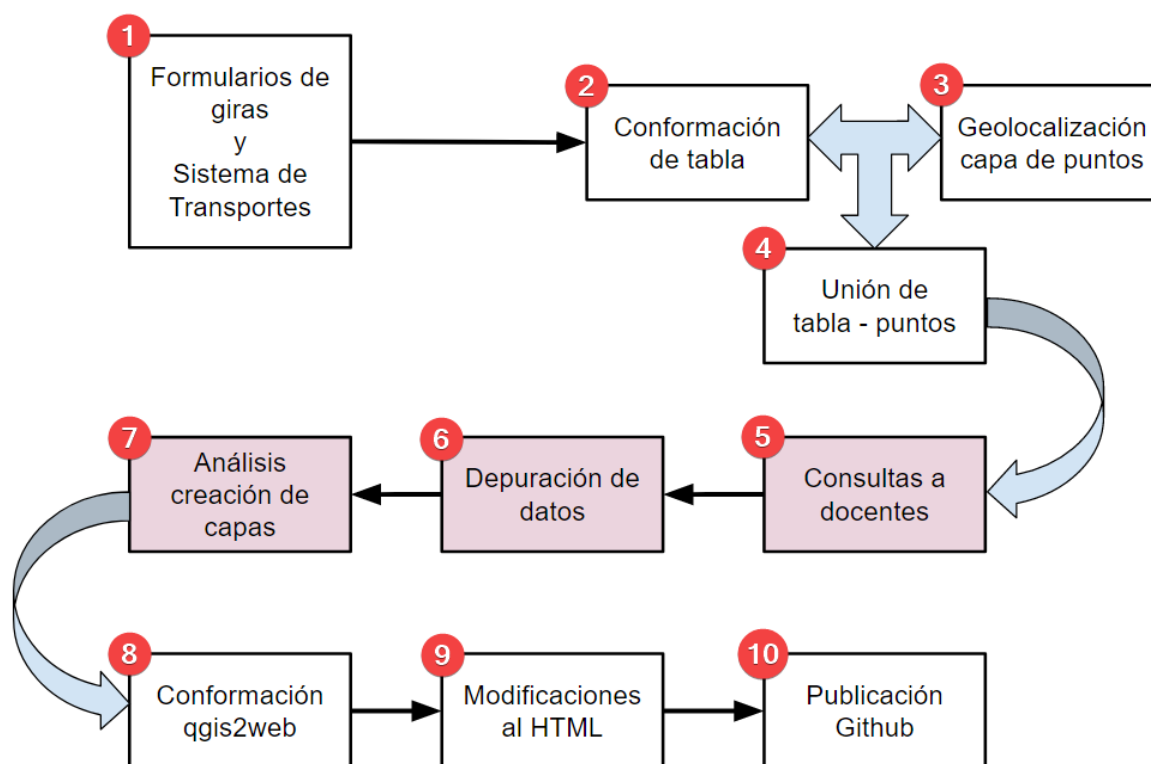


Figura 3: Diagrama del Flujo de Trabajo. Fuente: Elaboración propia.

**Etapa 1:** “Formulario de giras y Sistema de Transporte” lo que se hizo fue la recopilación de la información.

**Etapa 2:** “Conformación de tabla” se tabula toda la información obtenida en la etapa anterior, asignando un número de identificador a cada gira.

**Etapa 3:** “Geolocalización capa de puntos” se crean las capas de punto donde se geolocalizan las giras, a partir de la información de destino.

**Etapa 4:** “Unión tabla – punto”, se unifica la información de las tablas y capas de puntos por medio del identificador de las giras.

**Etapa 5:** “Consultas a docentes”, se consulta a los docentes por la geolocalización de las giras, con poca información.

**Etapa 6:** “Depuración de datos”, se limpian las tablas de atributos de datos no necesarios.

**Etapa 7:** “Análisis creación de capas” aquí se analizó como mostrar la información y se determinó, hacer una división por área de acción de la UCR en: Docencia, Investigación y Acción Social.

**Etapa 8:** “Conformación qgis2web” se utiliza el complemento qgis2web de QGIS, para la creación inicial de los archivos que conforman el visor web.

**Etapa 9:** “Modificaciones al HTML”, se trabaja en el lenguaje HTML para agregar y organizar la página final, que contiene el visor web, nombrado “Visor\_EIT”

**Etapa 10:** “Publicación GitHub”, última etapa en la se carga la página web al repositorio GitHub y se pública.

### 3.7 Tablas de Atributos

Las tablas de atributos contienen los datos tabulares que conforman las giras de campo, estos datos se digitaron en formato hoja de cálculo, para posteriormente unirse a las datos geoespaciales.

En la conformación de la tabla de atributos, se realiza además la homogenización de los datos, para que los nombres de docentes e investigadores, sean los mismos en todas las tablas, y así con cada dato que sea pertinente para su homogenización.

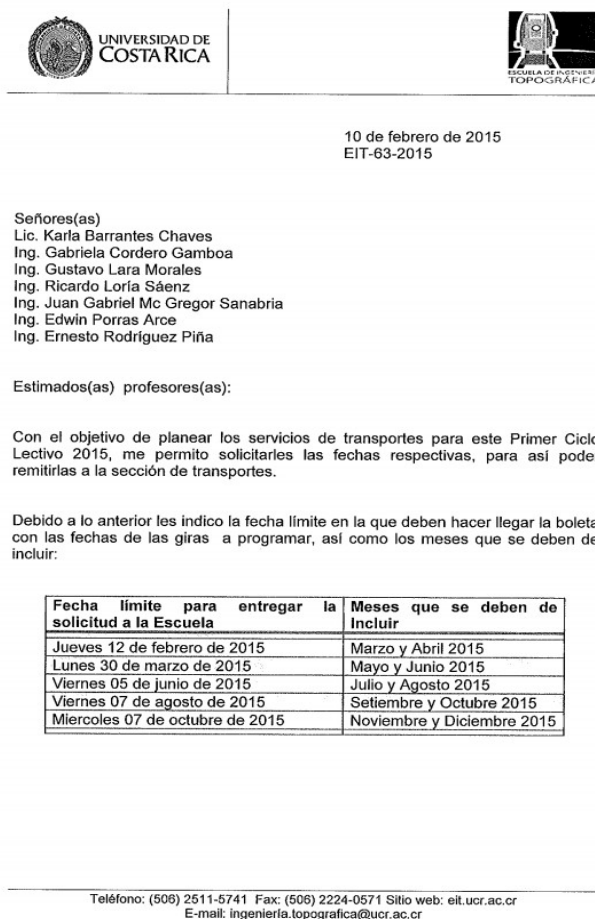


Figura 4: Oficio EIT-63-2015 para la solicitud de programación de Giras para el I Semestre del 2015. Fuente: EIT.

### 3.7.1 Datos de los años 2015 y 2016

En el Archivo de la EIT, se encuentra tanto en formato impreso ( ver la figura 4) como digital, la programación de las giras, separado en carpetas, por año, semestre y docentes, ver las Figuras 5 y 6.

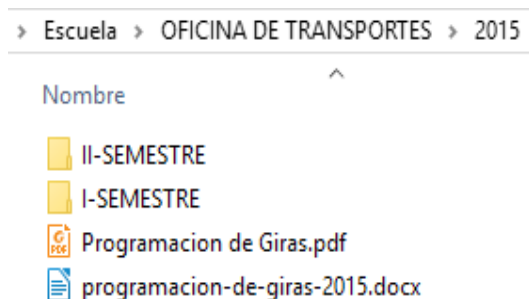


Figura 5: Archivo digital, contenido de la carpeta del año 2015. Fuente: Elaboración propia.

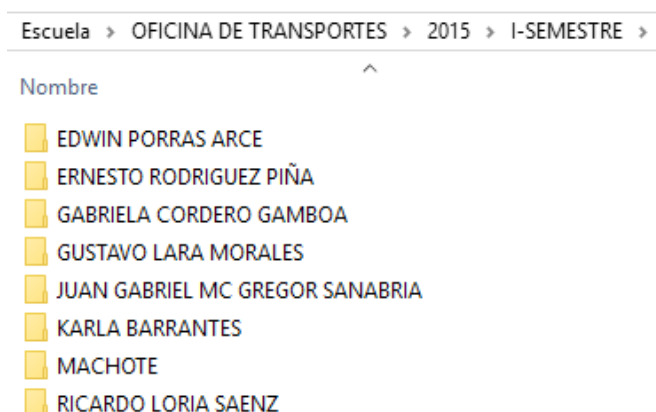


Figura 6: Archivo digital, contenido de la carpeta del I Semestre del año 2015, dividida por docente. Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de la tabla digital para uno de los docentes para el I Semestre del año 2015, se muestra en la figura 7.



Programación de Servicios I Semestre de 2015							
Tipo de Actividad		Unidad: Escuela de Ingeniería Topográfica					
1 Docencia <u>  X  </u>							
2 Investigación							
3 Acción Social							
4 Administración							
5 Otros							
							Para Uso
							Sección de
							Transportes
Fecha y Hora de Partida	Fecha y Hora de Regreso	No. De Pasajeros	Destino	Curso o Proyecto	Responsable Proyecto	Aprobado	
						SI	NO
28/03/2015 07:00 AM	28/03/2015 14:00 pm	28	Tacares-Santo Domingo-Alajuela	IT-4003	Edwin Porras Arce		
02/05/2015 06:00 AM	02/05/2015 18:00 pm		Abangares				
30/05/2015 07:00 AM	30/05/2015 15:00 pm	28	Cordoncilla-Orosi	IT-4003	Edwin Porras Arce		
04/07/2015 06:00 AM	04/07/2015 18:00 pm		Bajos del Toro- Valverde Vega				
V*B* : Juan Antonio Picado Salvatierra, M.SC., Director Vicerrectoría, Decano, Director de Escuela, Jefe Oficina Coadyuvante, Encargado de Proyecto (Correspondiente).							

Figura 7: Archivo digital, programación de las Giras I Semestre del 2015. Fuente: EIT.

A partir de la información obtenida por los archivos impresos y digitales de la EIT de cada docente entre los años 2015 y 2016, se crean dos tablas separadas por año, como podemos ver en la tabla 1, ordenando toda la información por columnas de tal forma que corresponda con los datos de los años 2017, 2018 y 2019 para mantener una concordancia general.

Tabla 1: Primeros datos de la Tabla de atributos, para el año 2015.

id	Id_Objeto	Año	Responsable	Unidad	Salida	Regreso	Destino	N_Personas	Tipo	Curso
1	1_2015	2015	Porras Arce Edwin	Escuela de	28/03/2015 07:00	28/03/2015 14:00	Tacares-Santo Domingo-Alaj	28	Docenci:	IT-4003
2	2_2015	2015	Mc Gregor Sanabria Ju	Escuela de	6/04/2015 07:00	6/04/2015 13:00	San Ramón y Alrededores	8	Docenci:	IT-8001
3	3_2015	2015	Mc Gregor Sanabria Ju	Escuela de	13/04/2015 07:00	13/04/2015 13:00	San Ramón y Alrededores	8	Docenci:	IT-8001
4	4_2015	2015	Porras Arce Edwin	Escuela de	2/05/2015 06:00	2/05/2015 18:00	Abangares	28	Docenci:	IT-4003
5	5_2015	2015	Barrantes Chaves Karla	Escuela de	7/05/2015 15:30	7/05/2015 20:00	Ciudad Colón	20	Docenci:	IT-6004

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.2 Datos digitales del Sistema en línea, años 2017, 2018 y I Semestre del 2019.

Para la obtención de los datos de la Sección de Transportes de la Oficina de Servicios Generales, se realizó el trámite por medio de la MBA. Rosibel González Cordero, Sección de Transportes Oficina de Servicios Generales y por medio del funcionario Ing. Emerson Castillo Guerrero, quien se encargó del envío de los archivos por medio del correo electrónico institucional de la Universidad de Costa Rica.

A este archivo solo se le deben hacer ajustes de formato, revisar el orden cronológico, añadir las columnas “Id”, “Id\_Obj” y “Año” y llenar la información de las mismas.

Para los años 2015 y 2016 se cuenta con la información del curso pero no cuenta con la información del vehículo asignado, en 2017, 2018 y I Semestre del 2019, no cuenta con la columna “Curso” pero sí, con la columna “Vehículo”, ver la tabla 2.

*Tabla 2: Primeros datos de la Tabla de atributos, para el año 2017.*

Id	Id_Objeto	Año	Responsable	Unidad	Salida	Regreso	Destino	N_Personas	Tipo	Vehículo
1	1_2017	2017	Lara Morales Gustavo	Escuela De	13/01/2017 06:00	31/01/2017 23:00	Península De Niyoya	4	Investigación	299869 (Pick Up C
2	2_2017	2017	Mc Gregor Sanabria Ju	Escuela De	11/02/2017 07:00	16/02/2017 14:00	La Cruz De Alajuelita.	7	Investigación	299705 (Microbus
3	3_2017	2017	Lara Morales Gustavo	Escuela De	12/03/2017 06:00	4/03/2017 23:00	La Cruz, Cañas, Upala, Los Chiles, L	4	Investigación	299603 (Rural 5 P:
4	4_2017	2017	Lara Morales Gustavo	Escuela De	11/03/2017 06:00	10/03/2017 23:00	Puriscal, Orotina, Atenas	4	Investigación	299869 (Pick Up C
5	5_2017	2017	Mc Gregor Sanabria Ju	Escuela De	11/03/2017 10:00	16/03/2017 19:00	San Gerardo De Rivas, Entrada Al Pa	3	Investigación	299966 (Pick Up C

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.7.2 Descripción de atributos.

Se hace una descripción del contenido de las tablas de atributos, donde se explica el contenido de cada una de ellas.

**Id:** Asigna un número entero consecutivo a cada gira de campo, siguiendo el orden cronológico. Este número sirve de unión entre tabla y punto geoespacial.

**Id\_Obj:** Es la combinación entre el Id y el Año separados por un guión bajo. Se le asignará, con el siguiente formato: “1\_2015”, el primer número indica la gira de

campo de forma consecutiva y por orden cronológico, los últimos 4 números conforman el año.

**Año:** Esta columna representa el año de las giras realizadas.

**Docente:** Nombre del docente o investigador, que solicita la gira.

**Unidad:** Este campo estará conformado por la unidad académica, en este caso “Escuela de Ingeniería Topográfica”.

**Salida:** Contiene la fecha y hora de inicio de cada gira, con el siguiente formato:

“2015-03-28 07:00:00”, compuesto por año/mes/día y la hora en formato 24h.

**Regreso:** Contiene la fecha y hora final de cada gira, con el siguiente formato:

“2015-03-28 07:00:00”, compuesto por año/mes/día y la hora en formato 24h.

**Destino:** Descripción literal, ingresada por el docente o investigador en el momento de solicitar la gira de campo.

**N\_Persona:** Número de personas que participan en la gira, ingresada por el docente o investigador en el momento de solicitar la gira de campo.

**Tipo:** Descripción de la actividad a la que pertenece la gira de campo, será catalogada en tres actividades: Docencia, Investigación y Acción Social.

**Curso:** Contiene asignado el curso o actividad, del cual se genera la solicitud de la gira, solo para los años 2015 y 2016.

**Vehículo:** El nuevo sistema de solicitud de giras asigna la placa y tipo de vehículo destinado a las giras de campo, solo para los años 2017, 2018 y I Semestre 2019.

### **3.8 Localización de puntos geográficos con QGIS**

Para la geolocalización de cada gira se utiliza el programa Open Source, llamado QGIS en la conformación de la capa, se asigna el elemento de punto, para esta tarea se utiliza el atributo “Destino” de las tablas, para interpretar la localización del mismo, se debe hacer la aclaración que esta localización es aproximada basada solo con los nombres de los sitios descritos en la columna, posterior se realiza la consulta a los docentes e investigadores, para mejorar la aproximación del punto, cuando esto sea posible, por lo que la ubicación del punto es representativa.

#### **3.8.1 Creación de capa de punto**

Para la creación del punto se crea una capa en formato Shape File, con el nombre del año en estudio, como se muestra en la figura 8, y se agrega un único campo “Id” que será el vinculo entre la tabla y el datos geoespaciales.

Para el campo codificación de archivo se utilizó “latin1” para poder utilizar las puntuación del español, como lo son las tildes y la letra “ñ”.

#### **3.8.2 Búsqueda y localización de gira en capa de punto**

Para la búsqueda y localización de las giras de campo, se utilizó el complemento “OSM place search”, como herramienta para la búsqueda en el mapa basado en la descripción. Una vez determinada la localización del punto se activa la edición de la capa, se agrega un elemento geoespacial y se le asigna un número de Id, correspondiente al Id de la tabla.

Nueva capa de archivo shape

Nombre de archivo: 2015

Codificación de archivo: latin1

Tipo de geometría: Punto

Incluir dimensión Z  Incluir valores M

EPSG:5367 - CR05 / CRTM05

**Nuevo campo**

Nombre: [ ]

Tipo: abc Datos de texto

Longitud: 80 Precisión: [ ]

Añadir a la lista de campos

**Lista de campos**

Nombre	Tipo	Longitud	Precisión
id	Integer	10	

Eliminar campo

Aceptar Cancelar Ayuda

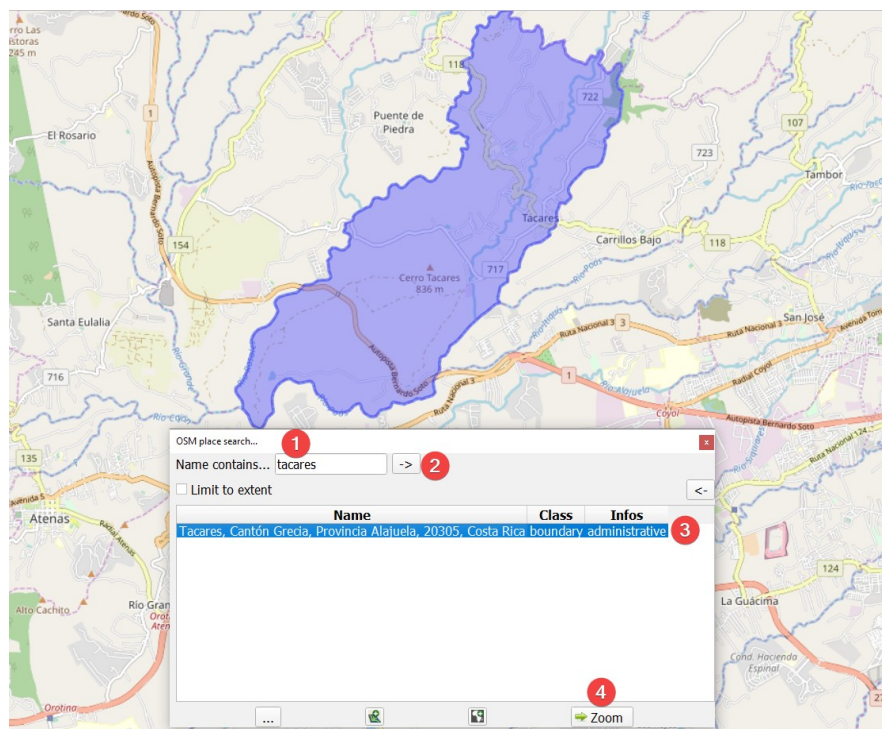
Figura 8: Creación de capa de puntos en formato Shape File, campo "Id". Fuente: Elaboración propia.

### 3.8.2.1 Ejemplo con la gira 1 del año 2015

Para aplicar esta metodología se utilizó como ejemplo la gira 1 del 2015, del profesor Porras Arce Edwin, con destino "Tacares - Santo Domingo - Alajuela", del día 2015-03-28, esta gira en particular indica 3 destinos, Tacares, Santo Domingo y Alajuela, por lo que se crearon 3 puntos con un Id número 1.

#### Localización de Tacares:

Para localizar Tacares, se ingresó en el complemento OSM place search, la palabra "Tacares", como se muestra en el punto 1 de la figura 9; se indica que realice la búsqueda, punto 2; mostrará una lista de posibles lugares, punto 3, se selecciona el lugar correcto y para localizarlo en el mapa se presiona "Zoom" como se muestra en el punto 4 de la figura 9.



*Figura 9: Búsqueda del la gira 1, destino "Tacares", complemento OSM place search. 1. Ingresar Nombre, 2. Búsqueda, 3 Lista de lugares encontrados con el nombre, 4. Nos lleva a la localización del lugar seleccionado. Fuente: Elaboración propia.*

Una vez identificado el lugar se selecciona la capa "2015", se activa el modo de edición, como se indica en el punto 1 de la figura 10, se selecciona la opción de crear un punto, ver punto 2, se identifica en el mapa base, y se le asigna el numero 1 al Id, como se muestra en el punto 4 de la figura 10.

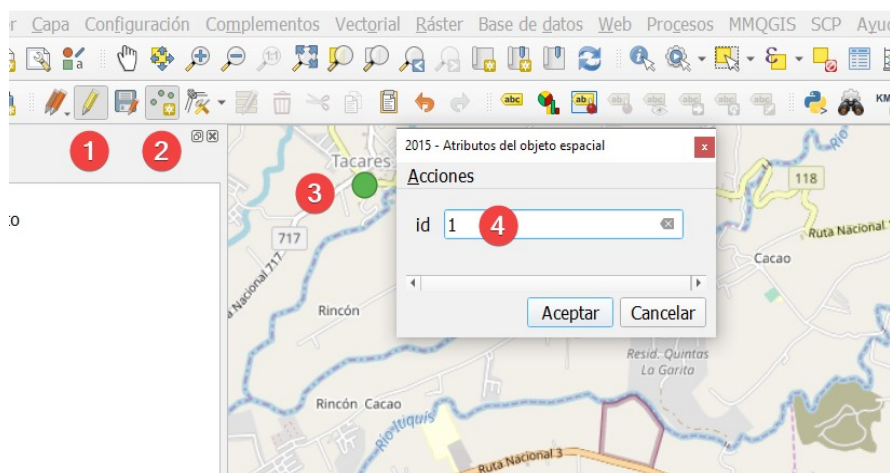


Figura 10: Creación de un punto geoespacial con número de Id. 1. Activar edición, 2. Añadir punto, 3. Localizar el punto y 4. Asignar un número de Id. Fuente: Elaboración propia.

### Localización de Santo Domingo y Alajuela:

Realizando el mismo procedimiento de “Tacares”, se localiza “Santo Domingo” y “Alajuela”, ingresando en el complemento OSM place search, como se muestra en la figura 11, es estos casos, se aprecia que en la lista de resultado hay más de un posible lugar, por lo que es claro que se selecciona el que se busca, para identificar su localización en el mapa.

Posterior a esto se realizó la creación de los puntos en la capa “2015”, siguiendo el mismo procedimiento que en el del punto de “Tacares” ver figura 12.

Con este procedimiento se termina de crear los punto para la gira 1, como vista general de la gira podemos ver la figura 13, donde se muestran los 3 puntos que conforman la gira, junto con la tabla de atributos con el mismo Id número 1.

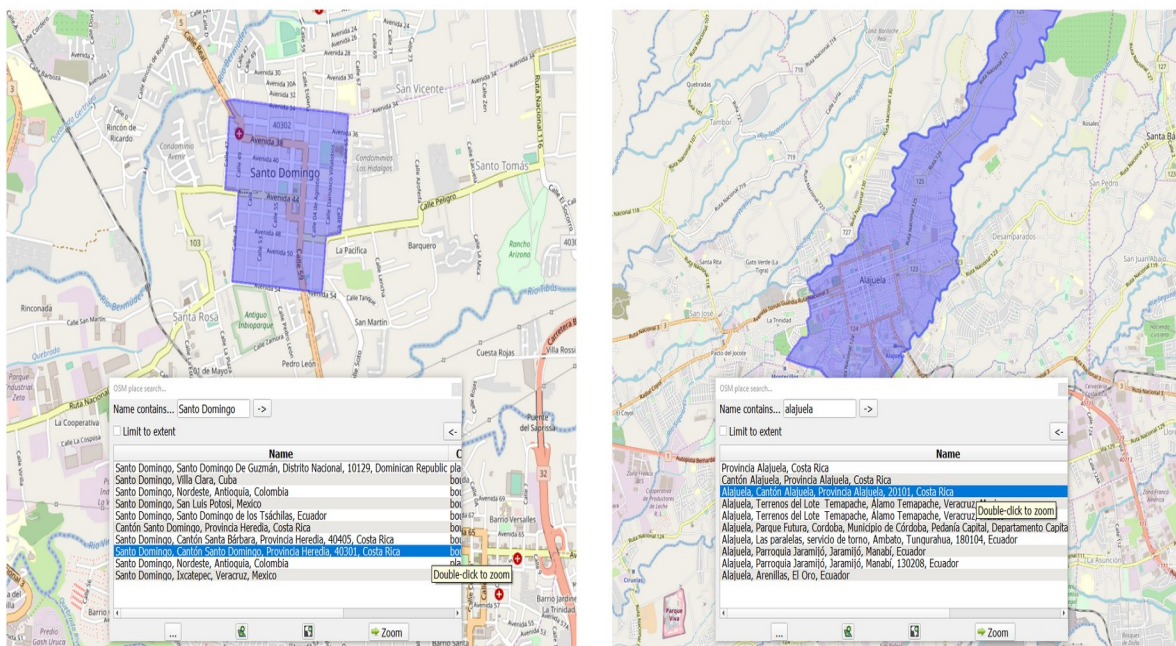


Figura 11: Búsqueda de la gira 1, destinos "Santo Domingo" y "Alajuela", complemento OSM place search. Fuente: Elaboración propia.

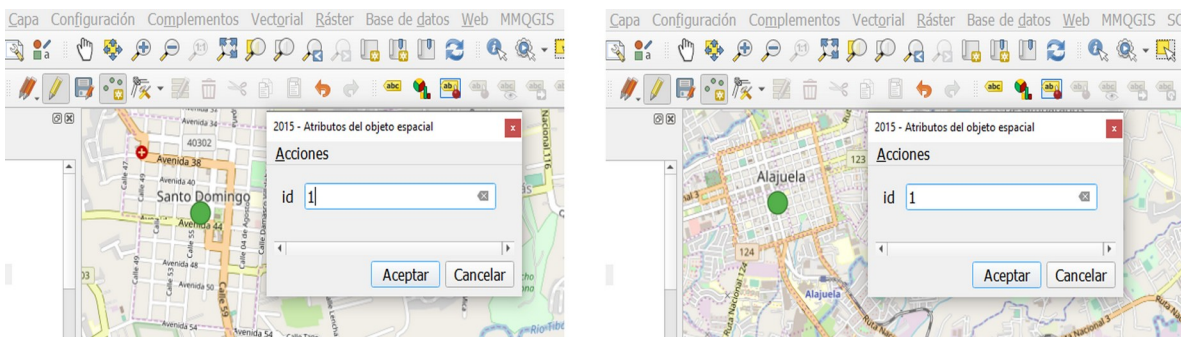


Figura 12: Creación de los puntos geoespacial "Santo Domingo" y "Alajuela". Fuente: Elaboración propia.



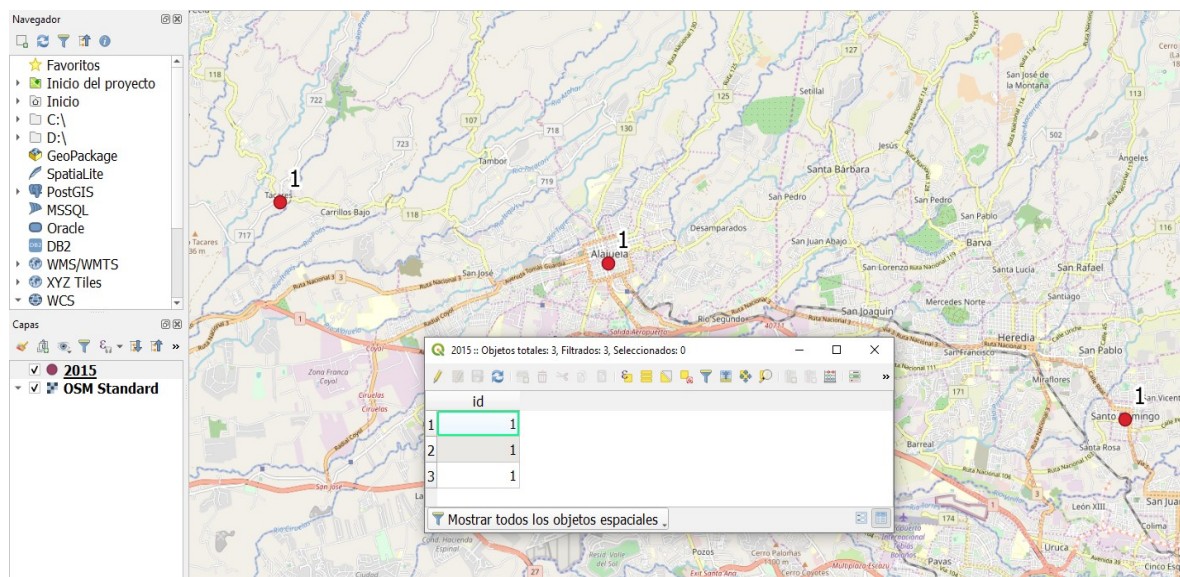


Figura 13: Vista general Gira 1 del 2015 y Tabla de atributos. Fuente: Elaboración propia.

Este procedimiento se realiza a todos los datos de giras del año 2015, dando como resultado el mapa que podemos ver en la figura 14.

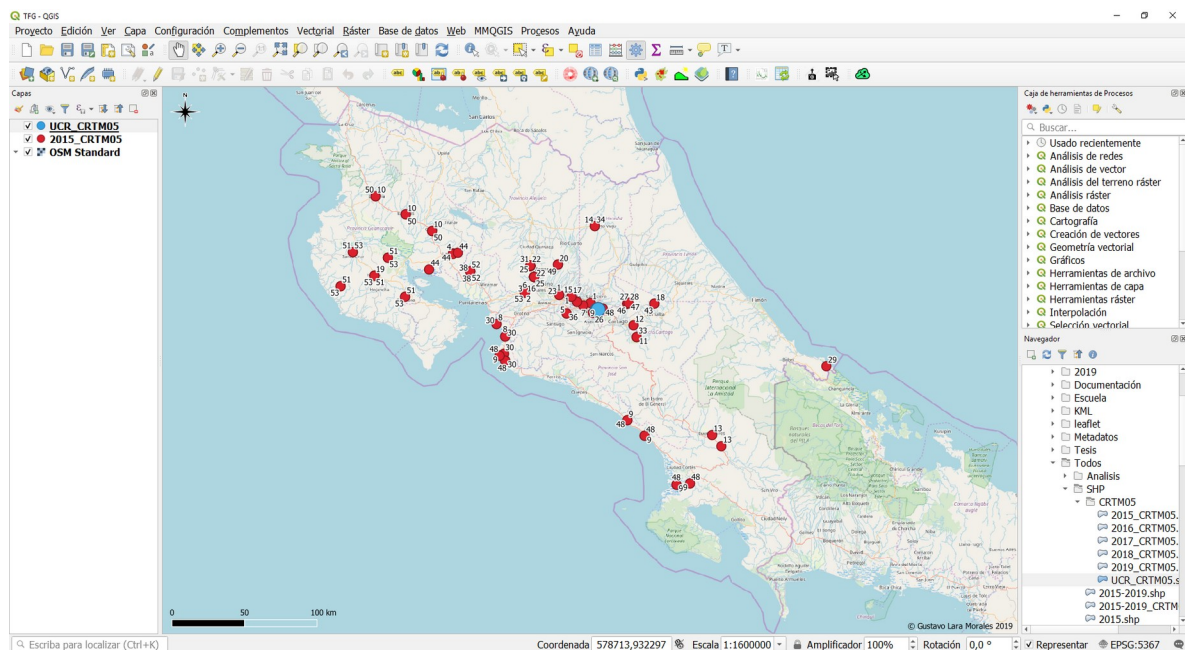


Figura 14: Distribución geoespacial de las giras del año 2015, EIT. Fuente: Elaboración propia.

La misma metodología es empleada para los años 2016, 2017, 2018 y I-2019, el resultado lo podemos ver en la figura 15.

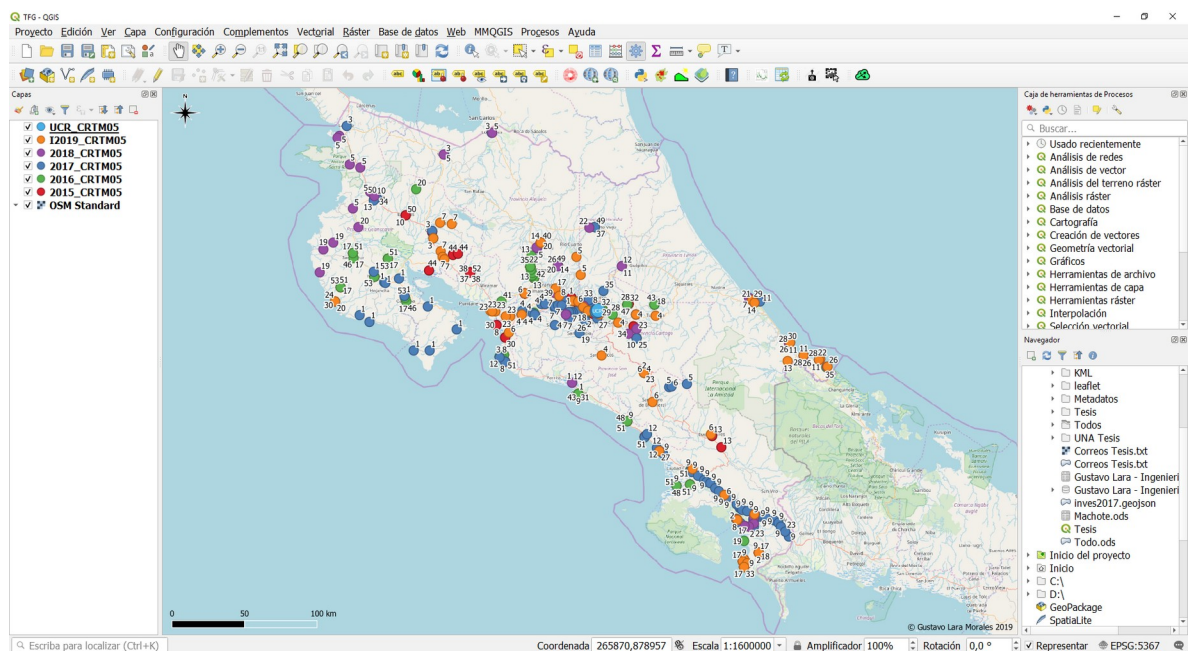


Figura 15: Vista General de las giras de campo del 2015 al I Semestre 2019. Fuente: Elaboración propia.

### 3.9 Unión de las tablas de atributos y los puntos geoespaciales

Para la unión de la tabla de atributos y los puntos geoespaciales, desde QGIS, se explica el proceso, para esto se debe cargar la capa con los puntos y la tabla de atributos, ver la información contenida en la figura 16.

La flecha con número 1 de la figura 16, muestra el contenido de la tabla de atributos de la capa de puntos, la flecha con número 2, muestra el contenido de la tabla de atributos creada con la información de las giras, y en la flecha con numeración 3, se observa ver la columna “Id” que es el identificador de la gira, este es el valor que se utilizó para la unión de las tablas.

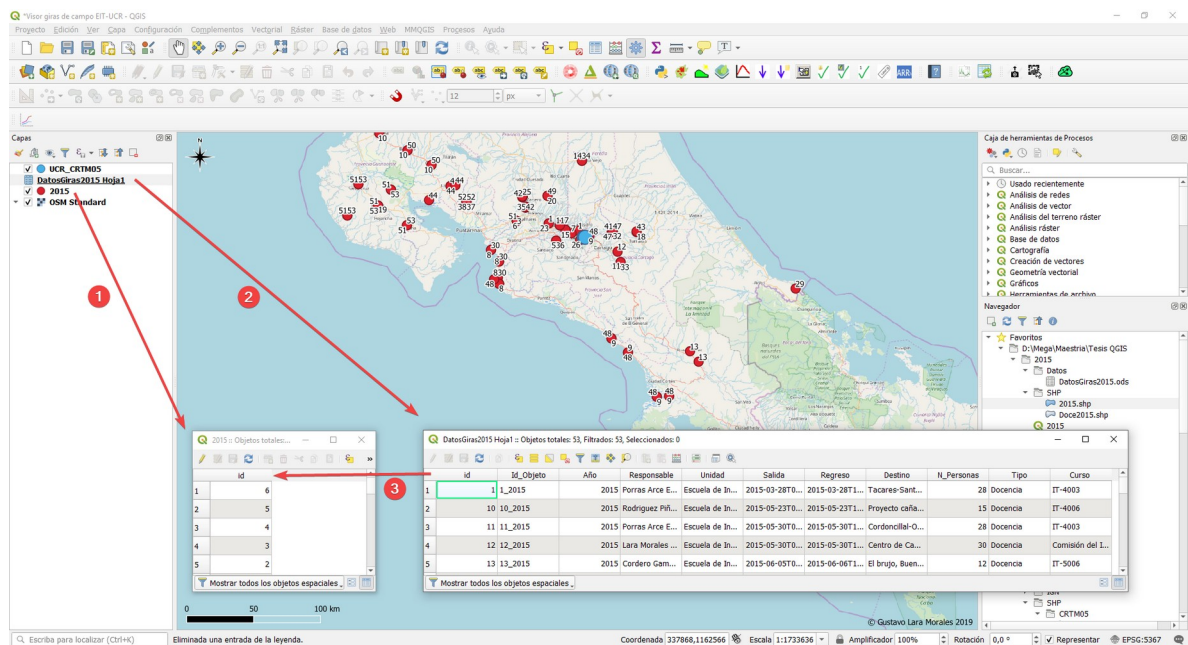


Figura 16: Unión de tabla de atributos y puntos geoespaciales. 1. Tabla capa 2015, 2. Tabla de giras, 3. Columna Id. Fuente: Elaboración propia.

Se abren las propiedades de la capa de puntos “2015”, indicado con el número 1 en la figura 17, se abre la pestaña “Uniones” indicado en punto 2, se debe seleccionar la tabla de atributos con la información de las giras de campo, indicado en punto 3, hacemos coincidir los campos a unir, que es el “Id” en el punto 4, y por último se acepta la operación, para que se realice la unión de la tabla con la tabla de la capa de puntos. En la figura 18 se muestra la tabla de atributos de la capa “2015” con la información unida y todas las nuevas columnas, este procedimiento se realiza en todas las capas para cada año.

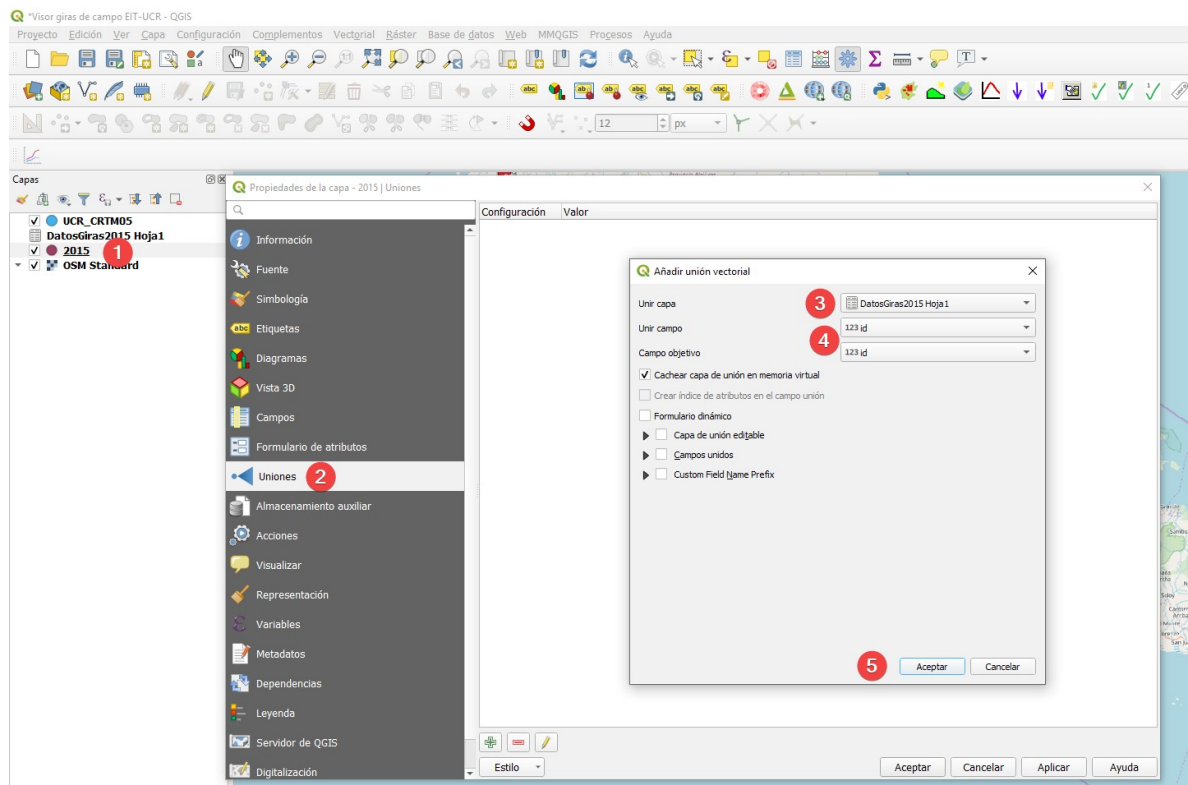


Figura 17: Unión de tablas. 1. Capa 2015, 2. Uniones, 3. Tabla a unir, 4. Campos Id, 5. Aceptar.  
Fuente: Elaboración propia.

	id	Id_Objeto	Año	Responsable	Unidad	Salida	Regreso	Destino	N_Personas	Tipo	Cur...
1	6	6_2015	2015	Mc Gregor Sa...	Escuela de In...	2015-05-11T0...	2015-05-11T1...	San Ramón y ...	8	Docencia	IT-8001
2	5	5_2015	2015	Barrantes Cha...	Escuela de In...	2015-05-07T1...	2015-05-07T2...	Ciudad Colón	20	Docencia	IT-6004
3	4	4_2015	2015	Porras Arce E...	Escuela de In...	2015-05-02T0...	2015-05-02T1...	Abangares	28	Docencia	IT-4003
4	3	3_2015	2015	Mc Gregor Sa...	Escuela de In...	2015-04-13T0...	2015-04-13T1...	San Ramón y ...	8	Docencia	IT-8001
5	2	2_2015	2015	Mc Gregor Sa...	Escuela de In...	2015-04-06T0...	2015-04-06T1...	San Ramón y ...	8	Docencia	IT-8001
6	1	1_2015	2015	Porras Arce E...	Escuela de In...	2015-03-28T0...	2015-03-28T1...	Tacares-Sant...	28	Docencia	IT-4003

Figura 18: Tabla de atributos capa "2015", unión de la tabla de atributos Fuente: Elaboración propia.

### 3.10 Análisis creación de capas

Las capas creadas se han organizado por año, desde el 2015 hasta el I Semestre del 2019, con esta conformación, se analiza que es mejor la conformación de las capas por las 3 áreas de acción de la Universidad de Costa Rica que son; Docencia, Investigación y Acción Social, para esto vamos a unir todas las capas que están divididas por años para luego dividir las por área de acción.

#### 3.10.1 Uniendo todas las capas por años

Para cumplir con lo anterior, se unen todas las capas por año en una sola capa que contiene todas las giras, se utiliza una herramienta vectorial de QGIS, nombrada “Unir capas vectoriales” como se muestra en la figura 19.

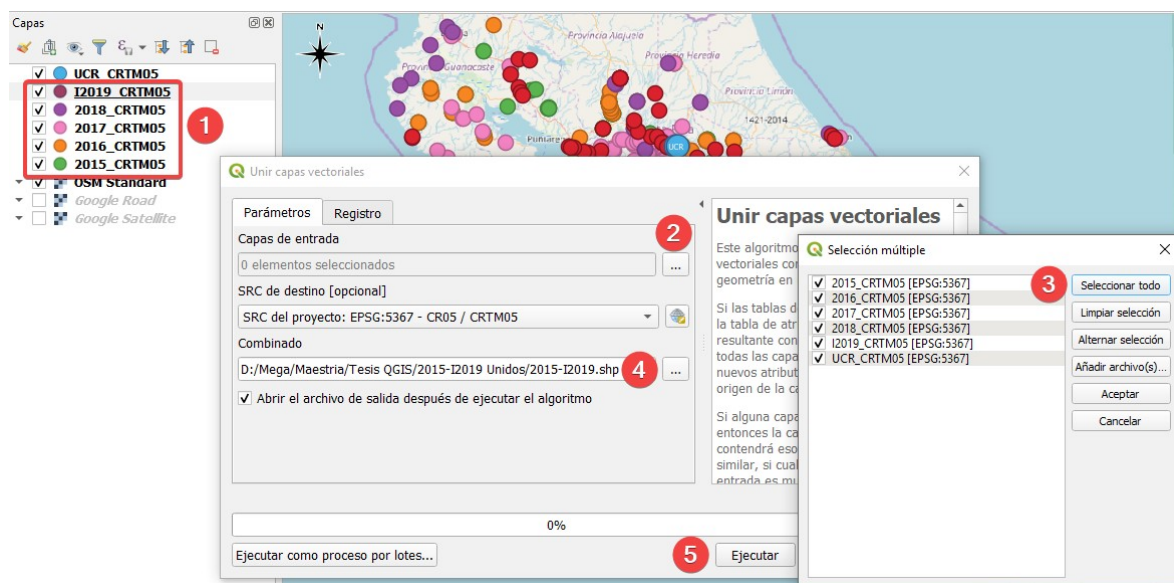


Figura 19: Unión de capas por año. 1. Grupo de capas, 2. Elementos a seleccionar, 3. Seleccionar todo, 4. Nombre de capa combinada, 5. Ejecutar acción. Fuente: Elaboración propia.

En el punto 1 están todas las capas por año, se selecciona la herramienta “Unir capas vectoriales” y se selecciona el lote de capas donde nos indica el punto 2, luego marcamos todas las capas a unir, como muestra el punto 3, se nombra la capa de salida, punto 4 y ejecutamos la operación, punto 5.

### 3.10.2 Dividiendo capas por tipo

Dividiendo la capa que contiene todos los años de giras “2015-I2019” en 3 archivos por área de acción, la columna “Tipo” contiene Docencia, Investigación y Acción Social, con la herramienta “Dividir capa vectorial” se hace ésta división y crear los archivos separados..

Siguiendo los pasos de la figura 20, se procede a seleccionar la capa a dividir, en el punto 1 se busca la capa “2015-I2019” que contiene toda la información, luego en el punto 2, se utiliza la columna “Tipo” que divide el archivo en Docencia, Investigación y Acción Social, se indica una carpeta de salida en el punto 3 y por último se ejecuta la operación en el punto 4.

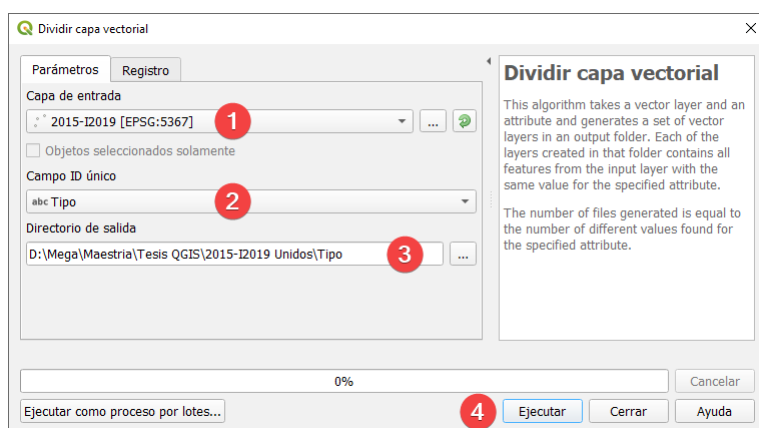


Figura 20: Dividir capa vectorial en otras capas. 1, Capa a dividir, 2. Campo que divide, 3. Nombre de carpeta de salida, 4. Ejecutar acción. Fuente: Elaboración propia.

Ahora a cada uno de los archivos se le aplica el mismo procedimiento del punto 3.10.2 para separarlos por años, con esto se crearan tres mapas web, separados por área de acción y divididos por años, esto se mostrará más adelante.

### 3.10.3 Rutas a cada gira

Para realizar un análisis de las distancias recorridas a las ubicaciones de las giras, se utilizó la herramienta de QGIS, “Ruta más corta (punto a capa)” esta herramienta requiere de una capa vectorial de líneas que contenga la red vial, para este ejercicio se utiliza la capa del Instituto Geográfico Nacional, utilizando el servicio de entidades web en sus siglas WFS (Web Feature Server), por medio de la dirección [http://geos.snitcr.go.cr/be/IGN\\_25/wfs](http://geos.snitcr.go.cr/be/IGN_25/wfs).

En esta dirección WFS, podemos obtener la capa “Transporte Terrestre 1:25mil”, utilizando el administrador de fuentes de datos WFS de QGIS, conectamos al servicio y se añaden a la capa como se muestra en la figura 21.

Se ingresa la dirección del servicio, se conecta como muestra el punto 1 de la figura 21, se selecciona la capa que se busca, ver punto 2 y se añade al proyecto, como lo indica el punto 3.

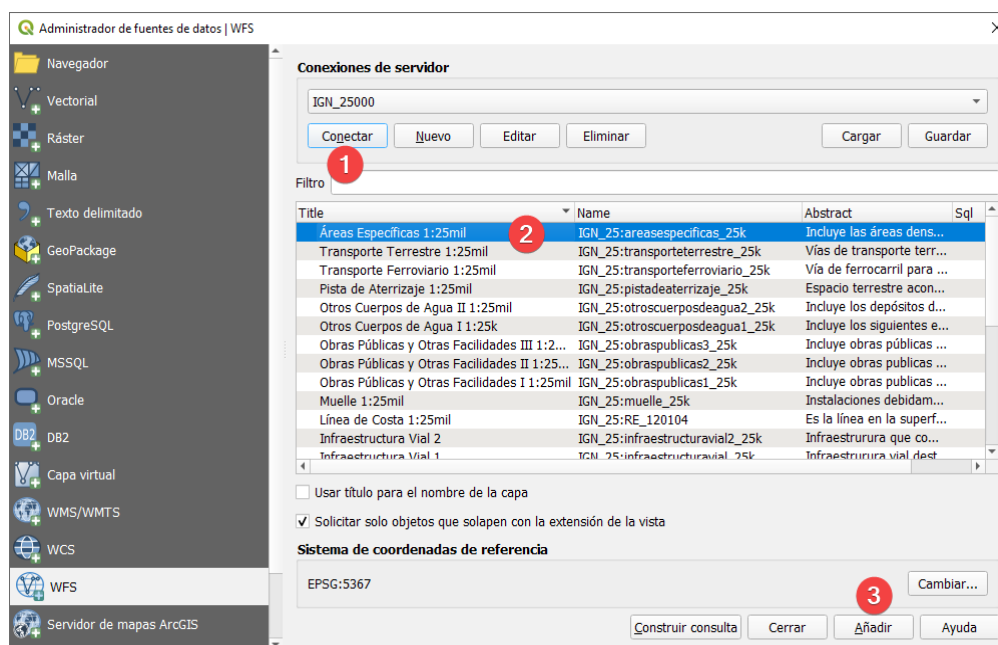


Figura 21: Administrador de fuentes de datos WFS. 1. Conectar servicio, 2. Seleccionar, 3. Añadir al proyecto. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22, se describe el procedimiento para la creación de las rutas con la herramienta “Ruta más corta (punto a capa)”, primero seleccionamos la capa base con las rutas viales, en el punto 1, en el punto 2 ingresamos las coordenadas del punto inicial, en este caso las de la Finca 1 de la Sede Rodrigo Facio de la UCR, en el punto 3 la capa destino que son los puntos de las giras y por último en el punto 4 ejecutamos la herramienta. El cálculo de las rutas se aplica a la capa de giras en Docencia, Investigación y Acción Social.

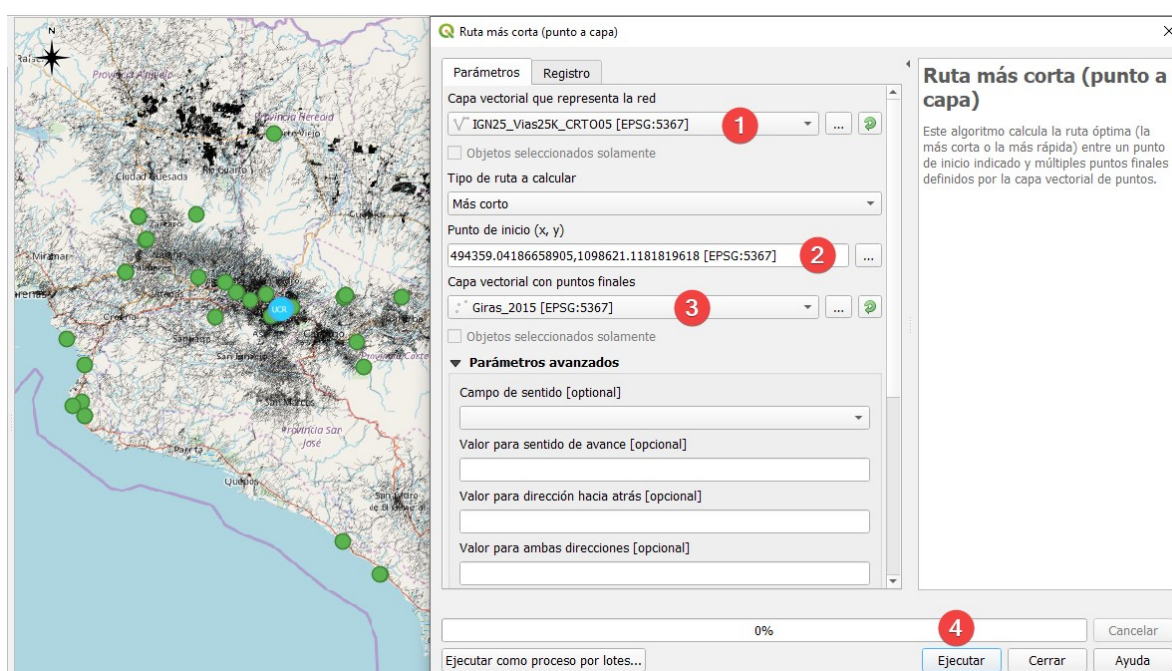


Figura 22: Herramienta para el cálculo de ruta más corta. 1. Capa vectorial de vía, 2. Coordenadas de inicio, 3. Capa de puntos destino, 4. Ejecutar herramienta. Fuente: Elaboración propia.

### 3.11 Creación del visor

Para la creación del visor web, se utilizaron los lenguajes de programación HTML, CSS, JavaScript y Leaflet que es, una biblioteca JavaScript de código abierto para la creación de mapas interactivos aptos para dispositivos móviles y de escritorio,



además para la conformación del código de programación base del visor web, se utiliza como apoyo el complemento de QGIS, llamado “qgis2web”.

Qgis2web transforma el proyecto de QGIS en código de programación HTML, CSS y JavaScript, de forma automatizada, con la modificación de algunos parámetros según la forma y datos que se quieran mostrar. Se describirán los procedimientos empleados en la creación del mapa Docencia.

### **3.11.1 Proyecto en QGIS**

Para conformar el proyecto, se deben agregar las capas raster y vectoriales necesarias y en las propiedades del proyecto QGIS, es importante llenar toda la información necesaria de Metadatos.

#### **Mapa Docencia**

Se agregan las siguientes capas (ver figura 23):

- UCR\_CRTM05: contiene la ubicación de las Sede Rodrigo Facio Brenes, tanto de la antigua Facultad de Ingeniería en Finca 1 y Finca 2.
- Giras\_2019: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2019, en formato de puntos.
- Ruta\_2019: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2019.
- Giras\_2018: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2018, en formato de puntos.
- Ruta\_2018: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2018.
- Giras\_2017: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2017, en formato de puntos.
- Ruta\_2017: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2017.

- Giras\_2016: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2016, en formato de puntos.
- Ruta\_2016: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2016.
- Giras\_2015: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2015, en formato de puntos.
- Ruta\_2015: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2015.
- OpenStreetMap Standard: mapa base principal.
- Google Road: mapa base.
- Google Satellite: mapa base.

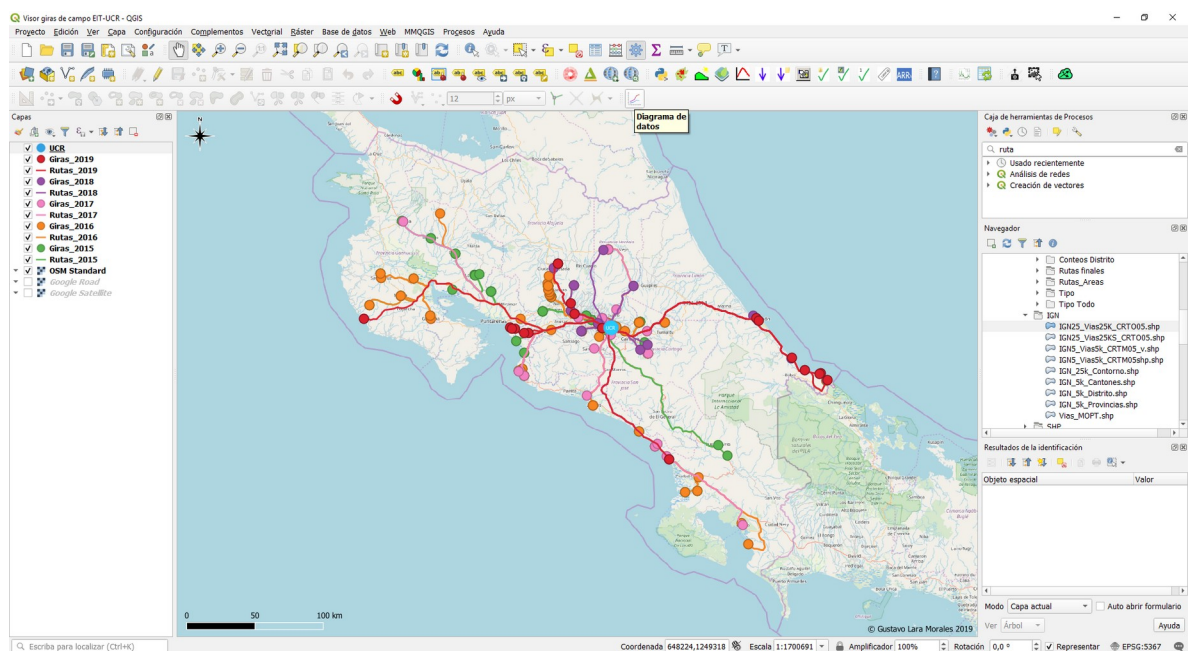


Figura 23: Vista general, proyecto QGIS mapa Docencia. Fuente: Elaboración propia.

### 3.11.2 Configuración de parámetros qgis2web

Una vez conformado el mapa, se abre el complemento “qgis2web” y se configuran los parámetros según las características que se desean visualizar.

En la figura 24, se observan algunos de los parámetros y su función de la pestaña “Layers and Groups”, una descripción de cada punto, a continuación:

1. El encabezado, muestra el nombre del atributo de la tabla de atributos.
2. Cluster, realiza un agrupamiento dinámico de puntos por proximidad, cambiando dependiendo del acercamiento en el mapa.
3. Leaflet, selecciona la biblioteca JavaScript, que se utilizará en la programación del mapa web.
4. Update Preview, actualiza el mapa y muestra una visión actualizada del mapa según los parámetros configurados.

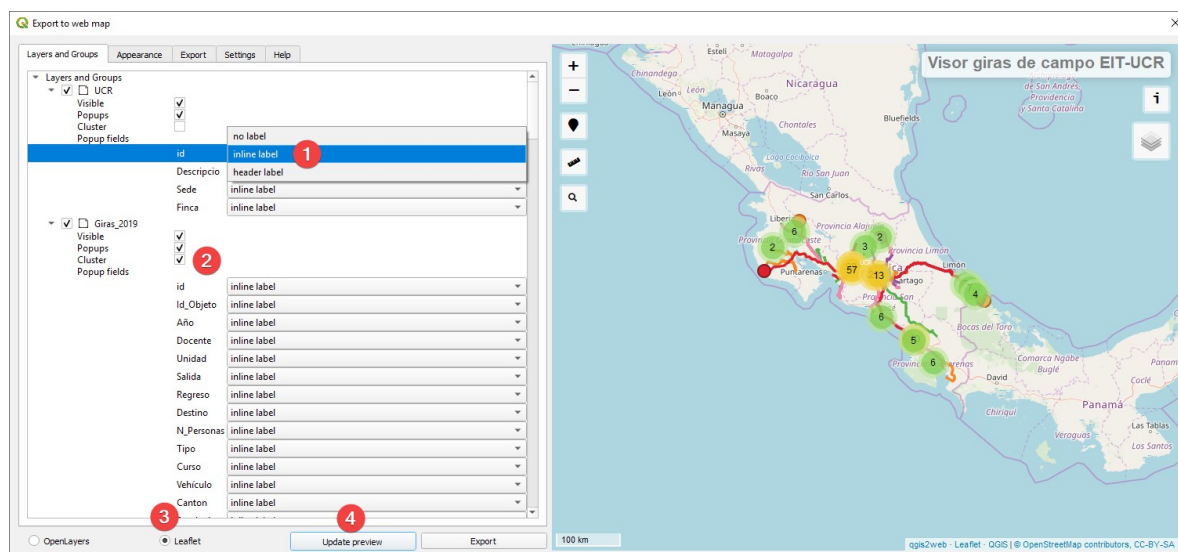


Figura 24: Modificación de parámetros “Layers and Groups”. 1. Encabezado, 2. Cluster(agrupación), 3. librería Leaflet, 4. Previsualización de mapa. Fuente: Elaboración propia.

En la pestaña “Appearance” que significa apariencia, se muestra algunos parámetros a configurar, ver figura 25:

1. Add abstract: ícono que agrega un resumen de los metadatos del proyecto QGIS.
2. Add adress search: ícono para la búsqueda de localidades y direcciones.

3. Measure tools: herramienta para realizar mediciones de distancias y de áreas en el mapa.
4. Template: es una plantilla que permite establecer dos tamaños del mapa, siendo la full-screen, la que utiliza la pantalla completa.
5. Widget Background y Widget Icon: define los colores de los iconos del mapa.
6. Max zoom level y Min zoom level: define el acercamiento máximo y mínimo del mapa, además en la figura 25 se muestra el máximo alejamiento.

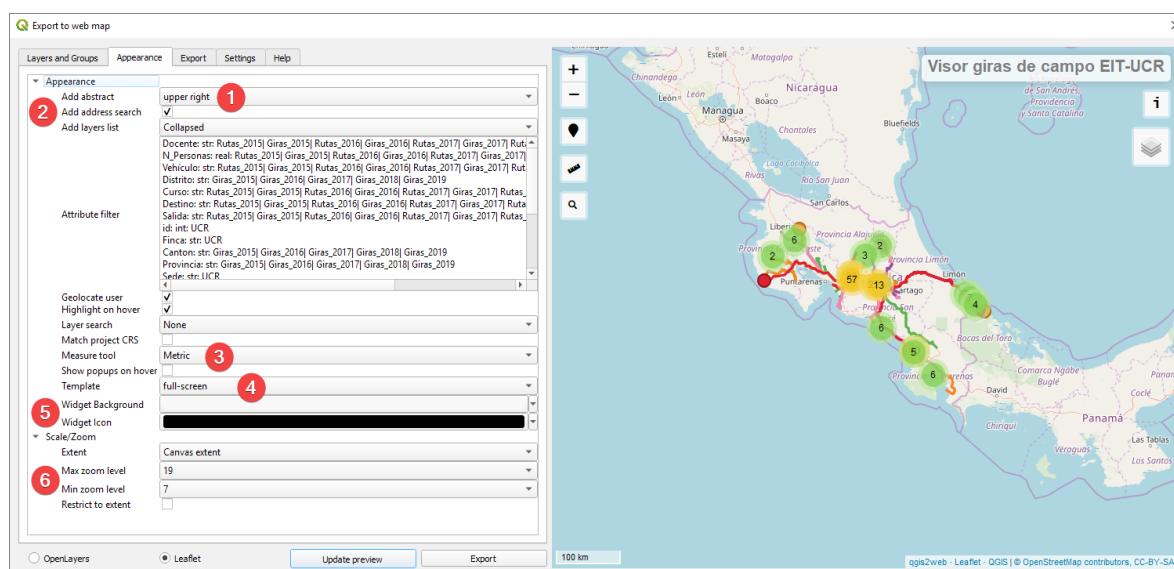
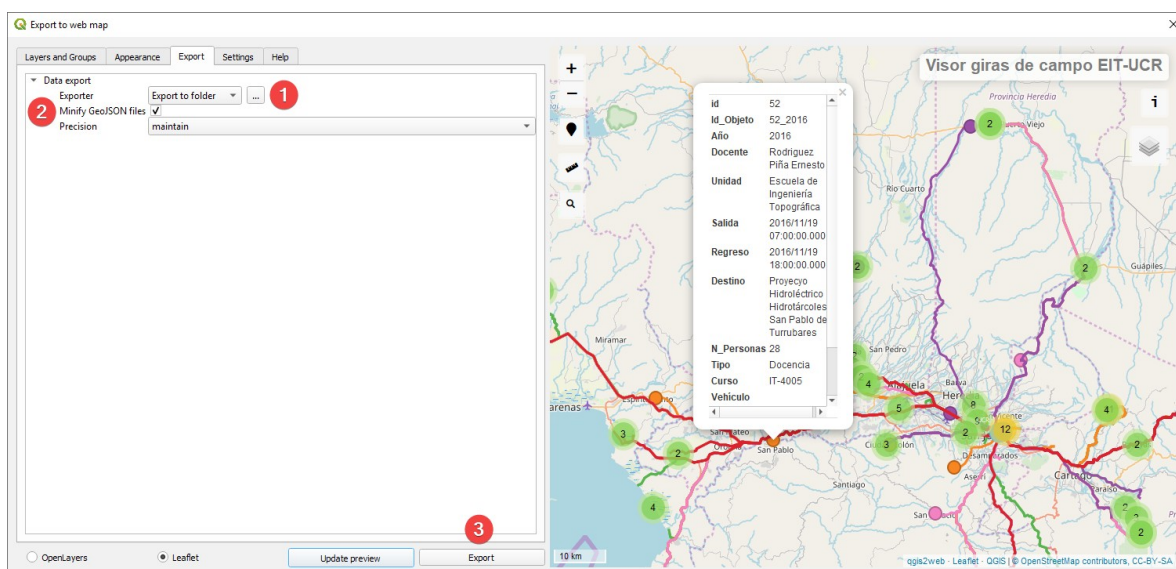


Figura 25: Modificación de parámetros “Appearance”. 1. Agrega Información del proyecto, 2. Agrega buscador, 3. Herramienta de medición, 4. Plantilla pantalla completa, 5. Colores de los iconos, 6. Se define el máximo y mínimo acercamiento del mapa. Fuente: Elaboración propia.

En la pestaña “Export”, se configuran los parámetros finales de exportación del proyecto, podemos también ver en la figura 26 la caja de información con los datos de la tabla de atributos, a continuación una descripción por punto:

1. Exporter: se define la carpeta o directorio, donde se guardaran los archivos que conforman el mapa web.

2. Minify GeoJSON file: Convierte el archivo de datos final en formato GeoJSON, haciendo que el tamaño en bytes sea menor, aumentando la velocidad de carga del mapa web.
3. Export: Exporta y graba el mapa web, en la carpeta indicada.



*Figura 26: Modificación de parámetros "Export". 1. Carpeta o directorio de salida del mapa, 2. Convierte el archivo final de datos en formato GeoJSON, 3. Exporta y graba el mapa web. Fuente: Elaboración propia.*

En la carpeta de exportación se observa que se crean 8 elementos, como lo muestra la figura 27, en total son 55 archivos con un tamaño en disco de 5,81 MB.

Dentro de esta carpeta está el archivo "index.html" del cual podemos ver una pequeña parte del código de programación HTML, generados por qgis2web en la figura 28.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
css	25/9/2019 09:30	Carpeta de archivos	
data	25/9/2019 09:30	Carpeta de archivos	
images	25/9/2019 09:30	Carpeta de archivos	
js	25/9/2019 09:30	Carpeta de archivos	
legend	25/9/2019 09:30	Carpeta de archivos	
markers	25/9/2019 09:30	Carpeta de archivos	
webfonts	25/9/2019 09:30	Carpeta de archivos	
index.html	25/9/2019 09:30	Brave HTML Docu...	70 KB

Figura 27: Archivos y carpetas creados por el complemento qgis2web. Fuente: Elaboración propia.

```

1 <!doctype html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4 <meta charset="utf-8">
5 <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
6 <meta name="viewport" content="initial-scale=1,user-scalable=no,maximum-scale=1,width=device-width">
7 <meta name="mobile-web-app-capable" content="yes">
8 <meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes">
9 <link rel="stylesheet" href="css/leaflet.css"><link rel="stylesheet" href="css/L.Control.Locate.min.css">
10 <link rel="stylesheet" href="css/qgis2web.css"><link rel="stylesheet" href="css/fontawesome-all.min.css">
11 <link rel="stylesheet" href="css/leaflet-control-geocoder.Geocoder.css">
12 <link rel="stylesheet" href="css/leaflet-measure.css">
13 <style>
14 html, body, #map {
15     width: 100%;
16     height: 100%;
17     padding: 0;
18     margin: 0;
19 }
20 </style>
21 <title>Visor giras de campo EIT-UCR</title>
22 </head>
23 <body>
24 <div id="map">
25 </div>
26 <script src="js/qgis2web_expressions.js"></script>
27 <script src="js/leaflet.js"></script><script src="js/L.Control.Locate.min.js"></script>
28 <script src="js/leaflet.rotatedMarker.js"></script>
29 <script src="js/leaflet.pattern.js"></script>
30 <script src="js/leaflet-hash.js"></script>
31 <script src="js/Autolinker.min.js"></script>
32 <script src="js/rbush.min.js"></script>
33 <script src="js/labelgun.min.js"></script>
34 <script src="js/labels.js"></script>
35 <script src="js/leaflet-control-geocoder.Geocoder.js"></script>
36 <script src="js/leaflet-measure.js"></script>
37 <script src="data/Rutas_2015_4.js"></script>
38 <script src="data/Giras_2015_5.js"></script>

```

Figura 28: Código HTML, archivo "index.html" generado por qgis2web. Fuente: Elaboración propia.

Para los mapas de Investigación y Acción Social se aplican los mismos procedimientos de separación de capas por años y de configuración de parámetros qgis2web y por último la exportación del proyecto, con esto se generan 3 mapas web que posteriormente se integran con la edición y la creación de una página web.

Se muestra el contenido de las proyectos de mapas de Investigación y Acción Social.

## Mapa de Investigación

Se agregan las siguientes capas (ver figura 29):

- UCR\_CRTM05: contiene la ubicación de las Sede Rodrigo Facio Brenes, tanto de la antigua Facultad de Ingeniería en Finca 1 y Finca 2.
- Giras\_2019: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2019, en formato de puntos.
- Ruta\_2019: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2019.
- Giras\_2018: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2018, en formato de puntos.
- Ruta\_2018: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2018.
- Giras\_2017: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2017, en formato de puntos.
- Ruta\_2017: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2017.
- Giras\_2016: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2016, en formato de puntos.
- Ruta\_2016: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2016.
- OpenStreetMap Standard: mapa base principal.
- Google Road: mapa base.
- Google Satellite: mapa base.

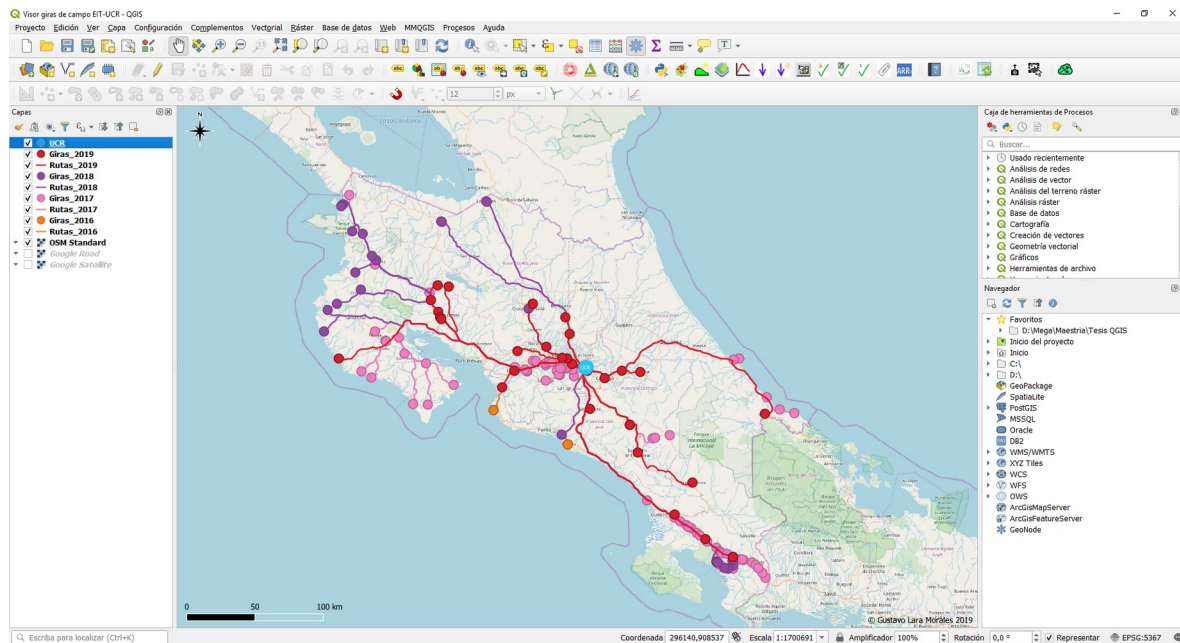


Figura 29: Vista general, proyecto QGIS mapa Investigación. Fuente: Elaboración propia.

## Mapa de Acción Social

Se agregan las siguientes capas (ver figura 30):

- UCR\_CRTM05: contiene la ubicación de las Sede Rodrigo Facio Brenes, tanto de la antigua Facultad de Ingeniería en Finca 1 y Finca 2.
- Giras\_2019: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2019, en formato de puntos.
- Ruta\_2019: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2019.
- Giras\_2018: contiene la ubicación geoespacial de las giras del año 2018, en formato de puntos.
- Ruta\_2018: contiene las rutas desde la sede Rodrigo Facio hasta la ubicación de las giras 2018.
- OpenStreetMap Standard: mapa base principal.
- Google Road: mapa base.



- Google Satellite: mapa base.

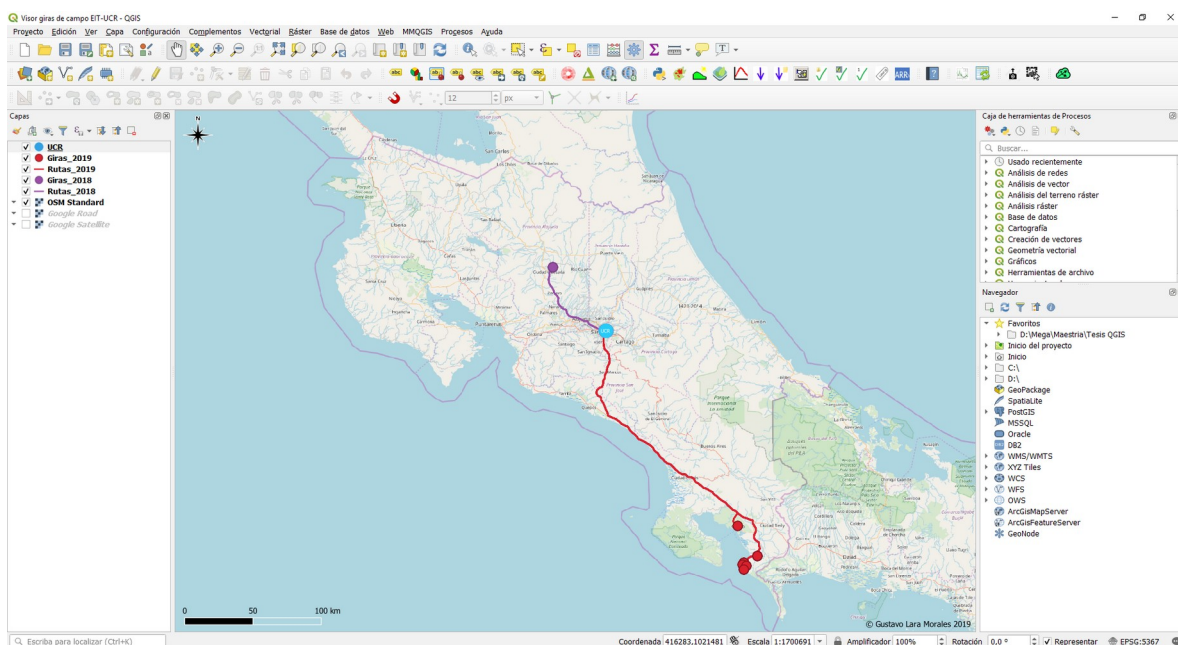


Figura 30: Vista general, proyecto QGIS mapa Acción Social. Fuente: Elaboración propia.

### 3.12 Alojamiento en GitHub

Para poder acceder al visor de la Escuela de Ingeniería Topográfica, es necesario alojar la página web en un servidor, esto requiere de una infraestructura tanto de hardware como de software, con niveles de seguridad informáticos que impidan el robo o daño de información institucional, como parte de los objetivos de este trabajo final de graduación es el uso de Open Source, se utilizó el repositorio GitHub, ya que cumple con el objetivo planteado de establecer la infraestructura para la materialización de un visor de acceso público a través de un Sistema de Información Geográfico Open Source, permitiendo alojar la información generada, en este caso, el contenido de programación que conforman el visor web, sin

ningún costo adicional y con la seguridad necesaria sin exponer la seguridad de la EIT ni de la UCR.

### 3.12.1 Creación de cuenta en GitHub

Se crea una cuenta en [www.github.com](http://www.github.com) para obtener el espacio gratuito y así poder alojar, los repositorios con la información del visor web. El espacio es de 1GB por página, con la posibilidad de aumentar características al cambiar a una cuenta de pago ( ver figura 31).

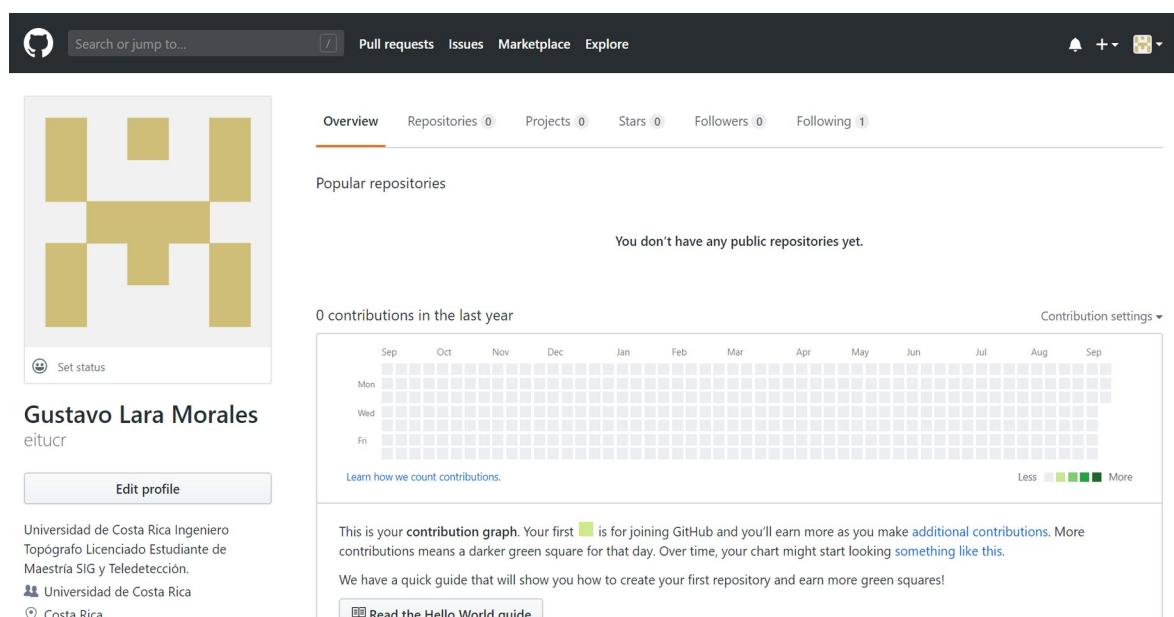


Figura 31: Cuenta en GitHub. Fuente: [www.github.com](http://www.github.com)

### 3.12.2 Instalación GitHub Desktop y alojamiento

El programa GitHub Desktop, simplifica el proceso de alojamiento de los archivos, sincronizando de forma automática la carpeta o directorio del mapa web con la cuenta GitHub creada, ayudando en la actualización de cambios que se realizaran en los archivos.

Lo primero es acceder a la dirección <https://desktop.github.com/> para descargar el archivo instalador del programa, ver figura 32.

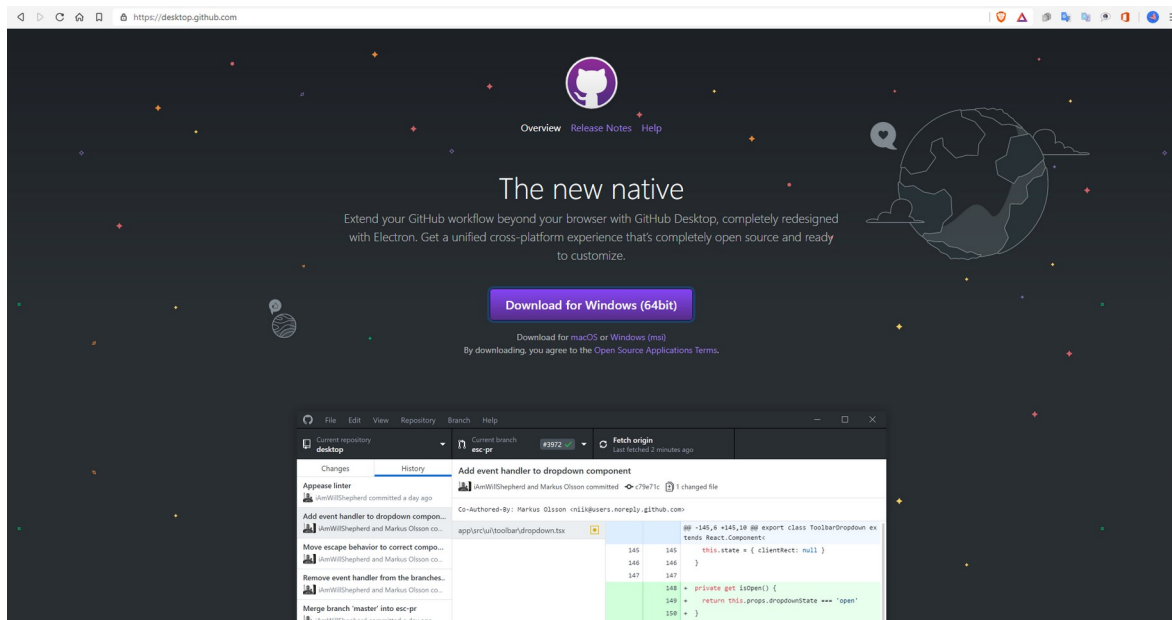
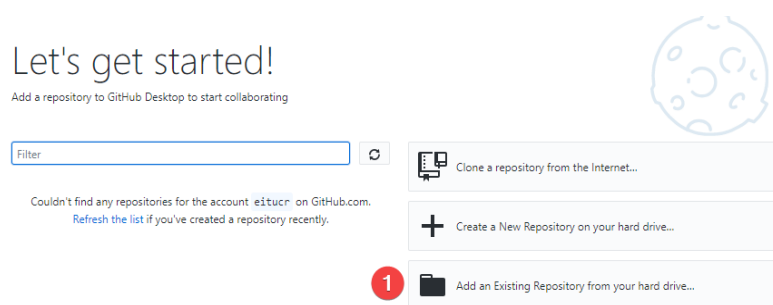


Figura 32: Página para descarga de GitHub desktop. Fuente: <https://desktop.github.com/>

Una vez descargado el programa, se instala, se ingresan los datos de cuenta GitHub y se autentifica la cuenta con GitHub Desktop por medio de un correo electrónico.

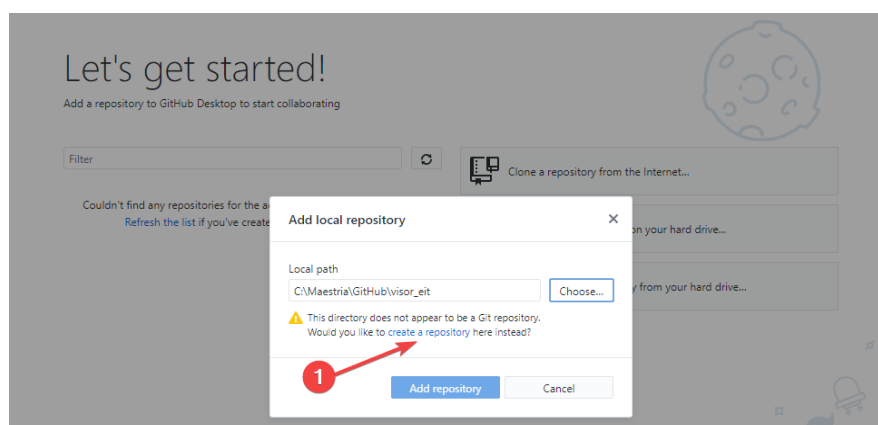
Al abrir el GitHub Desktop, nos muestra la interfaz , donde guía paso a paso el proceso para 3 procedimientos:

- Clonar repositorio, su función es la de descargar un repositorio de GitHub a la computadora.
- Crear un repositorio nuevo, crea el espacio y el nombre, sin archivos.
- Agregar repositorio existente, subir a la cuenta de GitHub, la carpeta o directorio que contiene los archivos deseados, esta es la opción a utilizar , marcado con el número 1 en la figura 33.



*Figura 33: Alojamiento de carpeta, contenido mapa web. 1. Se agrega la carpeta. Fuente: GitHub Desktop.*

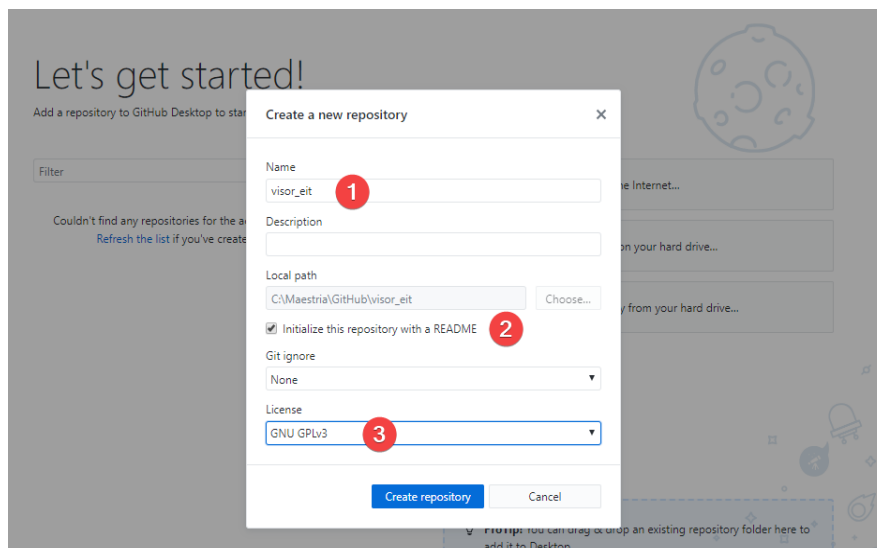
Al seleccionar la opción anterior esta despliega una ventana emergente ver la figura 34, donde se busca la carpeta contenedora y la opción de crear el repositorio para alojar los archivos, cabe destacar que si ya se cuenta con el repositorio, no es necesario la opción señalada con el numero 1, y se presionaría el botón azul “add repository”.



*Figura 34: Agregando la carpeta o dirección, donde se aloja el mapa web. 1. Creando repositorio. Fuente: GitHub Desktop.*

Si es necesario la creación del repositorio se presiona la opción señalada con número 1 en a figura 34 y se procede a continuar en completar la información indicada en la figura 35.

1. Asignación de un nombre, este será el utilizado en la dirección web de acceso.
2. Archivo README, para agregar descripción, aquí se puede hacer una clara descripción del proyecto o de la página para que los usuarios puedan conocer o contactar al autor.
3. Selección del tipo de licencia, en éste punto es importante señalar que desde el inicio se busco que este trabajo sea open source, por lo que se utilizó la GNU GPLv3, para proteger los derechos del autor sobre el software y ofrecerle esta licencia que le otorga permiso legal para copiarlo, distribuirlo y / o modificarlo.



*Figura 35: Creación de nuevo repositorio. 1. Asignación de un nombre, 2. Archivo README, para agregar descripción, 3. Selección del tipo de Licencia. Fuente: GitHub Desktop.*

El siguiente paso lo vemos en la figura 36, donde en el punto indicado con número 1, se ingresa un comentario de la versión alojado, como ayuda al seguimiento de un historial de cambio. En el punto numero 2, la información contenida en la

carpeta seleccionada de la computadora, pasa a alojarse en el repositorio de GitHub.

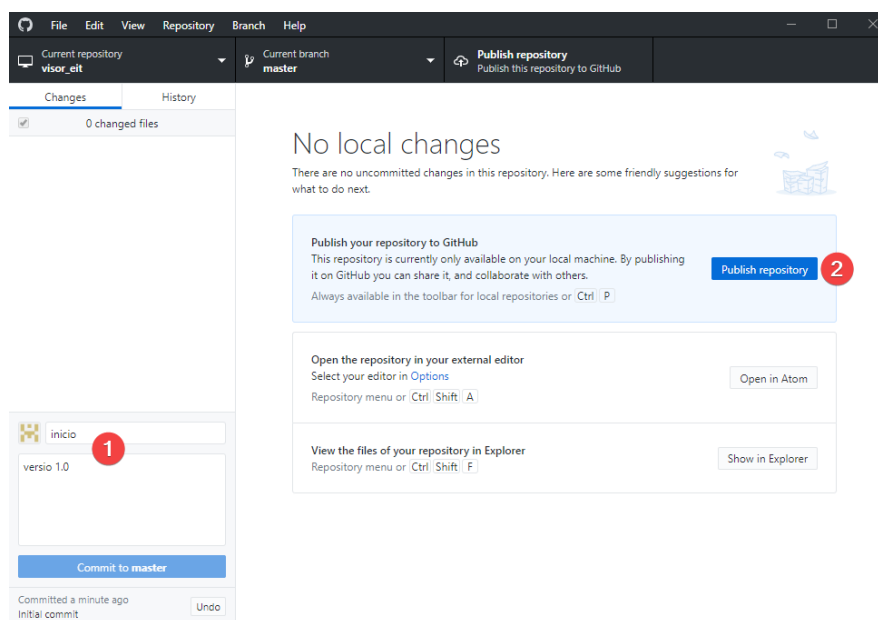


Figura 36: Publicación de repositorio en GitHub. 1. Comentario de versión, 2. Publicación en GitHub. Fuente: GitHub Desktop.

### 3.12.3 Publicación de repositorio, acceso público.

Finalizado el proceso de sincronización de la carpeta de la computadora con la cuenta GitHub, continúa hacer, de acceso público la información, para ello se ingresa a la cuenta creada y se puede ver ya la información alojada, ver figura 37, se observa en el punto indicado con el numero 1, que el repositorio está de acceso privado, ingresando al repositorio “visor\_eit” podremos cambiar la configuración de varios parámetros para ello se ingresa a “Settings” ver figura 38 en la opción indicada con número 1.

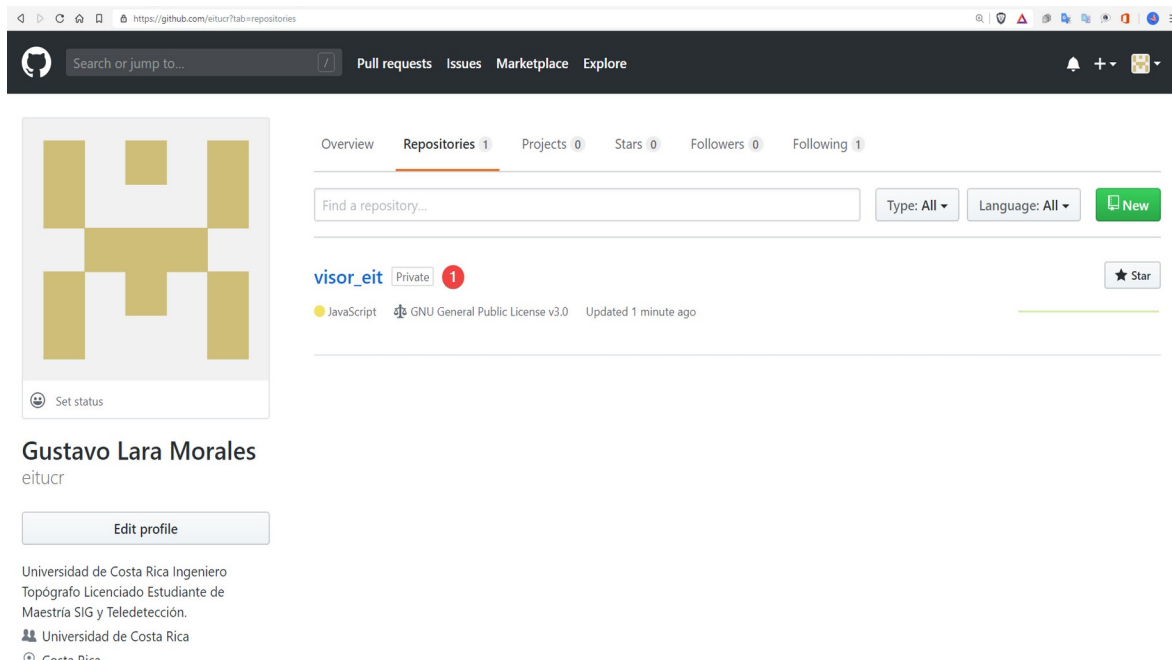


Figura 37: Repositorio cargado en la cuenta de GitHub, 1. Se encuentra privado, por lo que no es visible por los usuario. Fuente: [www.github.com](http://www.github.com)

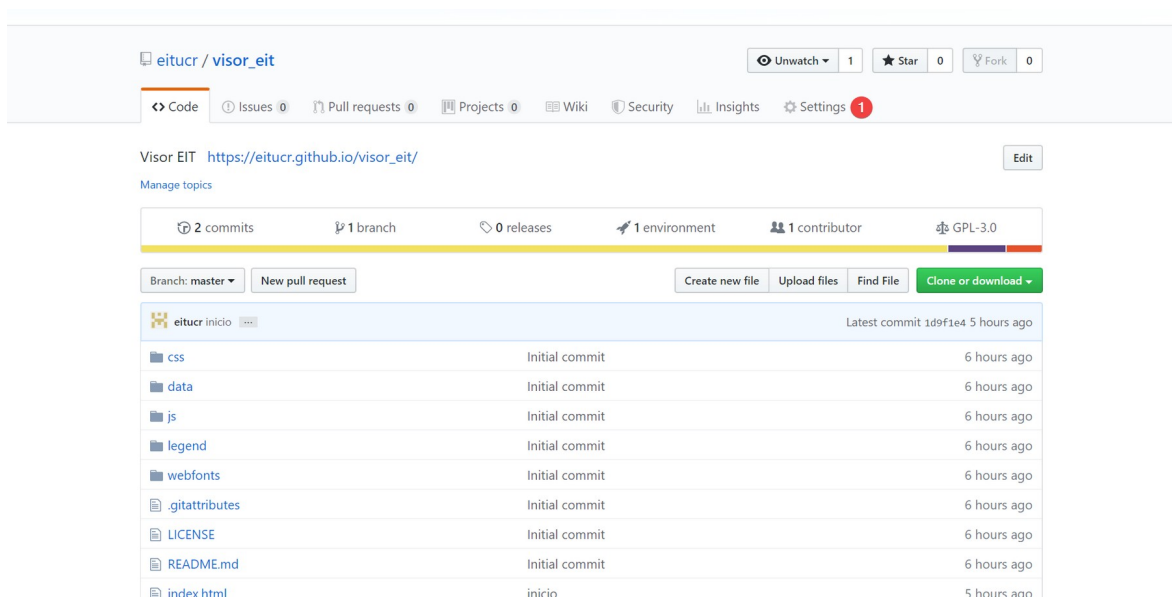


Figura 38: Contenido de repositorio "visor\_eit", 1. Configuración de parámetros. Fuente: [www.github.com](http://www.github.com)

Una vez ingresado en "Settings" se busca la sección "Danger Zone" ( ver figura 39), en la opción indicada con el número 1 se puede cambiar entre privado o

público, esto puede utilizarse cuando se está actualizando la información, para controlar que no esté visible al usuario, mientras se actualiza la información.

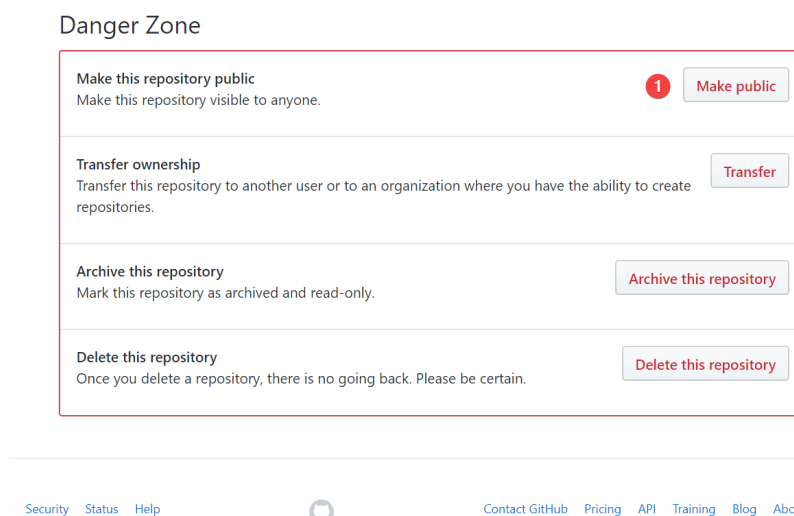


Figura 39: Setting volver a acceso público, 1. Hacer la página pública. Fuente: [www.github.com](http://www.github.com)

En la sección “GitHub Pages” se hace que el repositorio, se convierta en una página web, para esto en el botón “None” cambiamos a “master brach” como indica el número 1 en la figura 40.

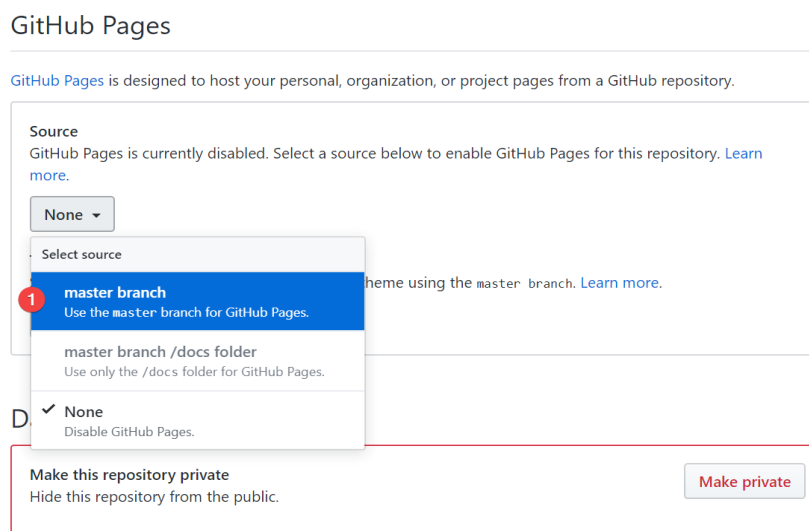


Figura 40: Activación de página web. 1. Cambio a “master branch”. Fuente: [www.github.com](http://www.github.com)



Al activar “master branch” se muestra la dirección de la página, en este caso “[https://eitucr.github.io/visor\\_eit/](https://eitucr.github.io/visor_eit/)” como se muestra en la figura 41.

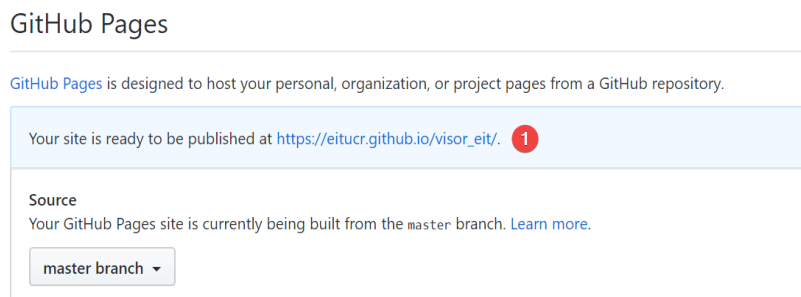


Figura 41: Confirmación que el repositorio, cambio a página web. Fuente: [www.github.com](http://www.github.com)

Siguiendo la metodología sugerida es posible la obtención de una página web, en este caso un visor alojado en el repositorio GitHub, si se accede a la dirección web asignada desde una computadora, podremos visualizar el mapa, como lo muestra la figura 42 y si accedemos desde un móvil se puede verlo en la figura 43.

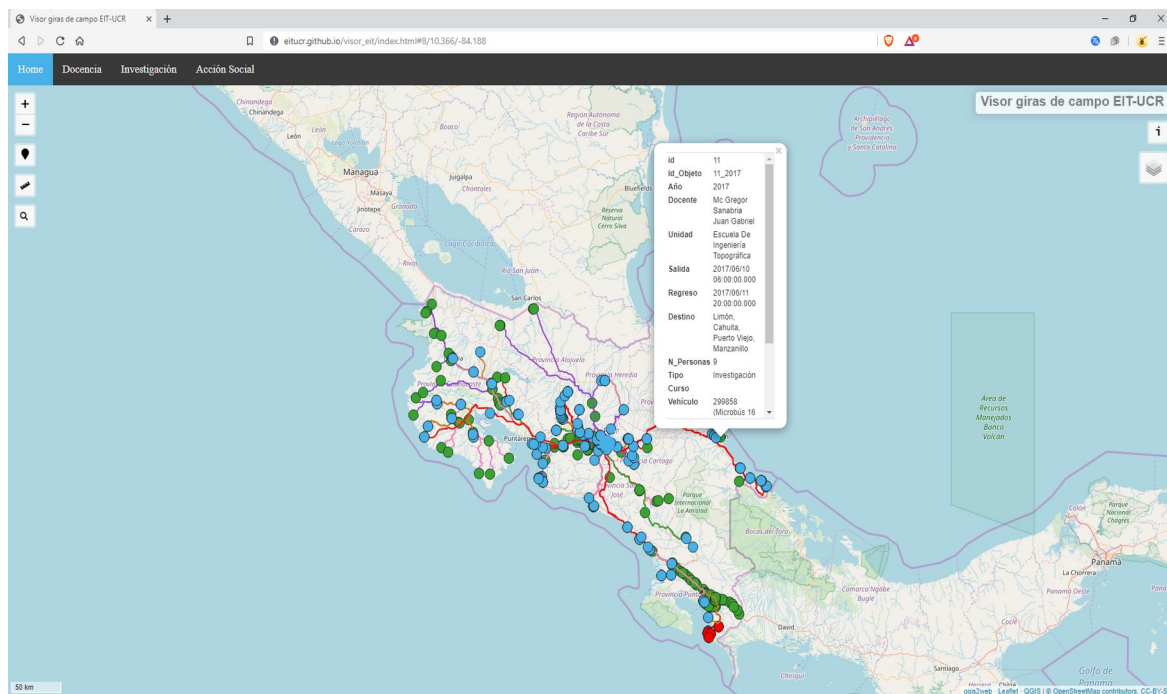


Figura 42: Visor alojado en el repositorio GitHub, con las giras de la EIT de la UCR. Fuente: Elaboración propia.



Figura 43: Visor desde dispositivo móvil. Fuente: Elaboración propia.

### 3.13 Limitaciones

El alojamiento en GitHub es una solución efectiva para el establecimiento de una infraestructura que permita la creación de un servicio sin exponer la integridad de información local de un servidor, pero cuenta con características limitadas en su versión gratuita.

Otro aspecto es la limitante del espacio de almacenamiento de datos, la velocidad de transferencia y de la posibilidad de establecer los roles de usuarios.

Los datos alojados en GitHub son para uso público siguiendo los principios Open Source, por lo que puede ser una limitante, dependiendo del contenido que se quiera publicar, con una cuenta gratis.

## CAPITULO 4: RESULTADOS

### 4.1 Resultados estadísticos

Se presentan los resultados obtenidos de la información recopilada tanto de forma literal como geoespacial, a partir de los datos recopilados entre el año 2015 y el I Semestre del 2019.

Se han realizado un total de 479 visitas a diferentes sitios del territorio nacional, a partir de la geolocalización de las giras, ver figura 44, se pueden realizar diversos análisis de conteos de visitas, sobre cada división política y también estadísticas a partir de las tablas creadas, a continuación se mostrarán los resultados de éstos análisis.

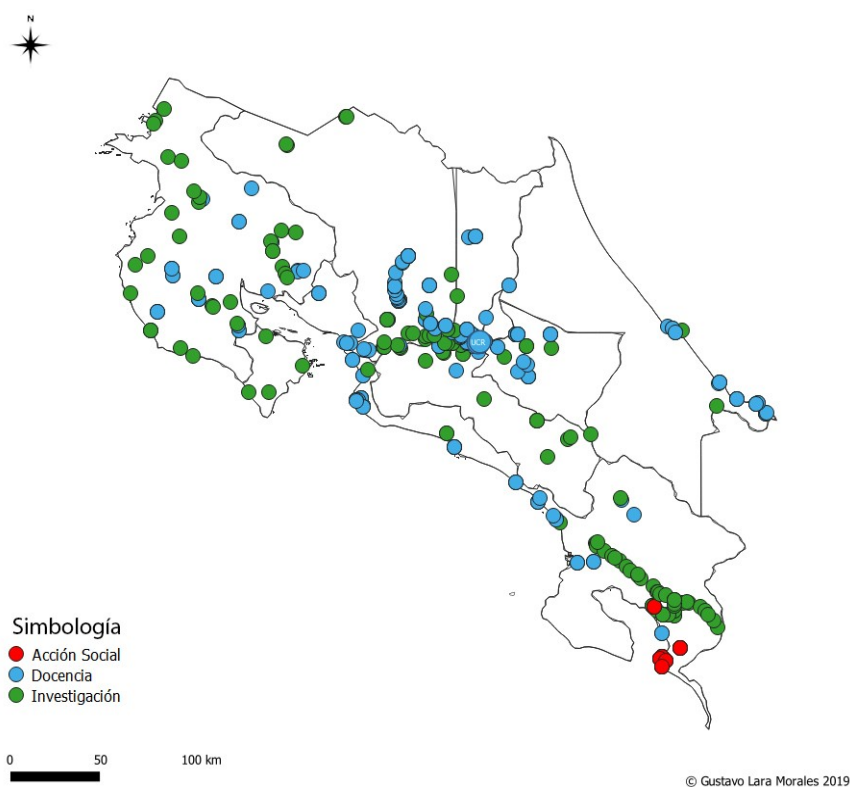


Figura 44: Geolocalización de las giras de campo, categorizado por área: Acción Social, Docencia e Investigación. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.1 Giras por áreas y años.

De la tabla 3, se puede obtener que se han realizado desde el año 2015 a I Semestre del 2019, un total de 208 giras de campo. Se destaca que en año 2015 solo se realizan giras en Docencia y es el año con más giras programadas; a partir del año 2018 se realizan giras en las 3 áreas de acción.

*Tabla 3: Número de Giras por áreas de acción de la UCR, entre el 2015 y I-2019.*

<b>Año</b>	<b>Docencia</b>	<b>Investigación</b>	<b>Acción Social</b>	<b>Total</b>
2015	53	0	0	<b>53</b>
2016	47	4	0	<b>51</b>
2017	23	14	0	<b>37</b>
2018	19	6	12	<b>37</b>
I-2019	13	15	2	<b>30</b>
<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>39</b>	<b>14</b>	<b>208</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.1.2 Giras de docentes por área

Un total de 16 docentes de la Escuela de Ingeniería Topográfica, han solicitado giras de campo en las áreas de Docencia, Investigación y Acción Social como se muestra ver la tabla 4, destaca el docente Mc Gregor Sanabria Juan Gabriel, con giras en las todas las áreas de acción de la Universidad de Costa Rica.

*Tabla 4: Giras de Docentes por áreas.*

<b>Docente</b>	<b>Docencia</b>	<b>Investigación</b>	<b>Acción Social</b>	<b>Total</b>
Barrantes Chaves Karla	12	0	0	<b>12</b>
Calderón Sánchez Alberto Adonai	4	0	0	<b>4</b>
Chaves Chaves Elena	3	0	0	<b>3</b>
Cordero Gamboa Gabriela	7	0	0	<b>7</b>
Garbanzo León Jaime	2	2	0	<b>4</b>
Lara Morales Gustavo	32	11	0	<b>43</b>
Loría Sáenz Ricardo	4	0	0	<b>4</b>
Lucke Castro Oscar Herber	0	1	0	<b>1</b>
Mc Gregor Sanabria Juan Gabriel	41	16	15	<b>72</b>
Monge Garro Ricardo	1	0	0	<b>1</b>
Montero Pineda Marco Antonio	1	0	0	<b>1</b>
Picado Salvatierra Juan Antonio	0	2	0	<b>2</b>
Porras Arce Edwin	25	0	0	<b>25</b>
Rodríguez Piña Ernesto	15	0	0	<b>15</b>
Solano Madriz Jorge	5	1	0	<b>6</b>
Vega Fernández Alonso	2	6	0	<b>8</b>
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>39</b>	<b>15</b>	<b>208</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.1.3 Giras de docente por año**

Se muestra en la tabla 5, la cantidad de giras solicitadas entre el año 2015 y el I Semestre del 2019 ver la tabla 5, donde 72 giras corresponden al docente Mc Gregor Sanabria Juan Gabriel.

*Tabla 5: Gira de Docentes por año.*

<b>Docente</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>I-2019</b>	<b>Total</b>
Barrantes Chaves Karla	6	6	0	0	0	<b>12</b>
Calderón Sánchez Alberto Adonai	0	2	0	2	0	<b>4</b>
Chaves Chaves Elena	0	3	0	0	0	<b>3</b>
Cordero Gamboa Gabriela	2	3	2	0	0	<b>7</b>
Garbanzo León Jaime	0	3	0	0	1	<b>4</b>
Lara Morales Gustavo	13	10	9	8	3	<b>43</b>
Loría Sáenz Ricardo	2	2	0	0	0	<b>4</b>
Lucke Castro Oscar Herber	0	0	0	0	1	<b>1</b>
Mc Gregor Sanabria Juan Gabriel	18	8	16	16	14	<b>72</b>
Monge Garro Ricardo	0	1	0	0	0	<b>1</b>
Montero Pineda Marco Antonio	0	0	0	0	1	<b>1</b>
Picado Salvatierra Juan Antonio	0	1	0	0	1	<b>2</b>
Porras Arce Edwin	8	7	6	3	1	<b>25</b>
Rodríguez Piña Ernesto	4	4	2	4	1	<b>15</b>
Solano Madriz Jorge	0	0	2	1	3	<b>6</b>
Vega Fernández Alonso	0	1	0	3	4	<b>8</b>
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>51</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	<b>208</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.1.4 Giras de docente distribuidas por división política administrativa.**

Costa Rica está dividida políticamente en 7 Provincias, 82 Cantones y 487 Distritos, información obtenida del Instituto Geográfico Nacional, de los cuales podemos ver la tabla 6. Se visitaron el 100% de las Provincias, el 72% de los Cantones y el 24% de los Distritos.

*Tabla 6: Cantidad de puntos visitados por división política en Costa Rica.*

<b>Div. Política</b>	<b>Visitados</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Distritos	119	487	24
Cantones	59	82	72
Provincias	7	7	100

*Fuente: Elaboración propia.*

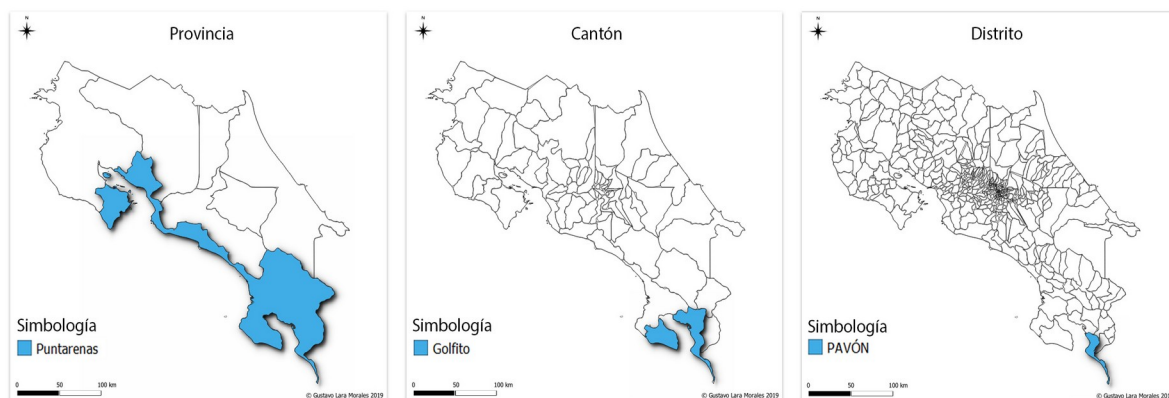
#### 4.1.5 Nombre de sitios más visitados por división política administrativa.

Destaca el sitio Pavón, ver tabla 7, donde se realiza un proyecto de Acción Social, que pertenece al Cantón de Golfito de la Provincia de Puntarenas. En la tabla N.º Visitas es la cantidad de veces que se viajó a ese sitio, N.º Total corresponde al total de sitios visitados desde el 2015, en todo el territorio nacional y % corresponde al porcentaje de visitas con relación a las 479 visitas totales, gráficamente podemos visualizar en la figura 45 las divisiones políticas y los sitios señalados.

*Tabla 7: Nombre de sitios más visitados por división política.*

<b>Div. Política</b>	<b>Más Visitado</b>	<b>N.º Visitas</b>	<b>N.º Total</b>	<b>%</b>
Distritos	Pavón	47	479	10
Cantones	Golfito	89	479	19
Provincias	Puntarenas	176	479	37

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 45: Sitios más visitados en las Giras, por división política. Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.1.6 Distritos más visitados

Los 10 distritos más visitados, junto con su cantón y provincia, del cual se puede observar la provincia de Limón con 14 visitas al distrito Cahuita, ver tabla 8.

Tabla 8: Diez Distritos más visitados.

N.º	Provincia	Cantón	Distrito	Visitas
1	Puntarenas	Golfito	Pavón	47
2	Puntarenas	Golfito	Golfito	26
3	Puntarenas	Garabito	Jacó	20
4	Alajuela	Zarcelero	Laguna	17
5	Puntarenas	Golfito	Guaycará	16
6	Alajuela	San Carlos	Quesada	16
7	Limón	Talamanca	Cahuita	14
8	Alajuela	San Ramón	Volio	14
9	San José	Vázquez de Coronado	Cascajal	11
10	San José	Mora	Colón	10

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.6 Cantones no visitados

Los 23 cantones no visitados, junto con su provincia, se pueden observar en la tabla 9, de la provincia de Alajuela son 5 cantones sin visitar, Cartago 2 cantones, Heredia 5 cantones, Limón y Puntarenas 3 cantones y San José 5 cantones.

Tabla 9: Cantones no visitados en las giras.

N.º	Provincia	Cantón	Visitas
1	Alajuela	Guatuso	0
2	Alajuela	Naranjo	0
3	Alajuela	Palmares	0
4	Alajuela	Poás	0
5	Alajuela	Rio Cuarto	0
6	Cartago	El Guarco	0
7	Cartago	Jimenez	0
8	Heredia	Barva	0
9	Heredia	Flores	0
10	Heredia	San Isidro	0
11	Heredia	San Rafael	0
12	Heredia	Santa Barbara	0



<b>N.º</b>	<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Visitas</b>
13	Limón	Guacimo	0
14	Limón	Matina	0
15	Limón	Siquirres	0
16	Puntarenas	Coto Brus	0
17	Puntarenas	Montes De Oro	0
18	Puntarenas	Parrita	0
19	San José	Aserri	0
20	San José	Dota	0
21	San José	Goicoechea	0
22	San José	Leon Cortes Castro	0
23	San José	Moravia	0

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.7 Distancias recorridas de las giras por docente**

Las rutas recorridas para cada punto visitado se obtuvo por medio de QGIS, utilizando como base la Red Vial Nacional escala 1:25000 del IGN y utilizando la herramienta “ruta más corta ( punto a capa)”. Las rutas son calculadas y no son registros tomados de forma directa en el transcurso de la gira, por lo que el valor es una aproximación, a pesar de esto es un valor importante a considerar, si se calculan los posibles costos asociados solo al kilometraje recorrido.

De la tabla 10, se puede observar que la ruta más larga fue de 289,6 km, en el proyecto de Acción Social del Docente Mc Gregor Sanabria Juan Gabriel.

*Tabla 10: Distancia más larga recorrida por Docente en kilómetros.*

<b>Docente</b>	<b>Destino</b>	<b>Km</b>
Barrantes Chaves Karla	Montes de Oca Osa, Jacó	202,4
Calderón Sánchez Alberto Adonai	Distrito Puente De Piedra, Alrededores Del Monumento Nacional Puente De Piedra	37,7
Chaves Chaves Elena	Montes de Oca, Sabanilla, Calle Mora	3,2
Cordero Gamboa Gabriela	Golfito	245,2
Garbanzo León Jaime	Playa Zancudo , Golfito, Puntarenas	288,3
Lara Morales Gustavo	Uvita, Palmar Norte, Rio Claro, Golfito, Paso Canoas, Laurel, Canoas, San Vito, Potrero Grande	274,2
Loría Sáenz Ricardo	Bajamar, Tárcoles, Herradura y Jaco, Distritos 1 jaco y 2 Tárcoles del cantón de 11 Garabito de Puntarenas ( Recorrido Ruta Nacional N°27 de ida y vuelta)	100,9
Lucke Castro Oscar Herber	Alajuela Aeropuerto	20,1
Mc Gregor Sanabria Juan Gabriel	Distrito De Pavón, Las Gemelas, Punta Banco, Altamira, Alto Comte	289,6
Monge Garro Ricardo	La Cruz de Alajuela	13,7
Montero Pineda Marco Antonio	Los Ángeles	42,7
Picado Salvatierra Juan Antonio	Cerro de la Muerte	76,6
Porras Arce Edwin	Gandoca Limón	239,8
Rodríguez Piña Ernesto	Proyecto cañas-Liberia(Liberia)	204,9
Solano Madriz Jorge	Refugio De Vida Silvestre Ostional	235,4
Vega Fernández Alonso	Recinto De Golfito	243,2

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.8 Rutas recorridas en Docencia, Investigación y Acción Social**

Las rutas recorridas, como se menciona en el punto 4.1.7, es una aproximación, para poder visualizar los recorridos en Docencia, Investigación y Acción Social desde el año 2015 hasta el I Semestre del 2019, podemos ver las figuras 46, 47 y 48.

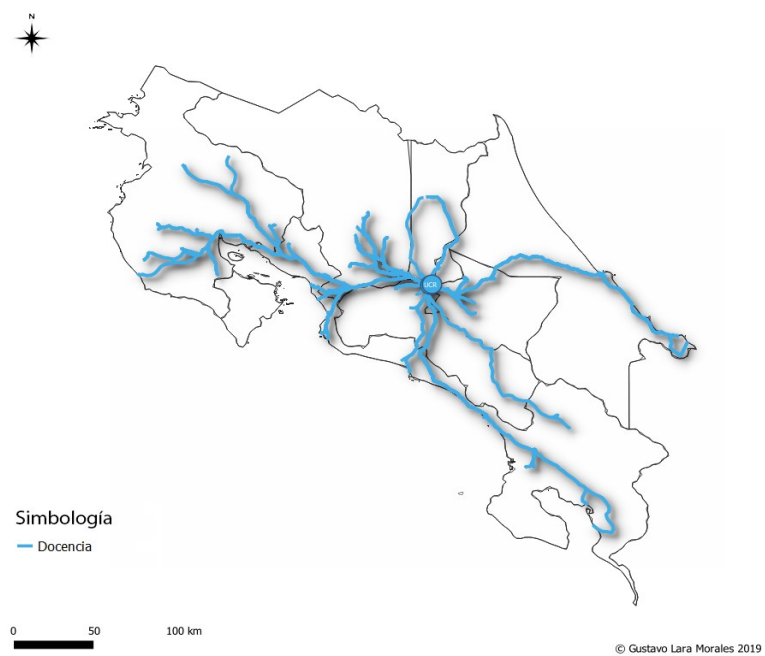


Figura 46: Rutas de las giras en Docencia a través de los años. Fuente: Elaboración propia.

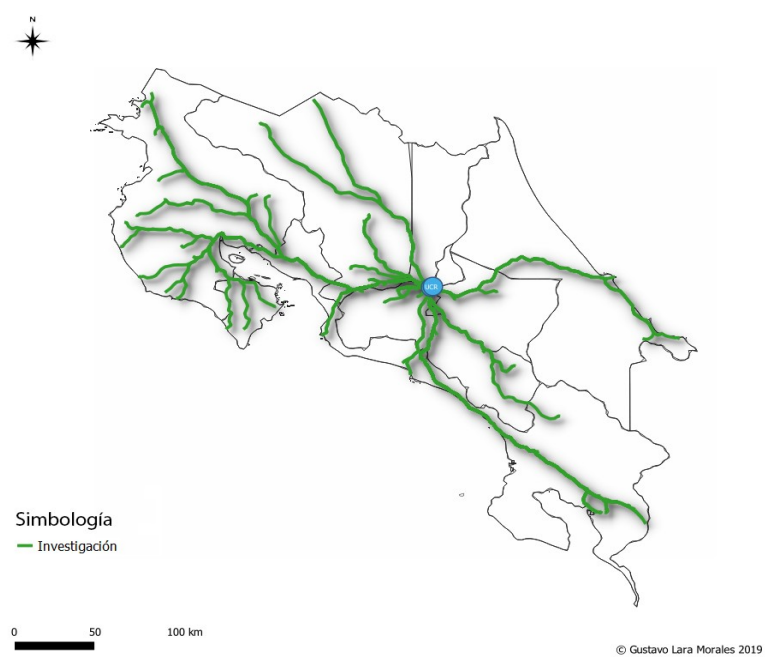
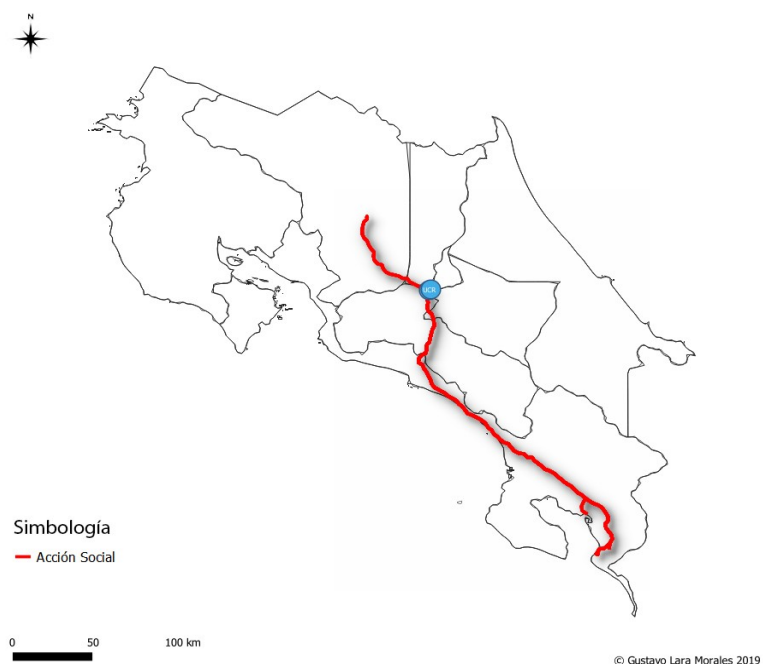


Figura 47: Rutas de las giras en Investigación a través de los años. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 48: Rutas de las giras en Acción Social a través de los años. Fuente: Elaboración propia.*

## 4.2 Visor EIT

Con el visor web presentado, se cumple el objetivo de establecer la infraestructura para la materialización de un visor de acceso público a través de un Sistema de Información Geográfico Open Source.

La infraestructura generada, fue la integración y la programación de los datos tabulares y los datos geoespaciales en un ambiente de información geográfico, el acceso público se logra a través del repositorio GitHub y se utilizaron programas y servicios Open Source, tales como el QGIS, Open Street Map, GitHub y Leaflet.

El resultado se accede por medio de la dirección [https://eitucr.github.io/visor\\_eit/](https://eitucr.github.io/visor_eit/), se puede ver en la figura 49, donde se muestra la sección Home, con un mapa general, con todas las capas de giras y rutas desplegadas.

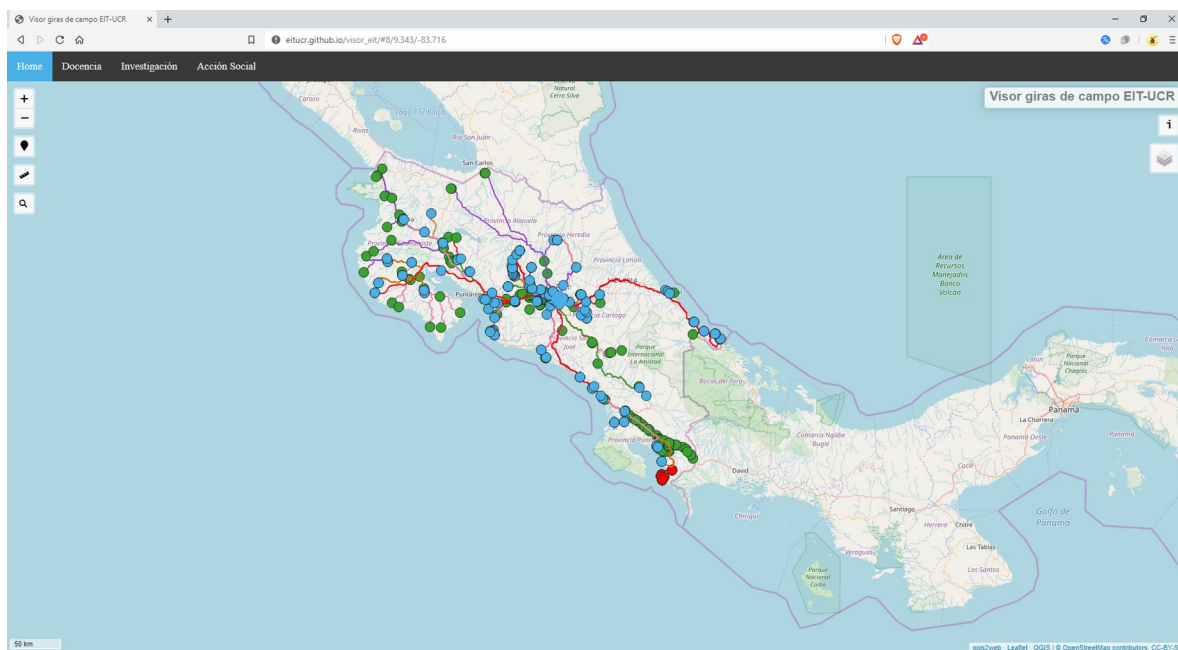


Figura 49: Visor web [https://eitucr.github.io/visor\\_eit/](https://eitucr.github.io/visor_eit/), página "Home". Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1 Componentes del visor\_eit

El visor cuenta con 3 zonas de interacción, que se pueden ver en la figura 50, dónde el usuario puede realizar acciones determinadas.

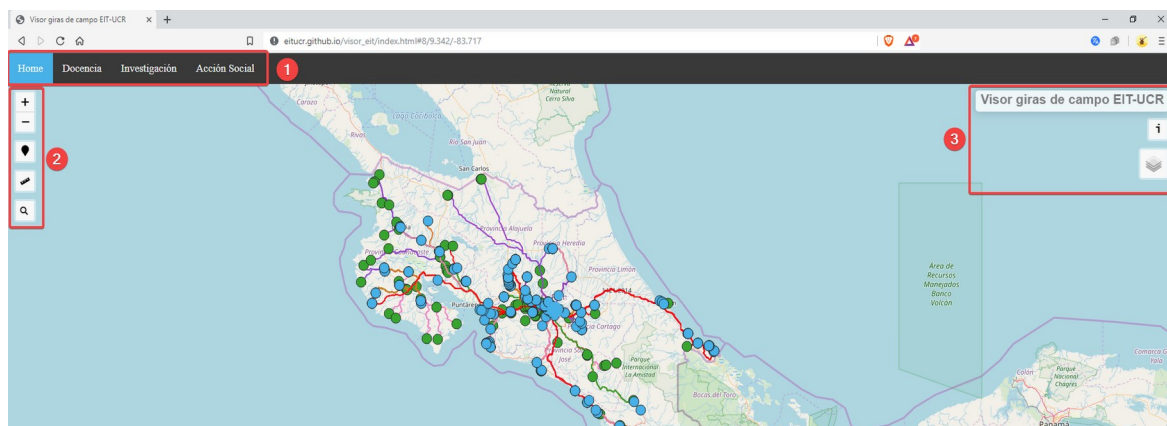


Figura 50: Zonas de interacción del visor web. 1. Barra de navegación, 2. Iconos de control, 3. Iconos de información. Fuente: Elaboración propia.

## Zona 1

Se crea una barra superior dividida en 4 secciones con mapas catalogados primero una sección HOME que contiene una vista general de los sitios visitados y las rutas y luego secciones por área de acción: Docencia, Investigación y Acción Social, ver la figura 51.

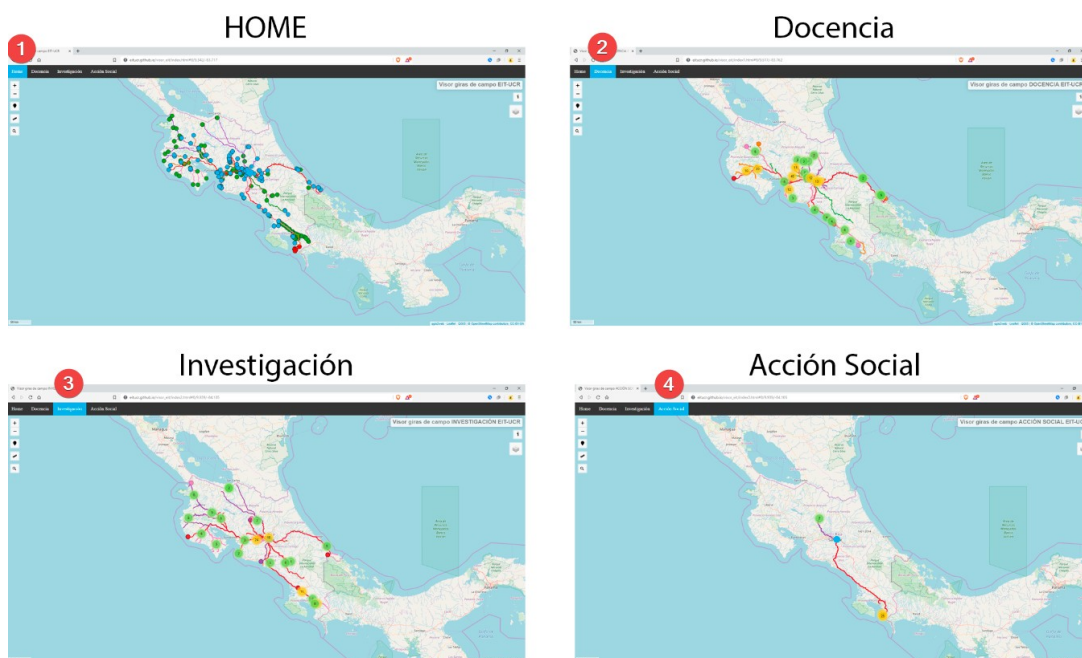


Figura 51: Secciones de las barra superior, visor\_eit. 1. Home, 2. Docencia, 3. Investigación, 4. Acción Social. Fuente: Elaboración propia.

## Zona 2

Iconos de control (ver figura 52), son herramientas que están divididas en 4 áreas:

1. Zoom, acercar o aleja la vista.
2. Ubicación del dispositivo que accede al visor.
3. Herramienta de medición de distancias y áreas.
4. Búsqueda de sitios o lugares del mapa.



Figura 52: Iconos de control, del visor. 1. Zoom, 2. Localización del dispositivo, 3. Herramienta de medición, 4. Búsqueda de sitios. Fuente: Elaboración propia.

### Zona 3

Aquí se encuentra información relacionada al mapa que se está mostrando, ver figura 53, se divide en 3 áreas:

1. Título del Mapa
2. Información textual
3. Control de capas activas e inactivas

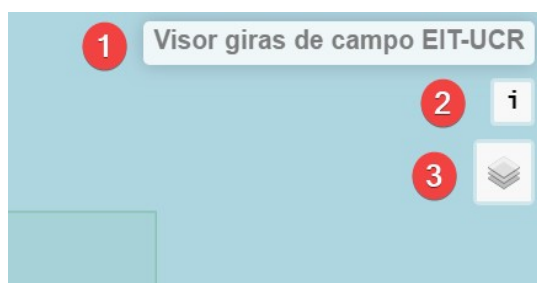


Figura 53: Iconos de información. 1. Título de mapa, 2. Información textual, 3. Control de capas activas e inactivas. Fuente: Elaboración propia.

En cada uno de los mapas, en la sección de control de capas, se puede encontrar información relacionada en dos diferentes elementos, que son las giras de campo

que corresponden a puntos y las rutas son líneas que representan las rutas aproximadas recorridas en vehículo.

En la figura 54, se muestran cada una de las capas que conforman las 4 secciones de simbología.



Figura 54: Control de Capas, del visor. 1. Home, 2. Docencia, 3. Investigación, 4. Acción Social.  
Fuente: Elaboración propia.

La capa UCR corresponde a la ubicación de la Sede Rodrigo Facio: Finca 1 y Finca 2, las 3 capas finales OSM Standard, Google Road y Google Satellite, corresponde a mapas base, todo lo anterior es equivalente en cada uno de los mapas.



## **CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

En este proyecto se planteó como objetivo general implementar la infraestructura necesaria para la creación de un Sistema de Información Geográfica, como herramienta para la visualización del impacto de la Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica en el ámbito nacional, que se cumplió en el desarrollo de los capítulos de éste trabajo.

Se obtuvo un protocolo para la obtención de la información necesaria de la base de datos de giras de campo, para ésto se creó un canal de comunicación entre la OSG por medio de la MBA Rosibel González Cordero, jefa de la Sección de Transportes quien facilita la información por medio del Ing. Emerson Castillo Guerrero, quien se encargó del envío de los archivos por medio del correo electrónico institucional de la Universidad de Costa Rica, con la información de giras de campo de la Escuela de Ingeniería Topográfica.

Se logró diseñar una base de datos espaciales, con la información de las giras de campo; esta base se creó por medio de QGIS, utilizando tablas de atributos y capas de puntos geospaciales, que son actualizables y editables, por lo que se cumple en su totalidad también este objetivo.

Se estableció la infraestructura para la materialización de un visor de acceso público a través de SIG Open Source , por lo cual se utilizó el repositorio GitHub y QGIS ambos destinados como herramientas Open Source y con la capacidad para el cumplimiento del objetivo planteado.

## 5.2 Recomendaciones

Para el mejoramiento y desarrollo de la información recopilada y como parte esencial para la creación de un sistema de información más robusto, se plantean varias recomendaciones.

Se recomienda a la Unidad Académica indicarle a los docentes que la información ingresada en el Expediente Único en la solicitud de transporte, en el espacio de destino de la gira, sea más detallada para mejorar su localización en el SIG.

Se recomienda además la incorporación de otras capas, que agreguen mayor diversidad al SIG, como la ubicación de bancos de nivel, Estaciones de gravedad absoluta y relativa, ubicación de Estación de Referencia de Operación Continua (sus siglas en inglés CORS) entre otras.

Se recomienda la divulgación del visor web por medio de la página oficial de la Escuela de Ingeniería Topográfica, como una forma de evidenciar el trabajo que se realiza en los procesos de Docencia, Investigación y de Acción Social, que son parte de la formación de los futuros profesionales en Ingeniería Topográfica.

Para mantener la base actualizada se recomiendan periodos semestrales, donde la nueva información recolectada y digitalizada se ingrese a la base de datos espacial y así puede ser utilizada como una herramienta de consulta por parte de los Docentes para la planificación de las giras en cada área de acción.

Además como sugerencia para trabajos futuros, se podría considerar la automatización, en la medida de lo posible, de algunas tareas que se realizan actualmente con una alta intervención manual, como la georreferenciación de las localidades y el trazado de las rutas, para aumentar la eficiencia de actualización del SIG.

## CAPITULO 6: BIBLIOGRAFÍA

About OSGeo - OSGeo. (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <https://www.osgeo.org/about/>

Botella, P. A., & Muñoz, B. A. (2011). *Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática*. Recuperado de <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr>

Burrough, P. A., McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographic information systems for land resources assessment*. Oxford: Clarendon.

Chrisman, N. R. (2003). *Exploring Geographical Information Systems* (2.<sup>a</sup> ed.). Hoboken (Nueva Jersey): John Wiley & Sons.

Descubre QGIS. (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <https://qgis.org/es/site/about/index.html>

Deuker, K. J., Kjerne, D. (1989). Multipurpose Cadastre Terms and Definitions. In: Proceedings of the American Society for Photography and Remote Sensing and American Congress on Surveying and Mapping (pág. 12). Falls Church (Virginia).

Facts About W3C. (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <https://www.w3.org/Consortium/facts>

GitHub Help. (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <https://help.github.com/en/articles/what-is-github-pages>

Leaflet (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <https://leafletjs.com/>

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., y otros (2005). *Geographic Information Systems and Science* (2.<sup>a</sup> ed. –ed. original, 2001–). Chichester (Reino Unido): John Wiley & Sons.

Morales, A. (2016). Publica tus mapas en la web con qgis2web - MappingGIS. Recuperado 9 September 2019, Recuperado de <https://mappinggis.com/2016/03/crea-aplicaciones-webmapping-con-qgis/>

Open Geospatial Consortium | OGC. (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <http://www.opengeospatial.org/>

Open Source Initiative. (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <https://opensource.org/>

OpenStreetMap Blog. (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <https://blog.osmfoundation.org/about/>

Padmanabhan, G., Leipnik, M. R, & Yoon, J. (1992). *A Glossary of GIS Terminology (92-13)*. UC Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis. Recuperado de <https://escholarship.org/uc/item/6d858764>

Peña, J. (2006). *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Alicante: Editorial Club Universitario.

Smith, T. R., Menon, S.; Star, J. L., y otros (1987). "Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems". En: *Inter national Journal of Geographic Information Systems* (vol. 1, núm. 1, pág. 13-31).

Tam, J, G. Vera y R. Oliveros.(2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación. *Pensamiento y Acción*. 5:145-154.

The GNU General Public License v3.0- GNU Project - Free Software Foundation. (2016). Retrieved 10 September 2019, Recuperado de <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html>

Unit 01, CC in GIS, & Cowen, D. (1990). *Unit 01 - What is GIS? In NCGIA Core Curriculum in GIS*. UC Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis. Recuperado de <https://escholarship.org/uc/item/71p6229c>

Unit 10, CC in GIS, & Nyerges, T. L. (1990). *Unit 10 - Spatial Databases as Models of Reality. In NCGIA Core Curriculum in GIS*. UC Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis. Recuperado de <https://escholarship.org/uc/item/0nt2s7d5>

Unit 43, CC in GIS, & White, G. (1990). *Unit 43 - Database Concepts I. In NCGIA Core Curriculum in GIS*. UC Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/7gn5d8zm>

W3C. (2019). Recuperado 12 junio, 2019, de <https://www.w3.org/Consortium/>

What is Copyleft? - GNU Project - Free Software Foundation. (2018). Retrieved 10 September 2019, Recuperado de <https://www.gnu.org/licenses/copyleft.en.html>