

# TRABAJO FIN DE MÁSTER

## PROPUESTAS GIS ENFOCADAS A LA MEJORA EN LOS PROCESOS DE REVISIÓN DE POSTES DE LA LÍNEA DE TELÉFONO Y A GEOMARKETING

***Autor: David García Sastre***

***Director: D. Daniel Ballarín Ferrer***

**Máster Universitario en**

**Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio: sistemas de información geográfica y teledetección**

**Noviembre de 2017**



**Universidad  
Zaragoza**

**Departamento de Geografía  
y Ordenación del Territorio**



## Resumen

Las prácticas desarrolladas durante los dos meses han significado la continuidad o mejora de la línea de teléfono para un gran número de entidades de población, de las provincias de León, Zamora y Salamanca mediante la utilización de GPS y posterior tratamiento de los datos recogidos en campo. Mediante varios software GIS y diferentes herramientas, se van a realizar una serie de propuestas que tratan de establecer una metodología de revisión en base al estudio previo de diferentes casuísticas con el fin de conseguir un ahorro de costes y de tiempo, así mismo, se realizará un análisis de geomarketing mediante el cual un empresario, gracias a la observación de un mapa, comprenderá donde podrá establecer un futuro negocio.

**Palabras Clave:** Análisis de redes, Presupuesto, GPS, Geomarketing, Sistemas de Información Geográfica.

## Abstract

The practises developed during the two months have meant the continuity or improvement of the telephone line for a great number of population entities from the provinces of León, Zamora and Salamanca by using GPS and the subsequent treatment of the collected data in the field. By several GIS software and multiple tools, a series proposals are going to be made to try to establish a review methodology based on the previous study of the different casuistry in order to get time and cost savings, likewise, a geomarketing analysis will be carried out through which an entrepreneur, thanks to a map observation, will know where a future business can be established.

**Key Words:** Network Analysis, Budget, GPS, Geomarketing, Geographical Information Systems.

## Índice

1.	Introducción y presentación de la empresa.....	pág. 1
1.1.	Justificación .....	pág. 2
2.	Objetivos .....	pág. 4
2.1.	Cronograma .....	pág. 4
3.	Materiales y métodos .....	pág. 5
3.1.	GPS Trimble JUNO SD .....	pág. 6
3.2.	Software utilizado .....	pág. 7
3.2.1.	ArcGIS 10.3 y ArcPad 7.1 (Privado) .....	pág. 7
3.2.2.	QGIS 2.18.14 y Google My Maps (OpenSource) .....	pág. 8
3.2.3.	NOTEPAD++, EXCELL y CSVed.....	pág. 8
3.3.	Fuentes de información .....	pág. 9
3.4.	Área de estudio .....	pág. 13
3.5.	Metodología .....	pág. 15
4.	Resultados .....	pág. 18
4.1.	Análisis de redes .....	pág. 18
4.2.	Selección de central .....	pág. 21
4.3.	Presupuesto para la poda.....	pág. 22
4.4.	Geomarketing .....	pág. 26
5.	Conclusión .....	pág. 29
6.	Valoración personal .....	pág. 30
7.	Fuentes y Bibliografía .....	pág. 31
7.1.	Fuentes .....	pág. 31
7.2.	Bibliografía .....	pág. 31
8.	Anexo .....	pág. 32

## 1. INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

El trabajo realizado nace de la necesidad de mejorar, mediante propuestas basadas en sistemas de información geográfica, el día a día de la empresa donde he podido realizar las prácticas curriculares universitarias pertenecientes al master Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: SIG y Teledetección, de la Universidad de Zaragoza.

La empresa está radicada en la ciudad de León, concretamente presta sus servicios en el edificio CEBT (Centro de Empresas de Base Tecnológica) de León (Fig. 1).



**Figura 1.** CEBT León.

FUNGIS Medio Ambiente S.L. posee una experiencia de más de 12 años en Sistemas de Información Geográfica, es una empresa dedicada a la gestión del territorio, ofreciendo servicios de consultoría para la mejora de la productividad de sus clientes a través del uso eficiente de la información geográfica. Ha desarrollado, entre otras actividades, aplicación de técnicas de geoprosesado con datos de campo y teledetección, inventarios y geoposicionamiento de infraestructuras, señalización de rutas, modelado 3D y elaboración, con su posterior publicación en internet de datos GIS con tecnologías OpenSource. Actualmente desarrollan proyectos con apoyo de GPS, siendo estos, deslindes y amojonamiento en Montes de Utilidad Pública, inventario de infraestructuras, delimitación de fincas particulares, revisión de postes de la línea telefónica y estudios de caracterización de la red de saneamiento en diferentes municipios.



**Figura 2.** FUNGIS Medio Ambiente S.L.

En cuanto a la memoria de las prácticas, se plantea una serie de análisis, propuestos al Director de FUNGIS Medio Ambiente S.L, enfocados a la toma de decisiones anticipada por parte de la empresa para la mejora de procesos, organización, ahorro de costes y de tiempo. Los análisis provienen de la experiencia adquirida en el master, entre otros, con diversos softwares GIS, programas de edición de texto y obtención de información geográfica de calidad, es decir, el cumplimiento de unos requisitos oficiales que se adecúen al tratamiento y la difusión de los parámetros establecidos.

## 1.1. Justificación

En cualquier tipo de empresa se busca unos mayores rendimientos con el trabajo más eficaz que permita reducir los costes económicos de realizar y llegar a los objetivos establecidos previamente por las empresas. Es por ello que este trabajo representa una posible serie de soluciones en la búsqueda de ese ahorro desde un enfoque teórico-científico.

Una vez finalizadas las prácticas y observando el procedimiento de trabajo de la empresa, se observa, desde la perspectiva del alumno, la posibilidad de ayudar a la empresa con los conocimientos adquiridos en el master en base a los sistemas de información geográfica.

El trabajo nace debido a las propuestas que ofrezco a la empresa para tratar de apoyar su metodología de trabajo en los sistemas de información geográfica, siendo el citado ahorro de costes de procedimiento el cuerpo principal del análisis, debido a las tareas que he realizado durante los dos meses de prácticas. Dichas tareas se han desarrollado gracias a la red de transportes del Estado de España, es decir, se han utilizado las diferentes carreteras estatales, provinciales y comarcales para llegar al área de estudio en la que se realizaría el trabajo de campo mediante GPS.

Por ello un análisis de redes, más adelante se explicará el por qué, resulta fundamental en una empresa donde día tras día se ha de viajar varios cientos de kilómetros en coche con el consecuente gasto de combustible. Aquí es donde reside un verdadero ahorro en los costes de desplazamiento ya que desde la sede ubicada en León ciudad se ha de trabajar en campo sobre pueblos y ciudades de las provincias de León, Zamora y Salamanca revisando y sustituyendo los postes de la línea de teléfono.

Otro punto fundamental en el ahorro de costes, en este caso de tiempo, recae en seleccionar aquellas centrales<sup>1</sup>, que se sitúen en un área más próxima a las carreteras, incluyendo los pueblos, con el objetivo de realizar una revisión de los postes de la línea de manera más veloz, sin tener que atravesar andando por fincas, sotobosque, zarzales, monte o campos de agricultura.

Una nueva parte del trabajo se desarrolla sobre un supuesto caso de presupuesto ofertado a una empresa de poda. Es un trabajo no contemplado en la actualidad que puede abrir mercado a estas empresas, para realizar trabajos sobre las áreas que más susceptibilidad representen en la línea de teléfono, es decir, aquellas que presenten o vayan a presentar un posible daño a la línea debido al ramaje de la flora existente en torno al trazado de la línea. Este hecho se ha comprobado sobre el terreno y no se ha tenido la posibilidad de fotografiar pero se ha encontrado en internet una imagen del mismo caso que se está explicando (Fig. 3).



**Figura 3.** Daño provocado por un árbol a la línea telefónica.

---

<sup>1</sup> Identifican el conjunto de postes de la línea de teléfono, a revisar, agrupados según los parámetros de Telefónica España.

Por último y conociendo la versatilidad de la empresa, se pregunta al Director las diferentes actividades que se han desarrollado, sobre todo en la provincia de León, es aquí donde me decido a ofrecer una posible vía de negocio para la empresa con la que poder trabajar sobre los negocios que anteriormente a mi llegada habían sido recogidos en campo, pero sin el dispositivo GPS. En esta propuesta se va a proceder a realizar un análisis de geomarketing, para dar servicio a un posible cliente que desea establecer un tipo de negocio en concreto, en este caso una peluquería, en el barrio de San Mamés de la capital leonesa sin competencia a su alrededor. Este tipo de análisis basado en sistemas de información geográfica resulta sumamente fundamental a la hora de comenzar una actividad comercial con la mayor seguridad y rigor posible.

A raíz de los datos tomados en campo, mediante GPS, que sirven de referencia espacial, siendo estos de tipo punto, junto a las carreteras, de tipo línea, se realizará el análisis de redes que persigue reconocer la ruta más óptima para llevar a cabo el cambio de postes dañados por postes en buen estado, en una sesión de trabajo y situados en diferentes localizaciones, tomando como lugar de inicio la sede de la empresa situada en el edificio CEBT León. Este análisis espacial contempla la hipótesis de sugerir las vías más rápidas, por ende disminuyendo el coste de desplazamiento con su ahorro en gasolina, distribuidas sobre el territorio perteneciente a la provincia de León.

En cuanto al análisis que trata de elaborar el *planning* a seguir durante una sesión de revisión de postes para con ello reducir el tiempo, desde una central a otra, y ser más eficaz en la recogida de datos dentro de un tiempo establecido, la hipótesis de partida recae en sugerir aquellas centrales que posean un mayor número de postes situados en un área de influencia más próximo a una carretera, con lo que el tiempo de actuación se reduce drásticamente en comparación con la recogida de datos andando, siendo cualquier motivo.

El supuesto que analiza el estudio de un tramo de línea telefónica para establecer un presupuesto sobre la poda a realizar en ese terreno que posee diversas cubiertas según la capa de usos del suelo, parte de la hipótesis de que el suelo desnudo o con matorral se pagará más barato que en el caso de frondosas.

Para el análisis de geomarketing se realizará un estudio con la información, de tipo punto, del tipo de comercio que se establece en la actualidad en los diferentes locales del barrio de San Mames, en León. La hipótesis contempla la elaboración de un kernel donde los colores más intensos serán aquello donde no se recomienda establecer un comercio idéntico o similar al actual, siendo una gama de colores de menos intensidad, o más fríos, en cada pixel, aquellas zonas del barrio donde puede ser, comercialmente óptimo, establecer el negocio.

## 2. OBJETIVOS

El principal objetivo, que cada día se marcaba la empresa durante la estancia con ellos, consistió en revisar el mayor número de postes posible durante una sesión en campo. El objetivo había que conseguirlo aun dándose inclemencias meteorológicas que dificultaban el trabajo en alguna sesión.

El objetivo secundario que se persigue consiste en ratificar si la idea principal de conseguir un ahorro en los costes de desplazamiento, para sustituir los postes dañados, así como en el coste tiempo, en cuanto a la selección anticipada de las centrales sobre las que trabajar, se puede verificar en base a los sistemas de información geográfica. Por otro lado se buscará ofrecer un presupuesto de poda con el objetivo de tener un continuo mantenimiento sobre la línea de teléfono, evitando así posibles cortes en el suministro y como objetivo final se analizará la forma en la que un empresario pueda instalar un local, en un barrio de la ciudad de León, con total garantías.

Para llegar a discutir sobre los resultados obtenidos, en el camino se han de perseguir otros objetivos, tanto en el desarrollo del TFM como en el transcurso de las prácticas, estos son:

- \* Entender el funcionamiento del GPS Trimble Juno SD (Creación de proyecto, PlanEX y TIFF).
- \* Elaborar correctamente el planteamiento organizativo a seguir en sesión de trabajo en campo.
- \* Planificar el análisis que se va a desarrollar con la búsqueda del ahorro en costes.
- \* Conocer, de antemano, una información veraz para reorientar los recursos.
- \* Aplicar diferentes softwares.
- \* Dotar de capacidad de respuesta mediante la reducción del tiempo.
- \* Realizar mapas sintéticos.

### 2.1. Cronograma

A continuación se exponen, sobre el calendario 2017, las actividades desarrolladas a lo largo de las prácticas y posterior elaboración del Trabajo Fin de Master.

AGOSTO						
L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

SEPTIEMBRE						
L	M	M	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

## OCTUBRE

L	M	M	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

## NOVIEMBRE

L	M	M	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

**Tabla 1.** Cronograma de actividades.

ACTIVIDAD	DIAS
Conocimiento del trabajo a realizar.	2
Revisión de postes en la provincia de León.	10
Revisión de postes en la provincia de Zamora.	5
Revisión de postes en la provincia de Zamora y responsabilidad del vehículo de empresa.	13
Revisión de postes en la provincia de Salamanca.	15
Estudio y análisis de Geomarketing.	2
Elaboración y maqueta del TFM.	15

Los dos primeros días se dedican a tomar contacto con la empresa y conocer la herramienta de trabajo con la que se trabajaría en campo los tres días siguientes junto al Director, explicando todas las posibilidades que pudieran surgir durante la revisión de los postes. A lo largo del mes de septiembre, el trabajo en campo se desarrolla en la provincia de Zamora, especialmente en la comarca de Sanabria, en este mes se me encarga desarrollar la revisión mediante la conducción del vehículo de empresa. A lo largo del mes de octubre, la actividad se lleva a cabo en gran parte de la provincia de Salamanca. Los últimos dos días se dedican a recopilar la información para el caso geomarketing y en el mes de noviembre se elabora y maqueta el TFM.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales que se han utilizado en la realización del Trabajo Fin de Master han sido desde herramientas conocidas anteriormente como herramientas no conocidas y que han sido descubiertas a lo largo de las prácticas del master en la empresa FUNGIS Medio Ambiente S.L.

En cuanto a los métodos se ha tratado de exponer, en referencia a la temática trabajada durante las prácticas, los conocimientos adquiridos en el master Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

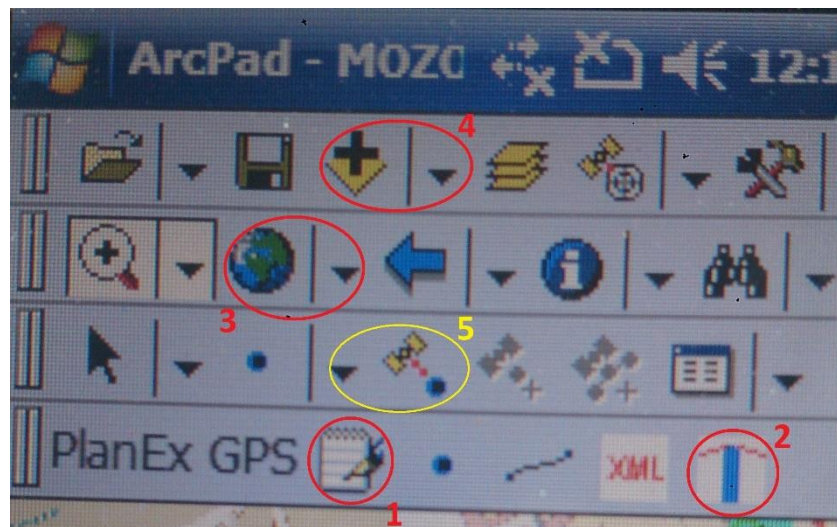


### 3.1. GPS Trimble JUNO SD

El GPS con el que se ha desarrollado el trabajo de campo durante los dos meses de prácticas es un Trimble JUNO SD, cuya batería tiene la capacidad de soportar una fuerte jornada de campo, en torno a las 8 horas. El software que requiere el dispositivo, para este modelo, se ha de integrar desde el “Centro de dispositivos de Windows Mobile”, en este caso el Windows Mobile 6. El Centro de dispositivos permitirá posteriormente el control del GPS vía ordenador, así como la transferencia de archivos CSV/XML.

El GPS se posiciona en virtud de la constelación de satélites NAVSTAR que orbitan la Tierra cada 12 horas y bajo cualquier situación meteorológica. Sin embargo, y según la experiencia en campo, en el momento de activar el GPS en el coche, este, se ha de situar junto a la luna delantera del vehículo, para evitar así la interferencia del techo, el cual impide la correcta recepción de la señal.

La utilización del GPS para las jornadas en campo, sin entrar en el uso de la aplicación web basada en ArcGIS, PLANEX de Telefónica España, que se explica más adelante, consta de lo siguiente:



**Figura 4.** Funcionamiento y carga del GPS.

1→ El proceso comienza con la creación del proyecto, es decir, crear exclusivamente el nombre de la central, que se va a trabajar en campo, con su sistema de coordenadas. Desde este icono también se pueden abrir los proyectos creados con anterioridad, por ejemplo, para el caso de terminar en una central y dirigirse hacia otra.

2→ Mediante este icono, tras crear el proyecto, se cargan los postes de la aplicación PLANEX que se van a revisar en campo, estos postes, tipo punto, aparecen con un contorno en color rojo y fondo transparente. En este momento, editando ese punto ya se puede trabajar sobre sus atributos.

3→ Tras cargar los postes a revisar, la pantalla queda en blanco, este icono similar a la Tierra funciona como el zoom a capa de los softwares GIS, por lo que se ha de comprobar si se han cargado correctamente los postes a revisar accediendo a la pestaña *Revision\_postes*.

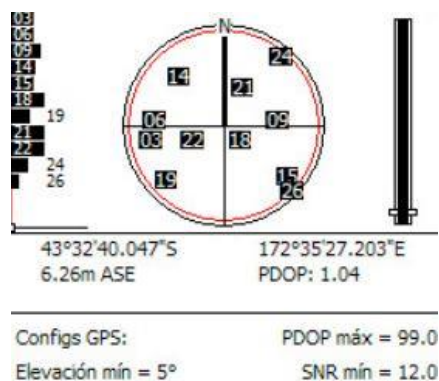
4→ Este icono recuerda y hace las funciones de los otros softwares GIS, carga capas, en este caso se añaden para cada proyecto su TIFF<sup>2</sup> y la capa de todos los postes de la central, es decir, se cargan postes dentro del contorno rojo para revisar que se encontraba con fondo transparente y aquellos que no se encuentran para revisar. Esto es necesario debido a que si en el transcurso de la jornada en campo encontramos postes que no aparecen en el proyecto se han de añadir como postes nuevos y editar sus atributos. Estos postes nuevos son muy importantes para la empresa debido a un beneficio extra.

---

<sup>2</sup> Referente a la cartografía de la central.



5→ Este icono representa el GPS y todas sus características, se encuentra resaltado en otro color por una explicación más detallada que se va a realizar y debido a que es el icono que realiza la localización del trabajo en cada jornada de campo. Para ello y pulsando sobre él se activa o se desactiva el GPS del dispositivo, en su desplegable (o flecha hacia abajo) se abre una característica fundamental que nos ayudará a conocer la correcta o incorrecta triangulación de los satélites (Fig. 6).



**Figura 5.** Ventana del GPS.

El centro de la circunferencia indica nuestra posición en el momento actual, siendo los números, con fondo negro, los satélites que se localizan en el radio de acción más próximo al dispositivo. En el momento de trabajar en campo, el fondo negro pasaría a fondo rojo exclusivamente en los satélites que triangulen la posición, en este caso serían el 18, el 22, el 09 y el 21. Es importante mirar esta ventana antes de comenzar a trabajar, sobre todo el indicador PDOP y el DGPS (GPS diferencial) que aparece tras la recepción de la señal triangulada.

El Trimble JUNO SD ofrece un posicionamiento preciso con correcciones diferenciales en tiempo real entre 2 y 5 metros y un postproceso de 1 a 3 metros. Atendiendo al DGPS entenderemos que en el momento de activarse podremos comenzar a trabajar, indicándonos la correcta recepción de dos o más estaciones base, usadas para determinar los errores de las mediciones GPS y calcular las correcciones, es decir, el DGPS actúa de corrector en tiempo real, EGNOS en Europa.

El PDOP, en su caso, nos indicará el error, entendido como desviación que posee el dispositivo en ese momento, varía en un rango de 0 a 99. Si el PDOP se sitúa de 0 a 2'5 trabajaremos con la geometría más exacta que ofrecen los satélites.

### 3.2. Software utilizado

En el Trabajo Final de Master se ha podido utilizar solo un software GIS, el más que conocido ArcGIS, sin embargo se van a utilizar otras herramientas vistas y no vistas en el master con el objetivo de mejorar los procesos, de ver otros métodos de trabajo y de ofrecer al lector nuevas herramientas en caso de no conocer con anterioridad. Las tareas de elaboración y análisis GIS se alternan entre los diferentes software para darle valor añadido al procedimiento.

#### 3.2.1. ArcGIS 10.3 y ArcPad 7.1 (Privado)

El software GIS por excelencia, gracias a la versatilidad de su edición y análisis de datos vectoriales y raster. El uso que se ha venido utilizando durante estos años por parte de administraciones y empresas lo ha posicionado como la referencia sin ningún tipo de competidor. El gigante soporte de la empresa creador ESRI ha beneficiado esta posición en el mercado de los Sistemas de Información Geográfica. Tanto en Grado Universitario como en Master Universitario, sin duda, es el software que más horas a ocupado a los alumnos por lo que su uso ha sido totalmente intuitivo en el TFM. El trabajo con este software ha consistido principalmente en los análisis espaciales, en la edición de la información tratada y en la maquetación final.

ArcPad es el software de la compañía ESRI orientado a trabajar específicamente en campo, para recoger y trabajar con datos obtenidos sobre el terreno ya que incluye competencias GIS y GPS encaminadas al tratamiento rápido y correcto de los mismos, así como su edición.



**Figura 6.** ArcGIS.



**Figura 7.** ArcPad.

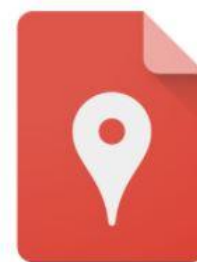
### 3.2.2. QGIS 2.18.14 y Google My Maps (OpenSource)

Irremediamente el mundo empresarial, desde la perspectiva del autor, vincula sus procesos a softwares libres cada vez más especializados en los análisis GIS, ya que paso a paso van asemejándose al potente ArcGIS privado. Quantum GIS a través de sus plugins desarrollados por y para las necesidades de análisis espacial generales y más concretas han permitido que actualmente este software opensource comience a hacer sombra al software de la compañía ESRI. El trabajo con este software ha versado exclusivamente para los pasos iniciales del apartado que ocupa el análisis de geomarketing.

Google My Maps es la sorpresa de las prácticas, dado que apenas había sido utilizado y aunque no deja ser un software libre básico de GIS respecto a los “grandes” tiene bastantes cualidades que dejan con las ganas de seguir conociendo más utilidades de dicha herramienta. Se ha utilizado exclusivamente en el análisis de geomarketing.



**Figura 8.** QGIS.



**Figura 9.** Google My Maps.

### 3.2.3. NOTEPAD++, EXCELL y CSVed

Dentro de los editores de datos y texto ha sido primordial el conocimiento, en lo referente al software NOTEPAD++, desarrollado en asignaturas del master, a la hora de codificar el documento de texto con el fin de trabajar con los datos tratados anteriormente en EXCELL, orientados al análisis de geomarketing.

El software CSVed ha sido conocido a lo largo de las prácticas, de mano de la empresa, al ser utilizado diariamente en el filtrado de los datos, en formato CSV, exportados desde el dispositivo GPS. Desde este software se revisan los posibles fallos en campo o la duplicidad de los datos.

### 3.3. Fuentes de información

La recogida de datos en campo no sería posible sin conocer la ubicación, pero sobre todo, los postes que se deben revisar y diferenciarlos de los que no se deben revisar, por ejemplo, se puede dar el caso que en una zona de cinco postes haya que revisar exclusivamente dos de ellos. Conocer de antemano esa información es la base del trabajo en campo de esta especialidad de la empresa. Para poder identificar los postes a revisar se ha de acudir a la APPLLET PLANEX de gestión de inventario Físico de Telefónica España. Gracias a este sistema basado en los sistemas de información geográfica se puede gestionar las operaciones y el control de los activos de Telefónica España. Entre la información con la que podemos operar destacan los cables, canalizaciones, empalmes y postes, estos últimos tanto de hormigón como de madera.

Las siglas PLANEX identifican el sistema de Planta Externa de Telefónica España. Con esta herramienta se facilitan las operaciones y el mantenimiento de la red de Fibra y Cable, la elaboración de presupuestos, la consultoría de integración a la red o el conocimiento del inventario de materiales entre otros. Dentro del ámbito que nos ocupa, es decir, el conocimiento del inventario de los postes de la línea de teléfono, de tipo punto, en esta herramienta, se puede observar toda la red de Castilla y León. El Director de la empresa realiza algún tipo de filtro, trabajando a parte con otro sistema del que no se ha podido conocer el proceso por decisión interna, para dar con aquellos que se hayan de revisar exclusivamente, ya que anteriormente las sesiones que se realizaban consistían en revisar todos los postes de todas las centrales, un trabajo muy costoso.

Las centrales vienen identificadas por el código MIGA, este código identifica el edificio o infraestructura a la que se está haciendo referencia y que facilita un suministro a unas calles, un barrio o una población. Dichos código se pueden localizar en internet e incluso aparecen reflejados con unos dígitos en las facturas telefónicas.

Cuando tenemos descargados los postes para revisar e insertados mediante una tarjeta SD en el dispositivo GPS Trimble JUNO SD procedemos a recoger la información mediante la revisión del estado de los postes.

Como ya se ha comentado anteriormente existen postes de madera y postes de hormigón, a razón, que no excluyente, reside en la tensión que soportan los cables, es decir, en un 90% de las veces veremos cómo los postes de hormigón se localizan en las zonas de unión de dos líneas, actuando de vértice o empalme de ambas con lo que la seguridad aumenta. En caso de no ser de hormigón, en la misma situación, se utilizan postes de madera de una anchura superior a los próximos a ese vértice.

La revisión de los postes de hormigón se realiza en León, Zamora y Salamanca del mismo modo que los postes de madera pero con el conocimiento de que esta infraestructura soporta con mayor calidad los posibles efectos que puedan llevar a su deterioro futuro.

El proceso de revisión se inicia localizando el chivato situado en el poste, ya sea en postes de madera como el 8E01, representando la altura de 8 metros, el grosor E y el año de instauración 2001 (Fig. 10) o en postes de hormigón, como refleja el 8TC-1250 del año 1998 (Fig. 11).



**Figura 10.** Chivato en poste de madera.



**Figura 11.** Chivato en poste de hormigón.

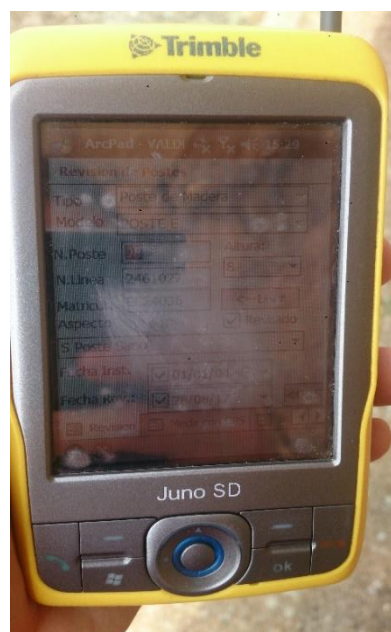
En los chivatos de los postes de madera resulta verdaderamente difícil identificar los datos si está a una altura considerable, si está hacia el interior de una parcela privada, si está dentro de vegetación y zarzas o si directamente el chivato se ha caído o extraviado. Esto no suele ser lo normal porque se observan sus datos a la perfección, en estos datos podemos comprobar el año en el que se ha instalado, identificado con las dos últimas cifras del año, la altura, expresado con una cifra de 7 a 12 metros y la anchura del poste, reflejado con una letra desde la A hasta la H, en orden descendente en cuanto a la anchura y exceptuando las letras F y G.

Para solucionar la dificultad que se da a la hora de identificar los chivatos, debido a su pequeño tamaño, en los postes de madera, se está procediendo a instalar este modelo de chivato (Fig. 12).



**Figura 12.** Chivato del 2016.

Para los postes de hormigón es similar, la identificación resulta mejor porque viene expuesto sobre una placa de mayor tamaño, en ella observamos el año, la altura, al lado de las siglas TB que identifican los postes de hormigón y debajo el modelo, siendo los 250, 800, 1000 y 1200 los que más veces aparecen.

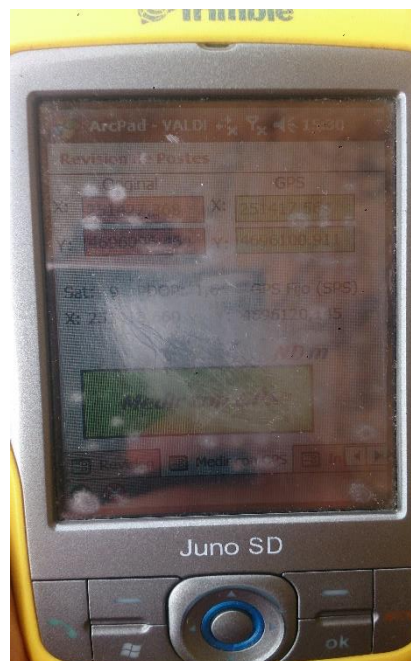


**Figura 13.** Pantalla Revisión.



La figura 13 muestra la pantalla<sup>3</sup> que se abre al seleccionar el poste, sobre la cartografía de la central, para el que hay que realizar la revisión. En esta pantalla seleccionamos el TIPO, siendo de madera o de hormigón, el MODELO, donde ya se despliega las letras para los postes de madera o los TB- para los postes de hormigón, a continuación insertamos el año y pinchamos sobre la tecla “Leer” para que seleccione automáticamente el número de línea, varía si estamos revisando postes en la provincia de León, con el número 24400, o si por ejemplo estamos revisando los postes de Salamanca, identificados con el número de línea 49400, también se modifica la matrícula que será siempre el mismo dato, estos dos datos vienen modificados de la anterior revisión. Por último desplegamos el ASPECTO para seleccionar, tras observar el poste, si es un “Poste Sano”, “Poste en mal estado, para cambiar”, “Inaccesible” o “No existe”.

Cuando se tienen recogidos los datos de revisión debemos aproximarnos, con el GPS, al poste para recoger las coordenadas. Esto se realiza en la pantalla Medir con GPS (Fig. 14), en el que aparecen las coordenadas de la antigua revisión en fondo rojo y el espacio sin datos, en fondo verde para las nuevas. Tras seleccionar Medir con GPS, en fondo verde, se rellenan con las coordenadas el espacio vacío reservado a estas.

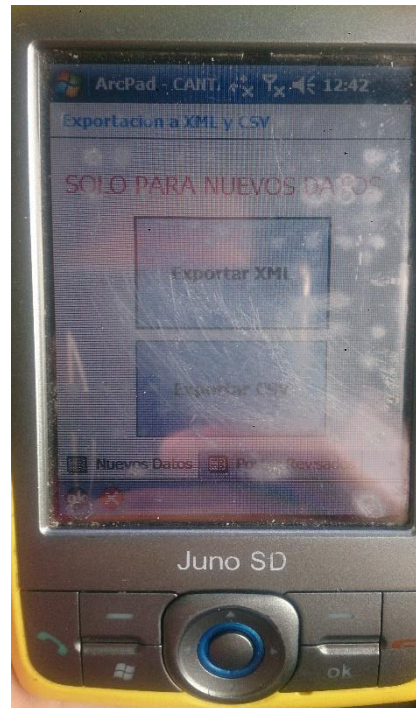


**Figura 14.** Pantalla Medir con GPS.

---

<sup>3</sup> Disculpen la mala visión de la imagen, debido al desgaste por el uso continuado del GPS.

En el momento que se tienen recogidas todas las revisiones de los postes es cuando se deben exportar los datos a la tarjeta SD del GPS para su posterior tratamiento con el software CSVed.



**Figura 15.** Pantalla para exportar los datos.

Por un lado debemos exportar aquellos postes que se han revisado, es decir, que ya aparecían en la cartografía como puntos con el borde en color rojo. Peor también debemos exportar, en la pestaña situada al lado, aquellos postes que se han localizado como nuevos durante la jornada de trabajo en campo. A continuación hemos de seleccionar el destino, como la tarjeta SD, y darle el nombre al archivo CSV. Para los postes revisados el nombre es el de la central más R y el año de revisión, ya que se están revisando los del año 2017 pero también los propuestos para el 2018, por ejemplo, para la central de La Vecilla, en postes revisados en 2017 sería “LAVECILLAR17” y como se trabaja en la misma central con varios GPS se debe añadir el nombre del responsable, en este ejemplo quedaría, “LAVECILLAR17DAVID”. En cuanto a los postes nuevos el procedimiento es idéntico salvo que al ser nuevos se exportaría sin la letra R, es decir, “LAVECILLA17DAVID”.

Con el fin de realizar los análisis espaciales es necesario contar con una capa de carreteras extraída del centro de descargas del Instituto Geográfico Nacional, así como la capa de usos de suelo que se aplicará en el presupuesto ofrecido para la poda. En lo referente al análisis de geomarketing, los datos de los locales habían sido recogidos por la empresa con anterioridad, estos datos muestran la dirección del establecimiento así como su actividad comercial.



### 3.4. Área de estudio

A lo largo de las prácticas correspondientes al master, se ha desarrollado el trabajo en campo sobre el área de estudio que se refleja en el mapa “Área de estudio” correspondiente a tres provincias diferentes de la Comunidad de Castilla y León.

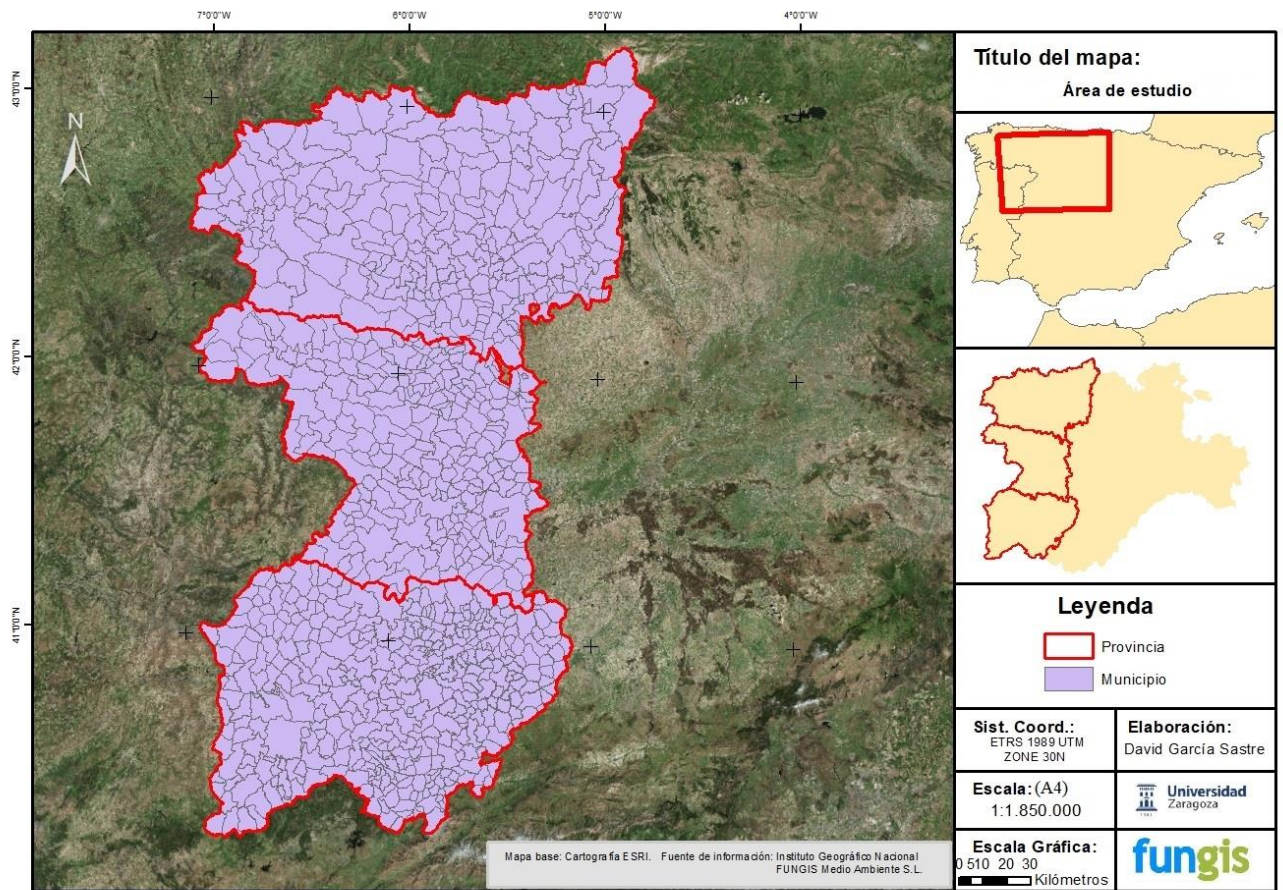
Estas tres comunidades representan el oeste de la Comunidad de Castilla y León ocupando cada provincia una extensión determinada. León es la que mayor territorio aglutina con 15.581 km<sup>2</sup>, seguida por Salamanca con 12.349 km<sup>2</sup> y por último Zamora que ocupa 10.561 km<sup>2</sup>. En cuanto a la población en el año 2016, León contaba con 473.604 personas, Salamanca con 335.985 y Zamora con 180.406 personas. A nivel provincial, Salamanca se encuentra conformado por 362 municipios, Zamora se vertebra en 248 municipios y León en 211 municipios.

En lo referente a la revisión de los postes, las tres provincias tienen diferente orografía, siendo la provincia de Salamanca la más sencilla, en cuanto a la revisión, debido a la gran extensión de campo dedicado a la agricultura, así como el sur de León y Zamora, exceptuando el oeste de esta.

León se encuentra con una altitud superior a los 900 m.s.n.m de media ya que la mitad de la superficie de la provincia se da por encima de los 1.000 metros de altitud. Esta provincia se encuentra estructurada por la Cordillera Cantábrica al norte, el Macizo Galaico-Leonés al oeste y La Meseta en la parte del centro y sureste. El clima en la provincia es predominantemente mediterráneo continentalizado, teniendo en cuenta la comarca del Bierzo y su extensión hacia Galicia cuyo clima va variando debido a la influencia atlántica, las temperaturas, por norma general son frías, principalmente por la altitud de la provincia y la influencia montañosa de la Cordillera Cantábrica. Los veranos son calurosos rondando temperaturas de 35 grados. Las precipitaciones son mayores en las áreas situadas al norte, en torno a los 1500mm al año frente a los 500mm anuales al sur de León, dichas precipitaciones se reparten principalmente en las estaciones de primavera y de otoño.

Zamora está representada por una gran llanura a excepción de sierras como la de la Cabrera que marca el límite con León o la de Segundera que limita con Galicia. También se dan importantes elevaciones hacia el sur suroeste de la provincia, en la comarca de Sanabria, con la sierra de la Culebra junto a Portugal. El clima en esta provincia es predominantemente mediterráneo continentalizado, con temperaturas bajas y secas, así como caluroso en verano. Hacia la comarca de Sanabria y el oeste el clima varía en un clima más templado y húmedo por la influencia atlántica. Las precipitaciones son escasas, en torno a 400mm anuales.

En Salamanca también existen diferencias en su relieve según la zona, pero predominan áreas llanas orientadas al cultivo de cereales. También la dehesa se extiende con una orografía no muy elevada, por otro lado se dan las sierras de Gata o de Béjar. El clima de Salamanca es mediterráneo continentalizado con influencia atlántica cuyos inviernos son húmedos y veranos calurosos y secos, en menores altitudes las temperaturas aumentan. Las precipitaciones también se reparten según la zona, siendo mayores en las sierras, en torno a los 1000mm al año frente a los 420mm anuales del noreste.



**Figura 16.** Área de estudio.

### 3.5. Metodología

Los procesos que se emplearán difieren para los cuatro casos analizados en el Trabajo Final de Master. El nexo entre los casos se da en cruzar una serie de capas de información geográfica<sup>4</sup> en formato vectorial con la información extraída del trabajo en campo desarrollado durante dos meses, exceptuando el análisis de geomarketing donde la información para trabajar ya había sido recopilada anteriormente por la empresa.

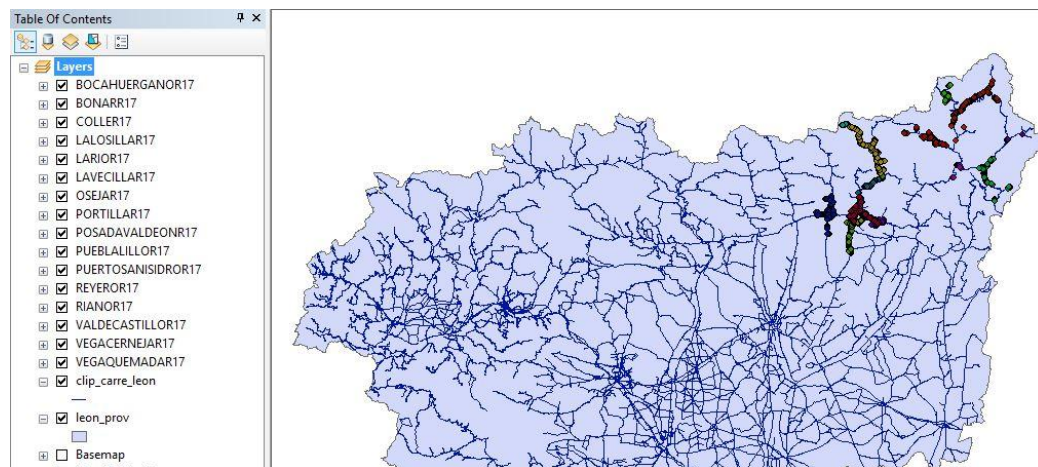
Con el fin de conseguir los mapas, la herramienta principal serán los sistemas de información geográfica sobre los que analizar los datos, elaborar los resultados y ofrecer de la manera más vistosa los mismos. El uso de estas herramientas para la gestión del territorio ha sido fundamental en la elaboración de los cuatro casos. Mediante el trabajo que el geógrafo aplica sobre estos sistemas es posible reducir la complejidad de una problemática desde una base técnica y rigurosa.

Gracias a estas herramientas se elaborarán dos propuestas que mejorarían la capacidad de respuesta de la empresa y sobre todo la reducción de diferentes costes, con la anticipación al trabajo sobre el territorio.

En cuanto al análisis de redes, se permitirá conocer de manera rápida qué carreteras permiten la aproximación y el acceso más veloz desde la oficina ubicada en León hasta los postes dañados en la montaña oriental leonesa. El estudio comienza en ArcCatalog con la creación de un *Network Analysis* o análisis de redes.

Para establecer el planteamiento a seguir en una jornada de trabajo en campo, seleccionando aquellas centrales cuyos postes se sitúen más próximos a una carretera, con lo que conseguir una mayor rapidez en la recogida de datos, hecho que beneficia a la empresa al recibir nuevo trabajo, debemos partir de una selección por localización capaz de mostrar las centrales que posean el mayor número de postes localizados en las proximidades de una carretera.

Para estos dos casos de estudio, se utilizarán exclusivamente 16 centrales de la montaña oriental leonesa (Fig. 17), el motivo es el de no recargar de postes los mapas finales y dar mayor velocidad a la ejecución de los análisis espaciales.



**Figura 17.** Selección de las 16 centrales.

Con la necesidad de presupuestar un tramo, para realizar la poda, de la línea de teléfono y persiguiendo la capacidad de aplicar conocimientos del master, se ve la necesidad de elaborar el estudio mediante un modelo de geoprocésamiento o *Model Builder* capaz de conseguir el resultado siguiendo este método de trabajo. Para ello se trabajará sobre unas herramientas de Arctoolbox y las capas vectoriales correspondientes.

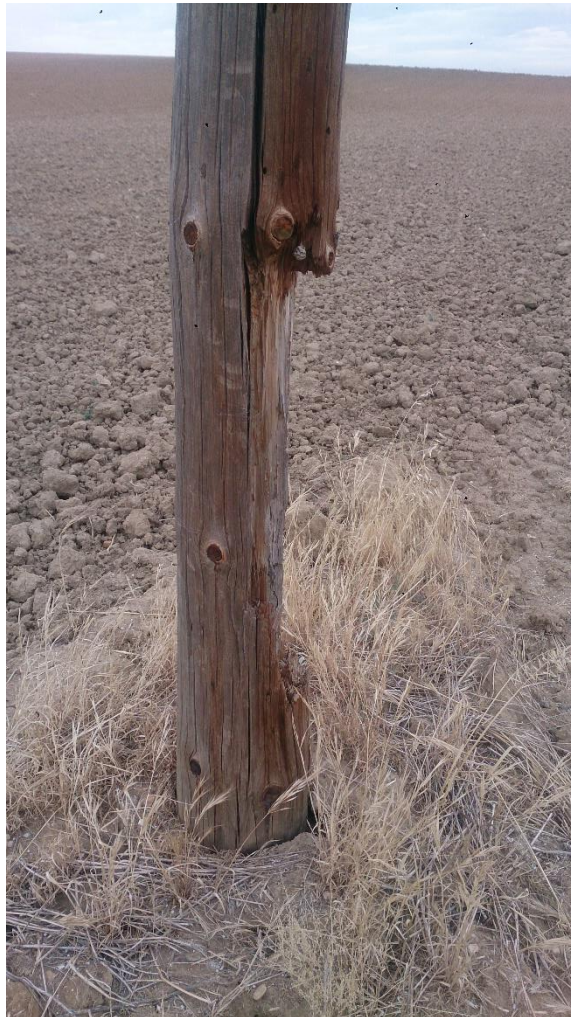
<sup>4</sup> Cartografía oficial del Instituto Geográfico Nacional.



En lo referente al análisis de geomarketing se van a utilizar diferentes softwares como Google My Maps, cuya utilización nace de un error en lo esperado tras la utilización en QGIS del plugin MMQGIS, para obtener la posición de los locales con los que se trabajará. Posteriormente y tras varios procesos de transformación de formatos de los datos se utilizará QGIS para conseguir que esos datos sean shp. Con lo que poder elaborar los análisis correspondientes en ArcGIS.

Por tanto la metodología aplicada ayudará a elaborar los mapas que facilitarán decisiones y optimizarán los recursos en los diferentes estudios espaciales realizados.

La elección de los métodos seguidos para elaborar el Trabajo Fin de Master se justifican por la actividad realizada durante las prácticas en la empresa, la revisión del estado de los postes de la línea del teléfono, así como el fin de que la aplicación de dichos métodos aporten un valor añadido, con base en los GIS, a las futuras revisiones que se lleven a cabo. Otro elemento que justifica los métodos que se van a desarrollar es esencial, los daños, del tipo que sea, causados a los postes y su consecuente sustitución. Estos daños pueden ser producidos por la caída, sobre la línea de teléfono, de ramaje o árboles que arrastren el tendido, visto anteriormente (Fig. 3). Otro tipo de daño viene producido por efecto de la actividad agrícola, debido al choque en el manejo de los aperos de labranza (Fig. 18), también debido a daños provocados por la acción de pájaros carpinteros (Fig. 19) sobre la madera del poste o por daños de ergonomía, ya sea por golpes o por la propia acción del terreno, que pueden provocar el arranque del suelo del propio poste (Fig. 20 y Fig. 21).



**Figura 18.** Daño provocado por actividad agrícola.



**Figura 19.** Daño por pájaro carpintero.



**Figura 20.** Inestabilidad del poste.



**Figura 21.** Base dañada.

## 4. RESULTADOS

Los resultados, como se ha comentado anteriormente, tratan de expresar al máximo la actividad realizada en campo, correspondiente a la revisión de los postes de la línea de teléfono a excepción del análisis de geomarketing que versa sobre una temática diferente en el entorno de los GIS.

### 4.1. Análisis de redes

Para tratar de dar respuesta a la accesibilidad realizo previamente una búsqueda, de los elementos necesarios con los que comenzar a elaborar una cartografía veraz, con el objetivo de obtener la capacidad de realizar la mejora en el estado del poste, a través de la sustitución del mismo, en el menor tiempo posible y en consecuencia reconocer aquellas vías capaces de acceder a las centrales de la forma más rápida posible.

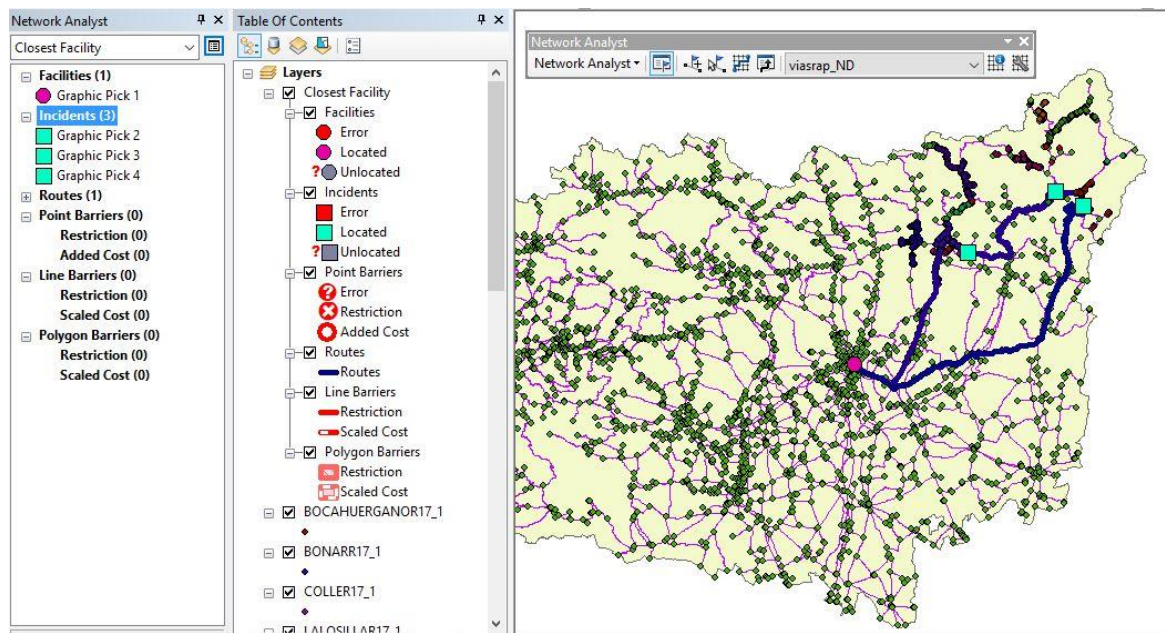
Para llegar al resultado esperado se utilizan los sistemas de información geográfica ya que es la herramienta fundamental que permite la elaboración de modelos predictivos, es decir, hace posible anticiparse a un determinado problema teórico y estudiar el modo en que actuar frente a ese problema. El análisis persigue identificar las carreteras que faciliten un acceso, en el menor tiempo posible, teniendo en cuenta la situación de cada poste, seleccionado con anterioridad en el GPS con la categoría “En mal estado, para cambiar”. Además, en este caso se trata de realizar la modificación de varios postes en una única sesión de trabajo, es decir, se trabajará sobre tres postes y se regresará a la oficina desde donde comenzó la sesión de trabajo.

La lectura del mapa que se va a elaborar permitirá conocer un factor clave para el correcto funcionamiento de la línea de teléfono, esto es la rapidez en el servicio de respuesta frente a un problema que puede acarrear cortes en el suministro. Por ello, el estudio se realiza sobre la red de carreteras, aquellas que permitan un acceso seguro y veloz, ayudando a disminuir el tiempo de acceso al incidente. De ello se desprende un conocimiento orientado a las administraciones, con el que podrán reducir o reorientar el coste destinado a mantener las carreteras, en este caso teniendo en cuenta aquellas vías que se obtenga en el resultado final del mapa, mejorando con ello el tránsito de los vehículos y reduciendo el tiempo de llegada.

Para comenzar el estudio es necesario obtener la red de carreteras sobre las que aplicaré el análisis, esto permitirá encontrar las vías más rápidas que accedan a la ubicación conseguida en anteriores jornadas de trabajo en campo con el dispositivo GPS, para ello se ha de unificar la información extraída del Instituto Geográfico Nacional, es decir, las carreteras de forma genérica, tanto las autopistas, las autovías, las carreteras nacionales, las autonómicas, como las comarcales, en una sola capa de información vectorial, con la información localizada de cada poste, tipo punto en formato vectorial y bajo el mismo sistema de coordenadas.

Para obtener las vías más rápidas, se utiliza una herramienta de ArcMap, el análisis de redes, mediante la que se identifica, tras realizar varios procesos, en un solo paso, aquellas vías que ofrezcan la mayor brevedad de acceso desde la oficina hasta la situación de los postes para cambiar, mostrado sobre el mapa “Vías de acceso rápido”. El estudio permite seleccionar una serie de opciones con las que comprobar la distancia de los recorridos obtenidos sobre las vías más rápidas. Este análisis pertenece a redes de tipo indirectas por el cometido de analizar la ruta óptima que va a permitir localizar las carreteras que supongan un menor esfuerzo entre la oficina en León y los postes dañados. La impedancia de tiempo hará posible la localización de las vías más rápidas.



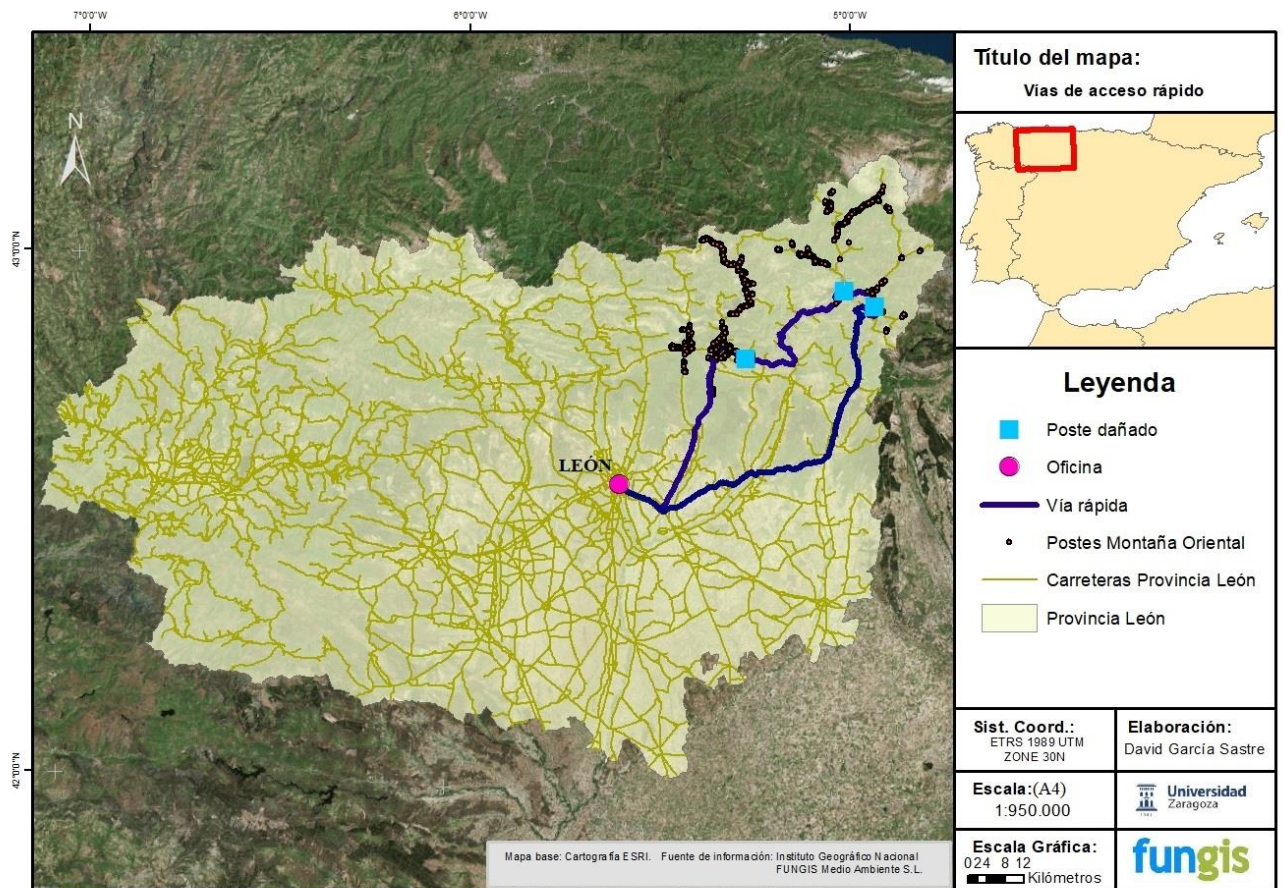


**Figura 22.** Análisis de redes.

Independientemente del lugar donde se localice el poste dañado, hacia el este de la provincia de León, por carretera, será la mejor opción, como marca el análisis de redes, utilizar la carretera Nacional Madrid – Gijón N-601, que se tomará hasta Puente Villarente, siendo esta población un importante nudo de comunicación en la provincia. Desde este punto y hasta llegar a una de las principales vías que vertebran el territorio leones, la carretera de la red secundaria LE-232 que une los municipios de Sahagún y Puente Almuhey, se ha de atravesar la LE-213. Una vez estamos sobre la LE-232 habrá que dirigirse hacia Boca de Huérgano donde está el primer poste dañado, situado de entre los tres más al este, no sin antes cruzar finalmente la LE-234, tras un desvío por la CL-626 hasta llegar al primer destino, transcurriendo 103 kilómetros y 1 hora 52 minutos, principalmente debido al último tramo de carreteras pertenecientes a un entorno de montaña donde la red de carreteras está totalmente influenciada por la orografía.

Tras la sustitución del primer poste habrá que dirigirse hacia el siguiente poste dañado, situado más al norte de entre los tres, perteneciente a la central de Riaño. Para llegar a ese poste se cruzará la carretera LE-215, la carretera provincial de Besande, hasta la carretera Nacional que une León y Unquera, en Cantabria. Una vez se ha procedido a sustituir el poste dañado habrá que circular por la carretera Nacional citada anteriormente con sentido León y utilizar el cruce hacia Sabero por la CL-626 con dirección a la central de Boñar donde se sitúa el último poste que se debe sustituir. Tras completar la sustitución de los tres postes dañados, se regresa a León por la carretera CL-624 que se unirá al nudo de comunicación comentado anteriormente en Puente Villarente, para regresar a León por la carretera donde se inició el trayecto en la N-601, habiendo atravesado desde Boca de Huérgano 106 kilómetros en 1 hora y 34 minutos.

El estudio permite conocer el tiempo que ocupará el trayecto que transita por la montaña oriental leonesa, siendo de 3 horas y 26 minutos, junto a los 209 kilómetros atravesados, sin embargo, este mapa incorpora la multitud de carreteras de León, para tener el conocimiento de la situación de todas las vías, ya que se entiende que la llegada a un poste dañado o de revisión dependerá de la situación del diferentes variables, como cortes por tráfico, accidentes, desprendimientos o cualquier otro tipo de restricción.



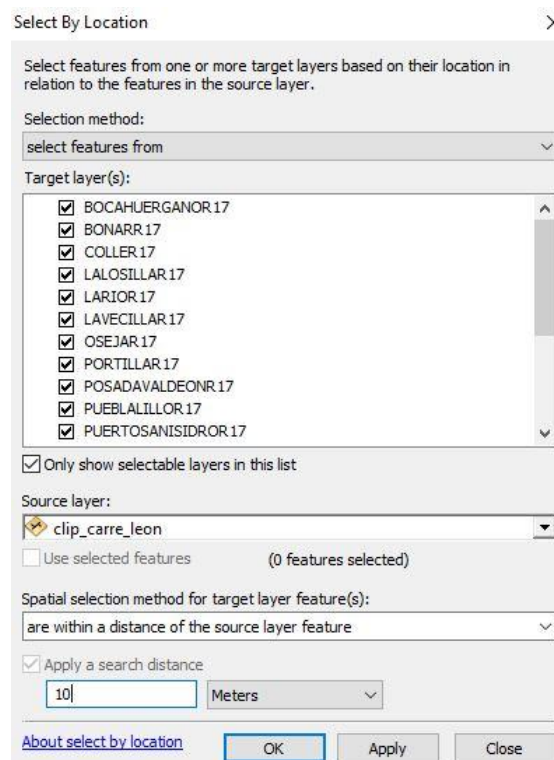
**Figura 23.** Vías de acceso rápido.

## 4.2. Selección de central

Un procedimiento de trabajo, no siendo un gran análisis espacial, si repercute en un gran beneficio por el ahorro de costes, pasa a convertirse en una actividad continuista y necesaria. La selección de la central sobre la que realizar el trabajo en campo antes de ir a una u otra central resulta fundamental. Esta selección ayudará a localizar aquellos postes que se posicionen a una distancia de hasta 10 metros respecto a una carretera, con lo que la revisión de esos postes se realizará de una manera más veloz que en otras centrales. El motivo de esta selección reside principalmente en la reducción del tiempo ya que en las centrales en las que los postes se posicionen más alejados de las carreteras se caminará hasta dos horas recogiendo el estado de los postes, en el GPS, bajo un sol abrasador, por ejemplo, en las planicies agrícolas de Salamanca o acabando con heridas, por la vegetación, y caídas al suelo por caminar por terrenos verdaderamente escarpados y muy peligrosos en la comarca del Bierzo.

En el procedimiento se va a tener que trabajar sobre capas, en formato vectorial, de tipo línea como son las carreteras de la provincia de León y de tipo punto como son las dieciséis centrales de la montaña oriental leonesa que se van a analizar.

Para realizar la selección, acudimos al seleccionador por localización en ArcMap y establecemos los parámetros necesarios que permiten la localización de los postes más próximos a las carreteras, en este caso, en base a 10 metros de influencia (Fig. 24).

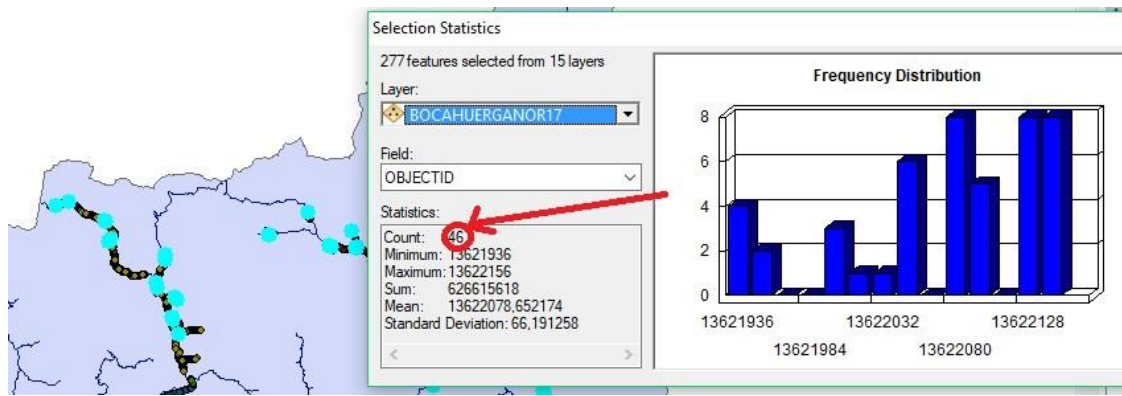


**Figura 24.** Selección por localización.

Una vez realizada dicha selección, se muestran 277 postes con estas características, pertenecientes a 15 centrales, es decir, una central no posee ningún poste a menos de 10 metros de una carretera. Con la finalidad de acudir a las centrales, que desde la planificación para el trabajo en campo se decida en la reunión anterior, se tendrá que observar las estadísticas de la selección para conocer qué central o centrales poseen el mayor número de postes situados en la influencia de la carretera y poder decidir a cuales acudir.

Para ello, sobre las estadísticas de la selección (Fig. 25) observamos las centrales del área que se va a cubrir en la sesión de trabajo en campo, en este caso, la montaña oriental leonesa.





**Figura 25.** Estadísticas.

Comprobamos como para la central Boca de Huérgano se dan 46 postes con esta casuística, por lo que seleccionaremos las centrales con más postes en el “Count” para acudir y recoger los datos con un ahorro en tiempo con lo que permitirá redistribuir ese tiempo hacia otras tareas.

### 4.3. Presupuesto para la poda

Una gran virtud de los GIS reside en el conocimiento que se tiene del territorio, en la actualidad, con lo que poder resolver problemas que pudieran darse en el futuro. La principal dificultad con la que se ha encontrado el equipo de FUNGIS durante la revisión de postes, ha sido la enorme cantidad de vegetación que se establece durante el recorrido de la línea de teléfono primordialmente en el transcurso que va desde una población a otra. Cabe destacar que esto no sucede en el sur de León, este de Zamora y en Salamanca, donde dicha vegetación es menor y menos densa, la problemática surge sobre todo en el norte y noroeste de León y en el oeste de Zamora.

Esta vegetación ha supuesto una barrera natural en la identificación de los postes a revisar, en el caso de comenzar una línea de revisión que iniciara el trayecto en un sotobosque había que localizar el poste adecuado con el GPS, también la problemática surgía en el momento en que de un poste a otro, incluso andando debajo de la línea llegabas a perderte por la densidad de la vegetación.



**Figura 26.** Vegetación sobre la línea de teléfono.

El presupuesto de poda que se va a elaborar nace del peligro que supone que la línea atraviese zonas tan delicadas, en las que puede darse la caída de uno o varios árboles sobre la línea y dejar sin suministro a una o varias poblaciones. El análisis va a permitir seccionar la línea en tramos diferentes dependiendo del tipo de vegetación que ocupe cada zona. La línea sobre la que se realizará el estudio pertenece a la población de La Vecilla en León (Fig. 27).

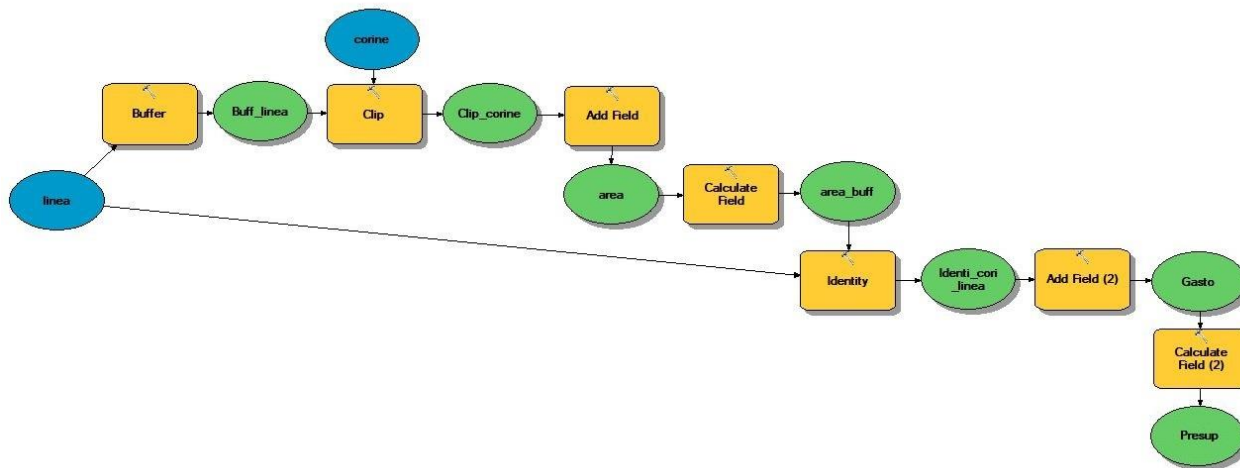


**Figura 27.** Línea de estudio.

Por tanto, el mapa que se obtendrá será capaz de identificar las áreas, donde se requiere una actuación sobre la vegetación, a la que acompañará como adjunto una simple tabla que presupuesta mediante desglose de tipología el valor por cada tipo de vegetación.

En el inicio del análisis se actuará sobre la información, en tipo línea, de los postes respecto a los usos del suelo Corine Land Cover 2012, sendas en formato vectorial, obtenido del centro de descargas del Instituto Geográfico Nacional. La familiarización con el CLC2012 es gracias a la asignatura del master Análisis Visual de Teledetección.

Tras elaborar la geodatabase en ArcCatalog, con las capas necesarias para el estudio, acudimos al programa ArcMap desde el que desarrollamos los pasos, con la herramienta Model Builder, para llegar al presupuesto final.



**Figura 28.** Modelo de geoprocésamiento.

El procedimiento consta, en primer lugar, de un “Buffer” por el que delimitamos el área de influencia de la línea para la poda que se va a presupuestar, posteriormente se realiza un “Clip” con lo que se consigue unir cada tipo de suelo con el “Buffer” y añadiendo una nueva columna que represente el área de ese “Clip”, con todo ello, sobre la línea de estudio, realizamos un “Identify” cuya herramienta permite coger los atributos de los polígonos de esa área y los traslada a la línea para conseguir que cada zona corresponda a un tipo de suelo. En este análisis, los usos de suelo implicados son Pastizales naturales, Bosques de frondosas, Landas y matorrales, Agrícola con vegetación y Praderas. Por último, con el fin de conseguir el presupuesto de poda, tras añadir una nueva columna, realizamos el cálculo atendiendo a cada tipología de usos de suelo. El precio que se pagará para la categoría Bosques de frondosas será de 50, para Landas y matorrales será de 25, para la categoría de Praderas el precio será de 15, 10 se pagará por la categoría de Pastizales naturales y la categoría que menos poda requiere como es la de Agrícola con vegetación se pagará a 5. Siendo el presupuesto final de 33.905 euros.

Con estos presupuestos se busca un mantenimiento eficaz de la línea de teléfono y gracias la aplicación del modelo de geoprocésamiento se podrá localizar otra línea, con una localización diferente que requiera de un mantenimiento y aplicarla a este modelo para recibir los presupuestos de forma inmediata, sin tener que realizar todos los pasos del análisis espacial uno tras otro cada vez que sea necesario presupuestar un tramo de línea telefónica.



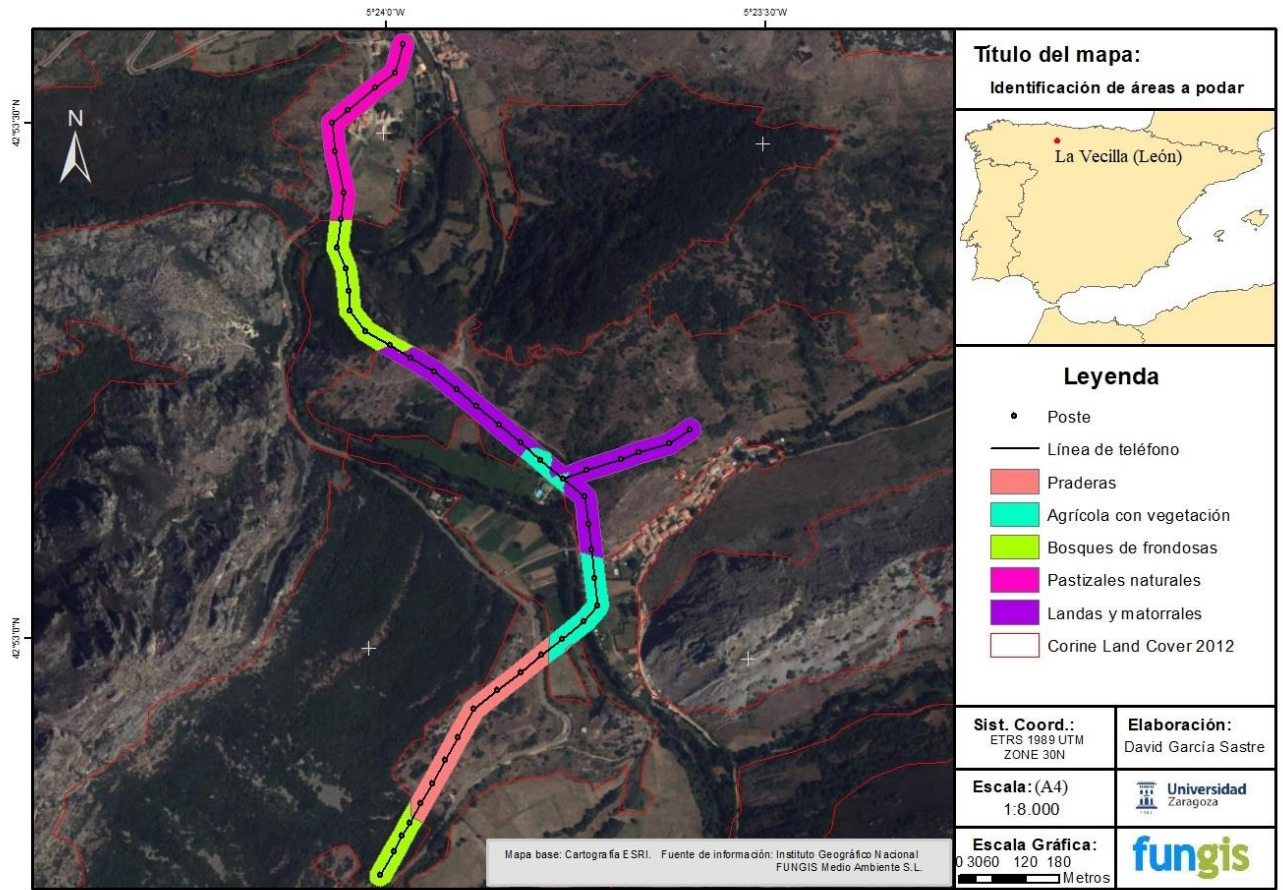


Figura 29. Identificación de áreas a podar.

#### 4.4. Geomarketing

Conocer los beneficios del geomarketing resulta fundamental para establecer, con garantías, una actividad comercial. El empresario busca captar el mayor número de clientes y una de las fórmulas es la ausencia de competidores. Dicha fórmula se resuelve con el geomarketing ya que es capaz de analizar el entorno social y económico desde una visión geográfica con ayuda de herramientas GIS. Por tanto las empresas se localizan en un sistema espacial en el que confluyen diferentes actores estableciendo sinergias. Los beneficios que se obtienen son un conocimiento del mercado con lo que poder reorientar esfuerzos económicos, identificar una clientela específica, establecer un área de influencia o potenciar los procesos de marketing.

La capacidad que se obtiene en la actualidad con estos procedimientos reside en el territorio y la forma de tratar los datos, extrayendo la mayor cantidad de información que permita al empresario tomar las decisiones que considere oportunas. Mediante el análisis de geomarketing todos estos datos se agrupan en un GIS para interpretar la información, porque las ciudades son espacios vivos que se estructuran en función de las personas. Ser capaz de sintetizar toda la información en un mapa es la situación que se va a desarrollar mediante los sistemas de información geográfica, con la necesidad de observar las zonas en las que el negocio, del posible cliente que acuda a FUNGIS, en este caso para una peluquería, podrá tener mayor repercusión y una ausencia directa de competencia comercial. El estudio se realiza sobre la cartografía de un barrio de León, en concreto, el barrio de San Mamés.

La anticipación que se consigue con el geomarketing consigue un primer ahorro en costes de establecimiento, teniendo la capacidad de decisión entre varias posibilidades dentro del barrio de San Mamés, además ofrece una visión global del barrio, es decir, permite localizar las áreas donde no se da ningún tipo de negocio en la actualidad que junto al conocimiento sobre el terreno es capaz de conseguir las herramientas para tener un futuro prometedor.

Junto a la cartografía del barrio se trabaja con la información, de tipo punto, de la actividad comercial de cada local, recogida en campo y estructurada en un sistema interno de FUNGIS. Es aquí donde se hace posible el análisis, es decir, gracias a los atributos que vertebrarán el territorio. Pero para conseguir llegar a tener los locales, en tipo shp., con los que realizar el análisis se ha tenido que localizar los mismos sobre el barrio de San Mamés, inicialmente con Google My Maps.



**Figura 30.** Google My Maps.

Este software trabaja con la identificación de una cuenta Google con la que poder acceder a sus servicios. Una vez dentro se puede trabajar en un proyecto o compartir y ver los de otros usuarios. Este software permite la utilización de diferentes mapas base así como trabajar sobre diferentes capas de información en varios formatos.

Dentro del análisis de geomarketing, el primer paso consiste en geocodificar la información comercial de los diferentes locales, este proceso se basa en establecer coordenadas geográficas a puntos localizados en el mapa. Se hace posible con la información de la calle y número del local junto al código postal y provincia. La geocodificación nace de una tabla excel con la información necesaria que será importada a Google My Maps para obtener la posición de todos los locales y sus coordenadas geográficas.

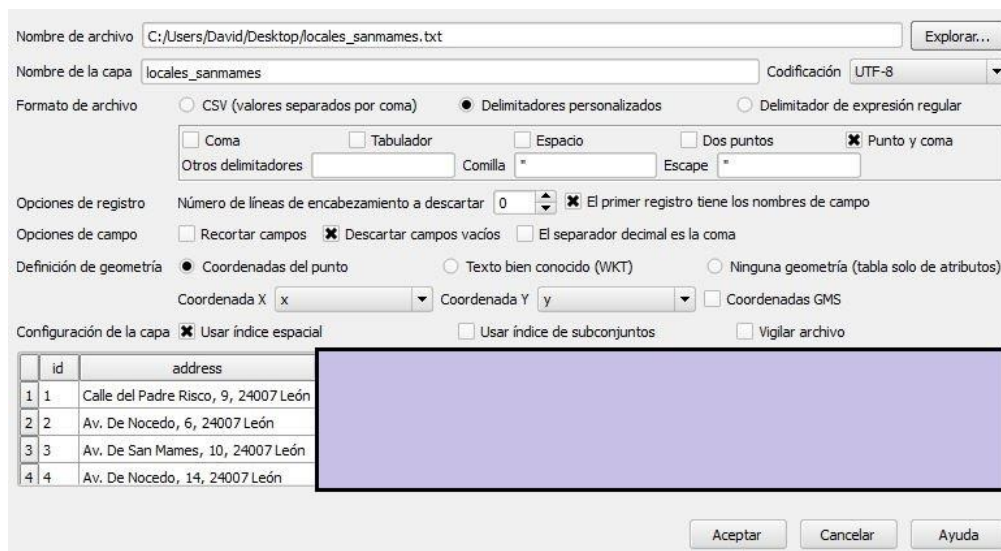


**Figura 31.** Ejemplo de un local.

Una vez tenemos los datos necesarios se continua el análisis. Anteriormente se ha desechado el procedimiento ideado en un primer momento, cuya geocodificación se realizaría exclusivamente en QGIS con el plugin MMQGIS, debido a un error por el que todos los locales se situaban en el cruce de las calles del barrio y no sobre su referencia a lo largo de la calle correspondiente.

Para abrir los datos en QGIS es necesario actuar sobre la tabla de datos CSV extraída de Google My Maps con las coordenadas X e Y. Esta se abre en NOTEPAD++ con el objetivo de codificar a UTF-8, siendo este el formato óptimo para proseguir en QGIS.

Tras guardar la tabla en formato texto .txt y codificado a UTF-8 vamos a crear una capa en QGIS desde “Add Delimited Text Layer” donde se despliega la siguiente ventana:



**Figura 32.** Capa de los locales en San Mamés.

Al asignar los campos como se observa en la imagen debemos seleccionar el sistema de coordenadas correspondiente a los locales. Con ello obtenemos la capa, como puntos, de los locales del barrio de San Mamés, que aún no es shp. posicionados en su ubicación correcta gracias a las coordenadas X e Y. Para conseguir finalmente la capa y poder trabajar sobre ella en un GIS se exportará.

A continuación, con el objetivo de conseguir el mapa final, trabajamos en ArcMap con el shp. de los locales y el mapa base del barrio de San Mamés. Persiguiendo conseguir un mapa de calor o “heatmap” el cual nos permita identificar las zonas del barrio donde la peluquería tendría mayor competencia y aquellas zonas donde resultaría beneficioso ubicar el negocio. El concepto a tener en cuenta es el de densidad, es decir, el estudio de la distribución sobre el territorio referente a la frecuencia con la que se repite un hecho geográfico. La densidad kernel hace posible la consecución del mapa final, calculando la densidad de las entidades en las celdas vecinas del ráster, respecto a un punto, que arrojará la información de competencia comercial. En el caso que las celdas se solapen por los radios de frecuencia se obtendrá el nuevo valor por adicción.

Este mapa de densidad dará la posibilidad, tras observarlo de modo intuitivo, de conocer los patrones de distribución de la actividad comercial, en este caso aplicado a peluquerías en el barrio.



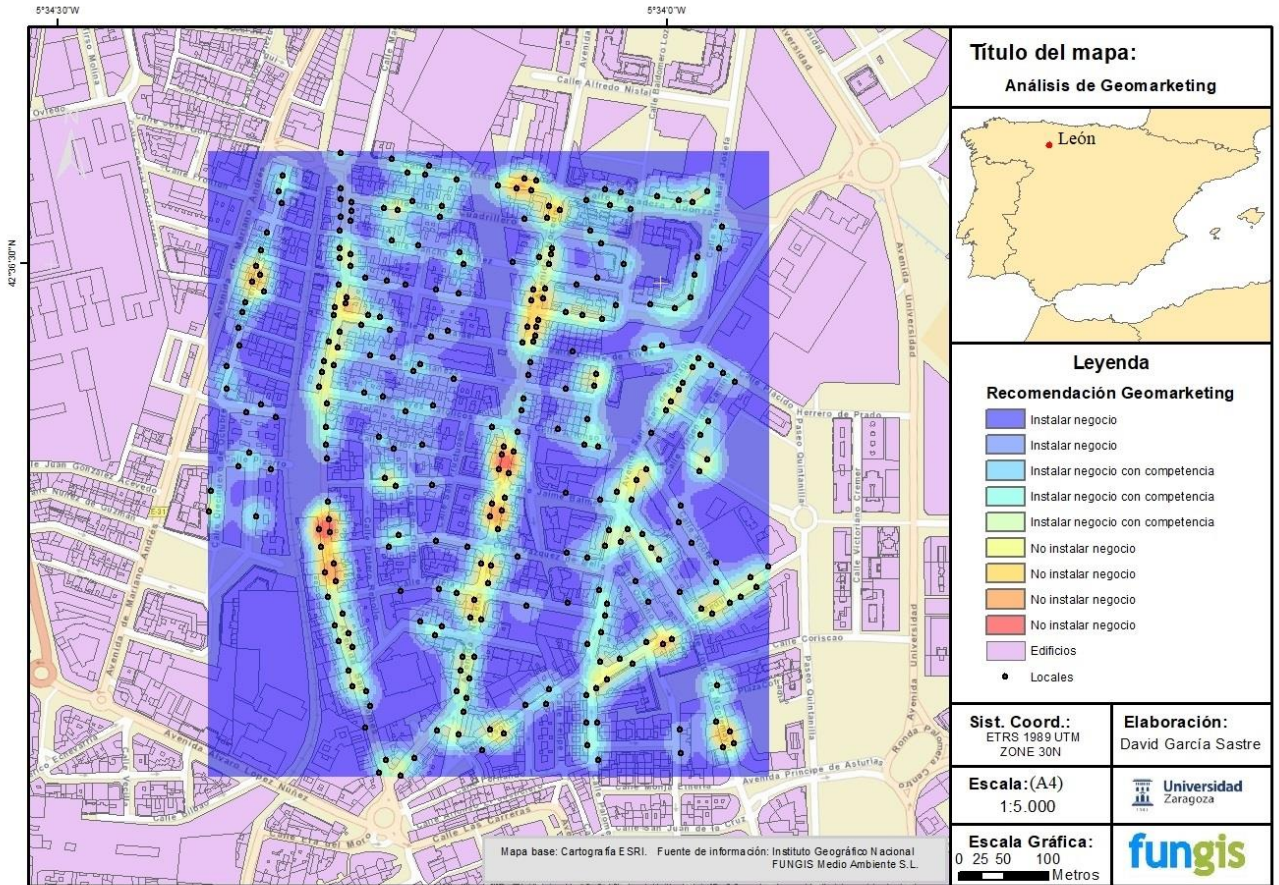


Figura 33. Análisis de Geomarketing.

## 5. CONCLUSIÓN

Los estudios que se han realizado resultan métodos muy prácticos ya que se ha pretendido dar una visión intuitiva de toda la información recopilada en el trabajo mediante un solo golpe de vista, observando los diferentes mapas. Los datos utilizados son oficiales por lo que simbolizan fielmente la realidad y se considera que muestran un análisis en conjunto de los primeros pasos que se han de realizar para ejercer la revisión y mantenimiento de los postes de la línea de teléfono y la sustitución de los dañados, así como el estudio de la localización de un futuro local comercial, con una base rigurosamente científica, apoyado en los sistemas de información geográfica.

Se ha tratado de exponer parte de los conocimientos adquiridos a lo largo del master y adecuarlos a la experiencia desarrollada en campo durante los meses de duración de la práctica junto a la empresa FUNGIS Medio Ambiente S.L.

Con las propuestas que se han elaborado, en cuanto a la revisión de postes, se puede conocer la importancia que los diferentes softwares, dados a conocer gracias al master y a FUNGIS, tienen a la hora de encarar cualquier análisis espacial y como la utilización de todos en conjunto dan valor añadido a los procesos.

Cuando una empresa dedica mucho esfuerzo de su tiempo a recorrer gran parte del territorio para realizar su trabajo, verdaderamente los GIS deben planificar su actividad diaria o semanal. La selección de la central refleja fielmente esta posible planificación con el objetivo de conseguir tiempo, que no deja de ser beneficio en una actividad empresarial. Las consiguientes propuestas enfocadas al mantenimiento tratan de cubrir que todas las poblaciones no se queden sin suministro telefónico. Con el mapa “Vías de acceso rápido” un apartado del mantenimiento de los postes de la línea de teléfono queda cubierto bajo una idea elaborada en base a una carencia que pudiera darse en este ámbito. Otro apartado del mantenimiento queda cubierto con el mapa “Identificación de área a podar” pero sobre todo con el modelo de geoprocésamiento al que podrá aplicarse cualquier tramo de línea del área de estudio, este presupuesto nace del trabajo desarrollado en campo, observando diariamente el peligro de corte de suministro que puede sufrir la red.

Los objetivos a los que se ha respondido respaldan la función planificadora que se debe desarrollar con anterioridad a cualquier tipo de actividad para conseguir un ahorro en los costes derivados de la actividad en campo.

Por otro lado, el primer objetivo de cualquier empresario es la ausencia de la posible competencia que pueda darse en el entorno del establecimiento, evitando que aumente su capacidad de negocio en mayores zonas de un barrio o una ciudad. Para iniciar la actividad comercial resulta imprescindible un análisis espacial como el que se ha elaborado, mediante el mapa “Análisis de Geomarketing” con el que se ha pretendido ofrecer una herramienta que permita al empresario ofrecer las mejores ubicaciones para establecer, con total garantía, en el momento actual su empresa.

En definitiva, mi estudio se ha aplicado sobre un espacio de trabajo común, desde el inicio de la actividad de planificación para proceder a la instalación de un nuevo negocio y a la revisión, con el fin de comprobar sobre el terreno el estado del poste, pasando por la sustitución de los postes dañados hasta el presupuesto enfocado al mantenimiento integral de la línea, un espacio de trabajo común que se llama geografía.

## 6. VALORACIÓN PERSONAL

Bajo mi punto de vista, la realización de las prácticas en una empresa resulta fundamental ya que realmente se observa como los conocimientos adquiridos se adecuan al mundo laboral. Sobre todo ha sido importante en el conocimiento que he adquirido sobre los proyectos que la administración ofrece a las empresas para su desarrollo. He podido comprobar gracias al master como las actividades diarias que llevan a cabo en la empresa encajan a la perfección con las asignaturas cursadas.

La satisfacción ha sido total al comprobar como el hecho de desarrollar actividad en campo con la que luego se pueda trabajar con diferentes softwares, siendo la idea que tenía cuando comencé mis estudios universitarios, se ha llevado a cabo y se realiza en FUNGIS con un ambiente de trabajo inmejorable gracias al Director Adolfo del que no se dejan de aprender cosas en cada momento.

Sabiendo que aún queda mucho por aprender me siento orgulloso del trabajo realizado y sobre todo del manejo de diferentes softwares para conseguir lo que se ha propuesto desde un inicio, siendo capaz de resolver los problemas que hayan podido surgir.

Gracias a las prácticas se obtiene una idea sólida de los proyectos que desarrollan las empresas que aplican los sistemas de información geográfica en su día a día y entiendo que estamos verdaderamente formados para desarrollar dichos proyectos.

Por último agradecer a todos los profesores del master las horas de sabiduría que nos han brindado y sobre todo a los amigos del master y a mi tutor D. Daniel Ballarín Ferrer.



## 7. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

### 7.1. Fuentes

#### Capas GIS

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> [Consultado el 04/11/2017]

[http://www.proyectopandora.es/?page\\_id=16](http://www.proyectopandora.es/?page_id=16) [Consultado el 06/11/2017]

FUNGIS Medio Ambiente S.L.

#### Páginas web

<http://www.trimble.com/> [Consultado el 06/11/2017]

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/main/arcgis-pro-tool-reference.htm>  
[Consultado el 06/11/2017]

<http://www.eptisa.com> [Consultado el 08/11/2017]

<http://www.datacentric.es/blog/geomarketing/como-evolucionar-tu-plan-de-marketing-gracias-al-uso-de-herramientas-de-geomarketing/> [Consultado el 08/11/2017]

#### Figuras

Figura 1: <https://www.noticiascyl.com/>

Figura 2: <http://www.fungis.es>

Figura 3: <https://es.dreamstime.com/>

Figura 4: David García Sastre

Figura 5: <http://www.trimble.com/>

Figura 6: <http://www.cursosgis.com/>

Figura 7: <http://www.trimble.com/>

Figura 8: <http://blog.qgis.org/>

Figura 9: <https://play.google.com/>

Figuras 10 a 33: David García Sastre

### 7.2. Bibliografía

Bosque Sendra, J.; Moreno Jiménez, A. y Ramirez, M. L. (2004): *SIG y localización óptima de instalaciones y equipamientos*. Editorial RA-MA, Paracuellos de Jarama (Madrid).

De Cos, G.O. (2004): “Valoración del Método de Densidades Focales (Kernel) para la Identificación de los Patrones Espaciales de Crecimiento de la Población en España”. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, GeoFocus (Artículos)*, nº4, pp. 136-165.

Fernández, L. F. (2010): “Parametrización de ecoeficiencia en análisis SIG de redes para el transporte intermodal”, *XIV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica: La información geográfica la servicio de los ciudadanos: de lo Global a lo Local*, 13-17 de septiembre, 2010, Sevilla.

Fiz, I. (2013): “Métodos estadísticos y funciones SIG: una propuesta de modelado del poblamiento en el *ager Tarraconensis*”. *Archivo Español de Arqueología*. 86, pp. 91-112.

Moreno, N. J. G. (2007): “Análisis con SIG de la Red de Transporte Intermodal entre Marruecos y la Unión Europea. Evaluación de rutas y enclaves estratégicos”. *Revista Cuadgeo*, nº39, pp. 203-219.

Placer, G. L. y Cervantes, B. M. (2000): “Los sistemas de información geográfica (SIG) en la gestión de marketing”, *III Jornadas de Marketing*, 27-31 de marzo, 2000, León.

## 8. ANEXO