

Diseño y desarrollo de un Geoportal para el monitoreo y consulta interna de levantamientos topográficos. El caso Bosque de Chapultepec, México

María F. Cruz-Gutiérrez¹, Raquel Hinojosa-Reyes², Edgar G. Leija³

¹ Facultad de Geografía. Especialidad en Cartografía Automatizada, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Universidad Autónoma del Estado de México. fernandacruz033@gmail.com.

² Facultad de Geografía. Especialidad en Cartografía Automatizada, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Universidad Autónoma del Estado de México. rhinojosar@uaemex.mx

³ Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia. eleija@ciga.unam.mx

Autor de correspondencia: fernandacruz033@gmail.com

Agradecimientos

La primera autora agradece la beca CONACYT 1082677 otorgada para los estudios de especialidad en Cartografía Automatizada, Teledetección y SIG; a la Subdirección de Estudios Topográficos de la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México por el acceso a la información.

Resumen

El presente trabajo, tiene como objetivo el diseño y desarrollo de un sistema de administración para el monitoreo y consulta interna de la información topográfica de las obras activas en la Ciudad de México, particularmente para el Bosque de Chapultepec; con la finalidad de crear un plan maestro para su mejora y rehabilitación de las cuatro secciones del Bosque. La gestión y obtención de la información que genera la Subdirección de Estudios Topográficos de la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México permitió procesar la información con un software libre, a través de una homogenización y estandarización para el diseño y construcción de la base de datos en el Sistema de Administración para su uso interno. Se presenta como un proyecto factible y de innovación para la dependencia, propone una solución al problema de almacenamiento y consulta de la información topográfica generada, los métodos que utilizaban hacían incapaz la consulta de dicha información en conjunto. Este proyecto no solo coadyuva a la dependencia que le dará uso, sino a las demás áreas del sector gubernamental que utilizan estos recursos.

Palabras clave: Ciudad de México, Estudios Topográficos, SIG.

Abstract

The objective of this work is the design and development of an administration system for the monitoring and internal consultation of the topographic information of the active works in Mexico City, particularly for the Chapultepec Forest; in order to create a master plan for its

improvement and rehabilitation of the four sections of the Forest. The management and obtaining of the information generated by the Subdirectorato of Topographic Studies of the Secretariat of Works and Services of Mexico City, allowed to process the information with free software, through a homogenization and standardization for the design and construction of the database in the Administration System for internal use. It is presented as a feasible and innovative project for the agency, proposing a solution to the problem of storage and consultation of the topographic information generated, due to the fact that the methods used made it impossible to consult such information as a whole. This project not only helps the agency that will use it, but also the other areas of the government sector that use these resources.

Keywords: Mexico City, Topographic Studies, GIS.

1. Introducción

A nivel global, el aumento exponencial de la población ha generado que las ciudades se encuentren en una dinámica de crecimiento constante, generando un cambio en el uso del suelo (Leija et al., 2020) y el incremento de obras de infraestructura con requerimientos de información topográfica detallada. Problema actual en que gobiernos y empresas de todo el mundo requieren utilizar tecnologías e ideas innovadoras que permitan integrar plataformas digitales de información robustas y de fácil acceso en la que puedan procesar y gestionar grandes cantidades de datos para el uso y beneficio de los usuarios (IGECEM, 2017).

En la ciudad de México, a través de la Subdirección de Estudios Topográficos de la Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE); realiza levantamientos topográficos: altimétricos y planimétricos, así como levantamientos con VANT y GPS para los proyectos de todas las obras que desarrolla el Gobierno (Gobierno de la Ciudad de México, 2020). Los levantamientos topográficos se utilizan para realizar al estudio técnico y descriptivo de un terreno (Codazzi, 2018). Básicamente es la recopilación de datos como obras inducidas, obras superficiales, mobiliario urbano, censo arbóreo, señalamiento vial, geometría de la vialidad entre otras, para posteriormente realizar, un plano que refleje con exactitud los elementos y parámetros del terreno sobre el que se quiere actuar. Es una de las formas de obtener información detallada de algún terreno o área en específico, utilizando formatos de almacenamiento tradicionales que son pesados, poco manejables y complejos (Brinker, Wolf, 1982).

Con base en la información obtenida a través de levantamientos topográficos que genera la Subdirección de Estudios Topográficos de la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México, es necesario la implementación de nuevas tecnologías para optimizar el manejo, administración, control y visualización, dado que se tiene que integrar toda la información en una base de datos que sea útil para las dependencias o áreas del Gobierno que lo requieran; además, de aportar transparencia de datos para la sociedad en general. Sin embargo, la SOBSE cada año genera nueva información debido al constante cambio de la infraestructura en la ciudad, esto conlleva a no contar con un registro digital para la consulta de todos los proyectos, dado que no existe un sistema que indique la existencia y el avance de dichos proyectos. En el caso del Bosque de Chapultepec, los trabajos de topografía generan información detallada: servicios (postes de luz, registros, coladeras, instalaciones de Pemex, antenas de alta tensión, bombas de agua, vegetación existente, vialidades, señalamiento vial,

obra inducida, drenaje, niveles de terreno natural), esta información se guarda en archivos tradicionales y de manera individual haciendo su visualización compleja y tardada. Es necesario generar un sistema que permita automatizar, administrar, y tener una visualización geográfica de la información, aprovechando los beneficios del desarrollo y aplicación de herramientas Geotecnológicas para la captura y proceso de la información. Los Sistema de Información Geográfica (SIG), son herramientas que permiten gestionar y visualizar los datos espaciales, analizar dichos datos con consultas sencillas o complejas y generar un resultado como mapas, informes, gráficos, etc. (Olaya, 2011).

2. Materiales y Métodos

Área de estudio

El Bosque de Chapultepec, se encuentra entre las coordenadas 19°24'53.7"N 99°11'58.6"W en la Ciudad de México. El cual se localiza en las alcaldías; Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Álvaro Obregón y cuenta con una superficie de 810 ha aproximadamente (INEGI, 2020).

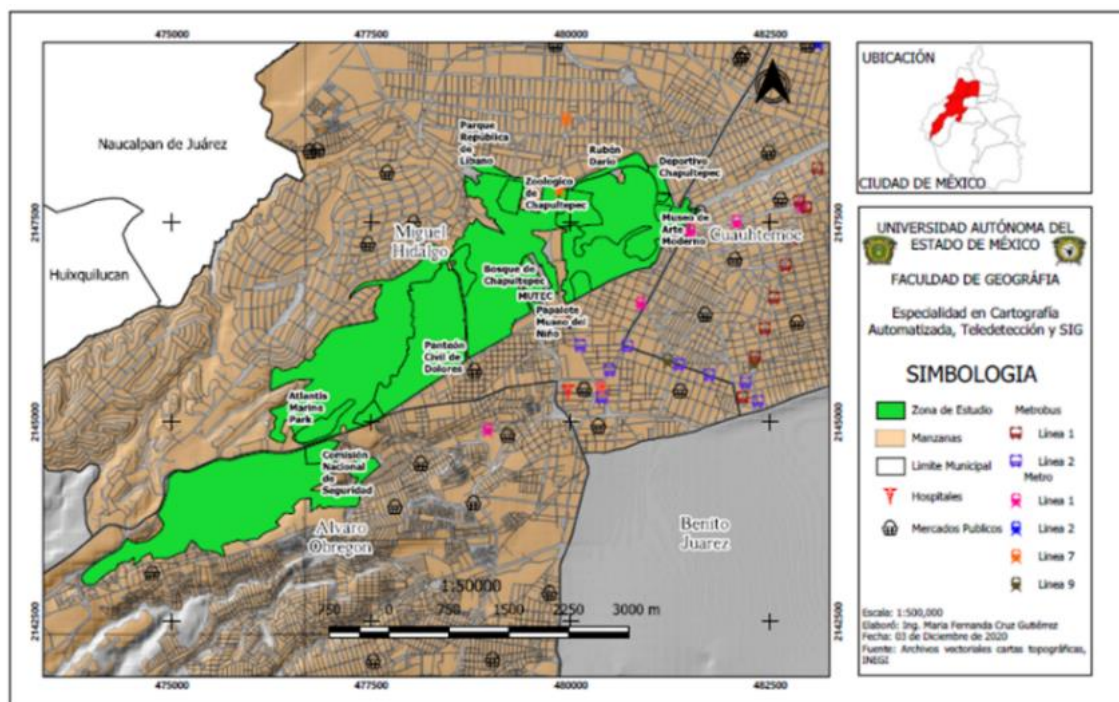


Figura 1. Localización de la zona de estudio, Bosque de Chapultepec. Fuente: Elaboración propia

La metodología empleada se basó en cinco etapas ver tabla 1, las cuales describen el desarrollo e implementación del Sistema de Administración de Información topográfica, además, se adecua a la información central y al tiempo que se tiene para su ejecución: a) gestión, b) análisis, c) Procesamiento/desarrollo, d) prueba y, e) presentación. Asimismo, la cartografía base del Sistema de Administración de Información Topográfica, se obtuvo de la página oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), identificando las cartas topográficas de la zona de estudio a una escala de 1:20,000. (INEGI, 2020).

Etapa uno	Etapa dos	Etapa tres	Etapa cuatro	Etapa cinco
<ul style="list-style-type: none"> Se gestiona la información; obteniendo documentos dwg, tiff, pdf y tablas alfanuméricas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza el análisis de la información Se selecciona y clasifica la información con la que se va a trabajar Se selecciona el Software con el que se va a trabajar. Se identifican las necesidades del usuario principal. 	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza el procesamiento de la información con el software seleccionado. Se desarrolla el visor geográfico. Se desarrolla la plataforma web donde se alojará el visor geográfico. 	<ul style="list-style-type: none"> Se realizan pruebas al visor y a la plataforma. Se realizan tablas de escenario de pruebas. Se le enseña al usuario principal el funcionamiento del Sistema. El usuario da observaciones. Se realizan las correcciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución y presentación de la primera etapa del Sistema de Administración de Información Topográfica (SAIT)

Tabla 1. Descripción de las cinco etapas de la Metodología empleada. Fuente: Elaboración propia.

El visor del Sistema de Administración de Información topográfica se desarrolló en gvSIG Online, plataforma integral donde fácilmente se puede compartir la información geográfica en la nube, generar mapas y aplicaciones gracias a las sencillas y potentes herramientas de administración del sistema (gvSIG, 2016).

3. Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos, se explica la interfaz del visor geográfico del Sistema de Administración de Información Topográfica (SAIT), así como la interfaz de la Plataforma Web que la aloja.

Interfaz de la Plataforma Web

En la figura 2 muestra la pantalla de inicio. se observa el icono representativo del Sistema de Administración de Información topográfica, un menú en la parte superior derecha con las opciones: Inicio, SOBSE, Proyectos, Visor y Galería. En la parte superior de la pantalla se localiza una barra color verde donde se encuentran los horarios de la dependencia, así como su contacto donde se les puede localizar y los iconos (Twitter, Facebook e Instagram) que vincula a las redes sociales de la Secretaría de Obras y Servicios.



Figura 2. Pantalla principal, plataforma web. Fuente: Elaboración propia.

En la segunda pantalla, denominada “SOBSE” se encuentra una descripción de la dependencia; quienes son, que hacen, información que fue extraída de la página oficial de la instancia y una imagen del equipo humano, así como el material de la unidad encargada de los levantamientos topográficos en la Secretaría de Obras y Servicios. En el botón inferior redirecciona a la página oficial de la dependencia donde se podrá ver información más detallada de la Secretaría si es que el usuario así lo requiere, (ver figura 3).



Figura 3. Pantalla SOBSE. Fuente: Elaboración propia.

En la pantalla denominada “PROYECTOS” se muestran los proyectos en curso, estos se definen con iconos, dando clic; se redirecciona a la página oficial o documento donde se muestran los avances de estos. En el primer icono representa un bosque, se refiere al proyecto “Bosque de Chapultepec”, este icono redirecciona a la página oficial del Gobierno de la Ciudad de México; “Proceso de Consulta Bosque de Chapultepec, Naturaleza y Cultura”, en esta página se muestran los avances, así como las propuestas de mejora y rehabilitación del proyecto del Plan Maestro del Bosque de Chapultepec, (ver figura 4).



Figura 4. Pantalla PROYECTOS, página de avances del proyecto Bosque de Chapultepec, CDMX. Fuente: Elaboración propia.

En la pantalla denominada “GALERÍA”, se muestran fotografías de los trabajos de topografía realizados por el equipo encargado de ejecutar estas actividades, se da clic en la imagen y se realiza un zoom de la misma, (ver figura 5).



Figura 5. Pantalla GALERÍA. Fuente: Elaboración propia.

En la barra de menú, se encuentra “VISOR”, donde se alojan las capas puntuales y polígonos de la información, así como la información ráster del proyecto. El Visor es público y cuenta con roles de lectura y escritura. A continuación, se presenta la interfaz del visor del Sistema, detallando las herramientas, así como las funcionalidades y la información que contiene.

Interfaz del visor del Sistema de Administración de Información Topográfica (SAIT)

En la pantalla principal (ver figura 6), se observa el escudo institucional, así como el icono representativo y nombre del Sistema, la escala que se visualiza en el mapa base de Openstreetmap (OSM) es local y hace referencia a las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec. En el lateral izquierdo se encuentra el TOC (menú de capas) donde se hallan los grupos de capas; la información es de tipo puntual, poligonal y ráster.

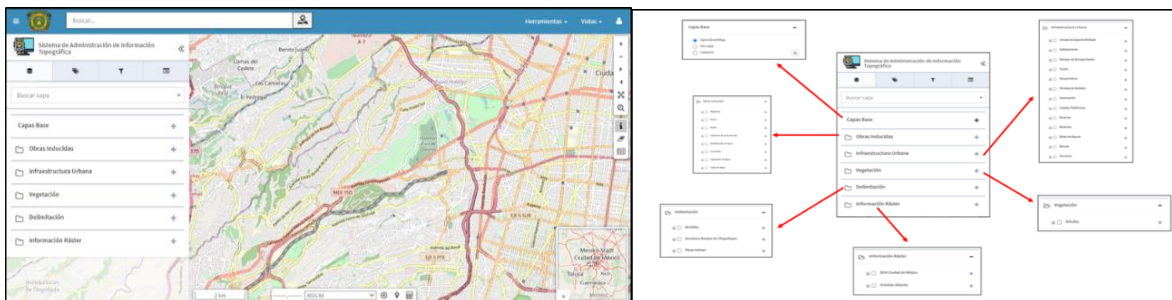


Figura 6. Pantalla principal del Sistema, TOC. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se observan las funcionalidades al seleccionar una capa de tipo puntual como: Tabla de atributos, descarga de información en formato: shapefile, csv y gml. Consulta y descarga de Metadatos, simbología, ventana de información del objeto seleccionado, detalles del objeto seleccionado y herramienta de zoom a la capa.

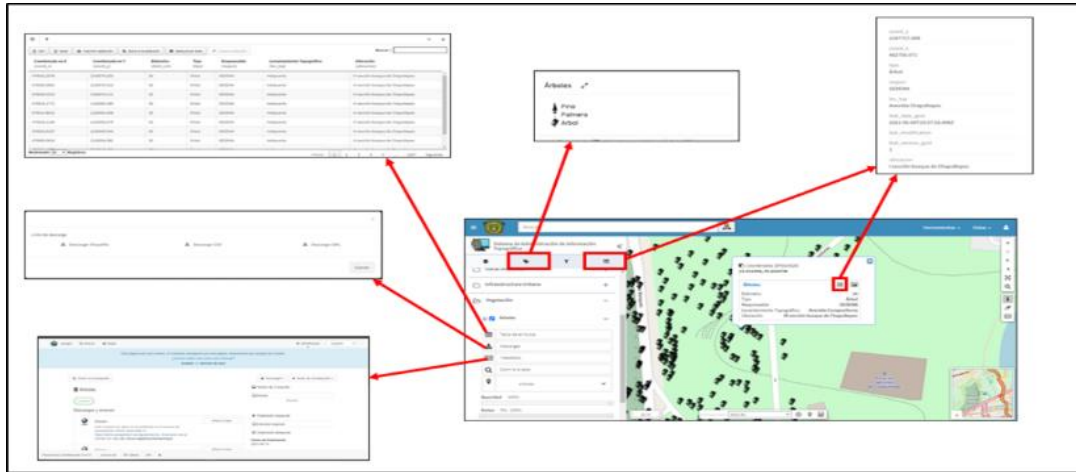


Figura 7. Funcionalidades de las capas. Fuente: Elaboración propia.

Estas funcionalidades se encuentran en todas las capas de tipo puntual de los grupos: obras inducidas, infraestructura urbana y vegetación. En el grupo de capas denominado Delimitación se encuentra la información de tipo polígono, la capa de alcaldías; representa la división política de las alcaldías de la Ciudad de México con información básica como clave municipal, clave de entidad y nombre de la entidad y la capa denominada Secciones del Bosque de Chapultepec donde delimita las cuatro secciones del Bosque desplegando la información como; sección, clave municipal, clave de entidad y nombre de alcaldía a la que pertenece esa sección. Ambas capas no cuentan con la opción de descarga, ya que solo será de apoyo para la consulta de la información principal del Sistema, (ver figura 8).

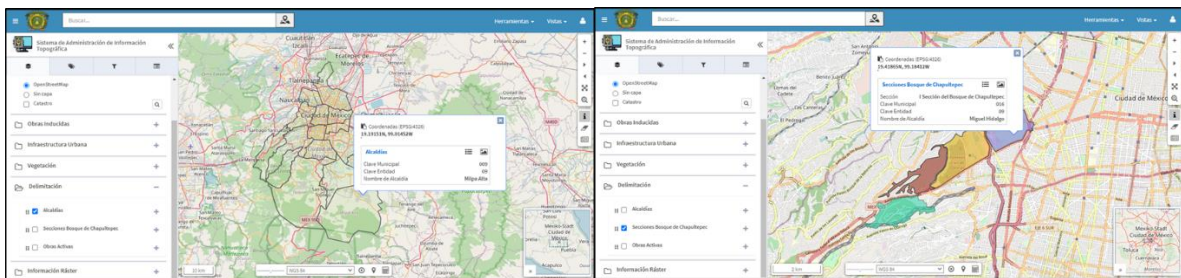


Figura 8. Capas: alcaldías de la Ciudad de México y secciones del Bosque de Chapultepec. Fuente: Elaboración propia.

En el mismo grupo de delimitación, se encuentra la capa Obras Activas, esta representa el perímetro de las Obras en que se realizaron levantamientos topográficos y que se están llevando a cabo las obras planeadas para la mejora y rehabilitación del Bosque de Chapultepec. La figura 9, representa todas las funcionalidades de la capa antes mencionada, los cuales son: Editar capa: esta función estará habilitada para la persona encargada de actualizar el estatus de dichas Obras, se realizará solo activando la función, seleccionado el polígono a editar y solo se podrá editar el campo denominado estatus, este cambiará de color dependiendo de las palabras que se coloquen; Rojo si la obra se encuentra detenida, Anaranjado si la obra aun no inicia, Amarillo si la obra está en proceso y Verde si la obra ha finalizado, teniendo así un formato de semáforo para identificar el avance de las Obras activas

de cada proyecto. También se puede observar; tabla de atributos, descarga de información, simbología, ventana de información del objeto seleccionado, detalles del objeto seleccionado, planos topográficos en formato PDF de cada levantamiento del proyecto descargable y herramienta de zoom a la capa.

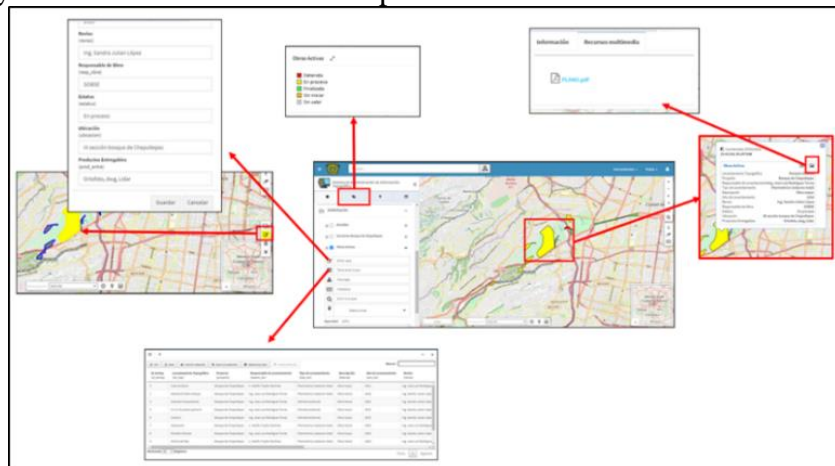


Figura 9. Funcionalidades de la capa Obras Activas. Fuente: Elaboración propia.

En el grupo denominado Información ráster, se encuentra el Modelo Digital de Elevación (DEM) de la Ciudad de México y una ortofoto del levantamiento topográfico realizado con un vehículo aéreo no tripulado (VANT) o también conocido como Drone (ver figura 10), estos dos archivos de formato Tiff se podrán consultar para apoyo a la información puntual o poligonal y se podrán descargar.

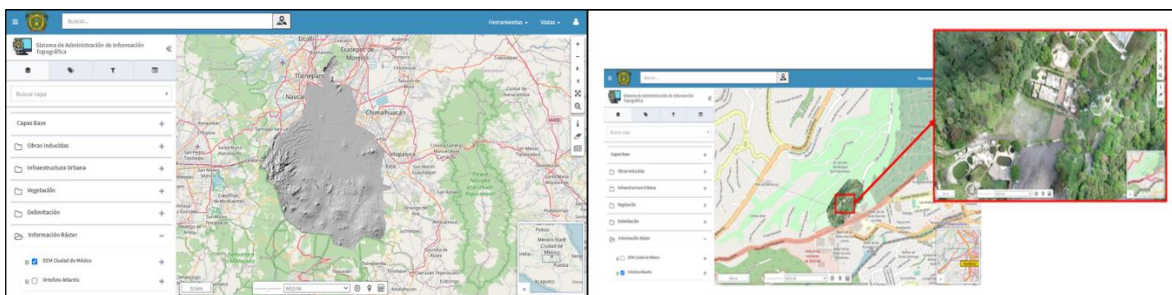


Figura 10. DEM de la Ciudad de México, Ortofoto denominada Atlantis. Fuente: Elaboración propia.

En el menú de capas se encuentra un icono de filtro, en este se podrán hacer consultas sencillas por el método de filtrado, en la figura 11 describe como se realiza este filtrado, seleccionando la información solicitada en cada una de las barras de menú desplegable y dando clic en el botón de aplicar filtro, si se desea limpiar el filtro anterior, se oprime el botón de limpiar filtro y se vuelve a realizar el mismo proceso.

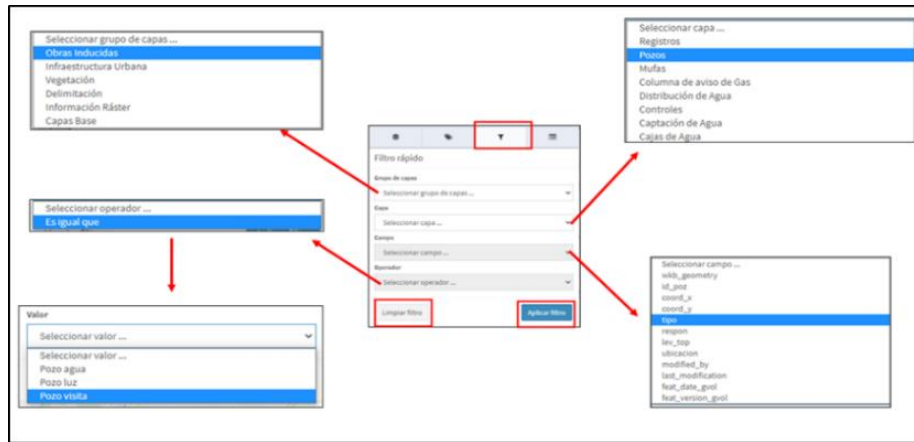


Figura 11. Funcionalidades de la herramienta de Filtro. Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el filtro, como resultado arroja una tabla de atributos (ver imagen 19) de la selección realizada esta se podrá descargar en formato csv o tabla Excel y en la capa se seleccionan los objetos filtrados como lo muestra en la figura 12.

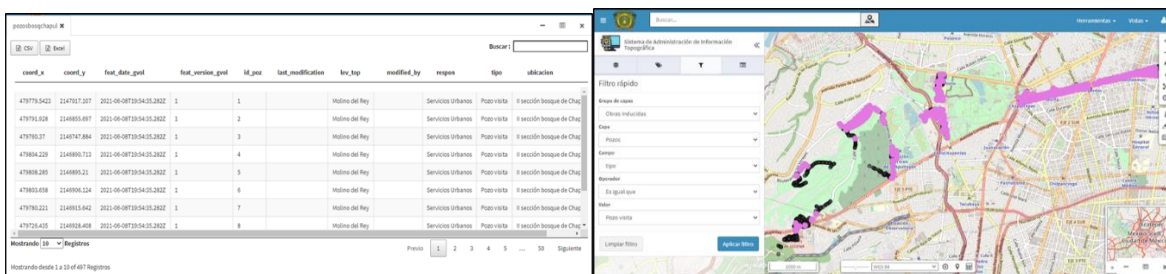


Figura 12. Tabla de atributos, resultado del filtrado. Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

Históricamente el planeta Tierra ha tenido avances y un desarrollo en pro de las necesidades humanas, comerciales, políticas, ambientales y tecnológicas que han surgido por un aumento exponencial de la población que demanda mejores oportunidades y una mejor calidad de vida (Schwab, 2015). Estos avances, se han reflejado o se identifican como las revoluciones industriales, mismas que han pasado y que a la vez estamos presenciando con la cuarta revolución industrial. La cual, se define como la transición hacia nuevos sistemas que están contruidos sobre la infraestructura de la revolución digital tal como lo indica el Foro Económico Mundial (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>).

El desarrollo de un prototipo de Geoportál a través del uso de sistemas de información geográfica que se ha implementado en este trabajo ha logrado los alcances estipulados conforme a los requerimientos establecidos por el usuario y a expectativa de difundir el uso de las Geotecnologías en el sector gubernamental. Un Sistema de Administración de Información Topográfica, es relevante ya que es un sistema con información detallada de una superficie en específico y que es importante para otras áreas gubernamentales así como del

sector privado para la realización de proyectos de diversa índole, aunque se encuentra en su primera versión, se tiene previsto que en un futuro este diseño no solo será para un solo proyecto, sino de todos los que se tengan planeados en la ciudad, se estén ejecutando o que hayan concluido. La información agrupada por temática hace las consultas y manipulación de los datos más adecuada, teniendo como plus un manejo sencillo tanto para los especialistas como para las personas que no tienen un amplio conocimiento de los SIG, haciendo amigable la interfaz de la plataforma web como del visor, así como la manipulación, consulta y actualización de la información.

El Sistema cumple con funciones establecidas desde su inicio; el consultar, descargar, realizar análisis sencillos y de incorporar datos específicos para mantener actualizada la información con el uso de software de código abierto y libre, y plataformas que facilitan la implementación de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) lo que añade el uso de estándares OGC (Open Geospatial Consortium) y permite la interoperabilidad de la información. (Murillo, 2014). Ante el avance de las tecnologías, el sector gubernamental debe de brindar vanguardia tanto en el manejo y almacenamiento de la información, así como en el análisis y toma de decisiones ante problemáticas, haciendo eficiente la información como el tiempo de respuesta y la divulgación de la información (Gobierno de la Ciudad de México, 2018). Otro aspecto fundamental en cuanto a la información y conocimiento sobre IDE, es con respecto al aumento e importancia de los datos como materia prima, dado que exige al usuario prestar una mayor atención a los mismos. Los servicios y visores de las IDE, mantenidos por los organismos públicos responsables de ellos, ofrecen una gran riqueza de datos geográficamente referenciados o geodatos, lo que constituye un excelente recurso (UNSPIDER, 2014).

El potencial de la información geoespacial y su interés para la ciudadanía han sido señalados, no sólo como un tipo de información fundamental para la toma de decisiones y la gestión, sino como una vía para potenciar las ciudades inteligentes, también para el desenvolvimiento profesional (agricultura de precisión, arqueología, transporte, prospección de recursos naturales y estudios ambientales, entre otros muchos). El manejo de los datos adecuados refuerza un conocimiento territorial, fiable y preciso, que permite el desarrollo de la habilidad de explorar y visualizar el mundo real y sus problemas críticos (cambio climático, desastres naturales). Así, una sólida formación espacial, en la que los geodatos de las IDE sean un elemento esencial, facilitará a los estudiantes, futuros ciudadanos, el responder científicamente a cuestiones ambientales y sociales propias del siglo XXI (Lorenz et al., 2015; Devezas et al., 2017).

5. Conclusiones

La generación de proyectos de este tipo ha permitido diseñar nuevas maneras de almacenamiento y visualización de la información. El cual, ha permitido que expertos y público en general conozcan y tengan un amplio conocimiento de los Sistemas de Información Geográfica, con la finalidad de llevar a cabo un registro controlado de los proyectos de infraestructura que se llevan a cabo en el Gobierno de la Ciudad de México evitando la dispersión o pérdida de la información, así como el gasto de recursos innecesarios. Esta primera etapa del Sistema de Administración de Información Topográfica es local, sin embargo; se tiene la expectativa que a futuro pueda llegar a ser abierto al público

en general, haciendo accesible la información, Además, es importante el saber qué hacen las dependencias de gobierno con sus recursos y se tenga claridad particularmente con las obras activas que se realizan en la Ciudad de México. El Sistema de Administración de Información Topográfica será un parteaguas para poder llegar a una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en un futuro, como profesionistas tenemos la obligación de poner el tema en la mesa y difundir el buen uso de las Geotecnologías y las IDE, ser parte del desarrollo tecnológico del país.

Finalmente, es necesario mencionar que podría existir un problema a futuro, debido a los intereses políticos y la individualidad que existe entre dependencias, al no compartir la información pública o hacerlo de forma parcial. El que se haga un Sistema para la Subdirección de Estudios Topográficos de la Secretaria de Obras y Servicios de la Ciudad de México, en la cual su información generada es indispensable para otras áreas, es significativo, ya que puede ser el inicio de un Sistema general abarcando todas las áreas gubernamentales de la Ciudad de México y así poder realizar consultas y análisis más complejos y contar con una toma de decisión más concreta y rápida, propagando este Sistema a otros municipios del país.

6. Referencias Bibliográficas

Brinker, R., Wolf, P. (1982). Topografía Moderna (García, D., Trad.) Harla. (Obra original publicada en 1977).

Codazzi, I. G. (2018). IGAC. Recuperado el 2020, de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-un-levantamiento-topografico>

Devezas, Tessaleno; Leitao, Joao & Sarygulov, Askar. (2017). Industry 4.0: Entrepreneurship and structural change in the new digital landscape. Cham, Alemania: Springer International Publishing.

Gobierno de la Ciudad de México. (2020). Obtenido de Secretaría de Obras y Servicios: <https://obras.cdmx.gob.mx/proyectos/sembrando-parques>

Gobierno de la Ciudad de México. (2018). Datos CDMX. Obtenido de <https://datos.cdmx.gob.mx/pages/home/>

gvSIG. (2016). gvSIG Blog. Obtenido de Presentando gvSIG Online: la solución a las Infraestructuras de Datos Espaciales con software libre: <https://blog.gvsig.org/2016/02/16/presentando-gvsig-online-la-solucion-a-las-infraestructuras-de-datos-espaciales-con-software-libre/>

INEGI. (2020). INEGI. Topografía. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>

IGCEM. (2017). Atlas Cibernético del Estado de México. Toluca: IGCEM. Recuperado el 2020

Leija, E.G., Valenzuela-Ceballos, S. I., Valencia-Castro. et al. (2020). Análisis de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo en la región centro-norte de México. El caso de la cuenca baja del río Nazas. *Ecosistemas*, 29 (1), 1826. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1826>

Lorenz, Markus; Ruessmann, Michael; Strack, Rainer; Lueth, Knud & Bolle, Moritz. (2015). *Man and machine in industry 4.0: How will technology transform the industrial workforce through 2025*. Boston, Estados Unidos: The Boston Consulting Group.

Murillo, K. F. (2014). *Desarrollo de un prototipo de geoportal para el observatorio de mercado de precios de la tierra en la zona rural del ecuador*, Ecuador: Instituto de investigación y posgrado - iip -Universidad Central del Ecuador.

Olaya, V. (2011). *Sistema de Información Geográfica*. España: CreateSpace Independent Publishing Platform (Amazon).

Schwab, Klaus. (2015). *The fourth industrial revolution: What it means, how to respond*. Recuperado de <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>.

UN-SPIDER. (2014). *Aplicación de datos del mes: Las IDEs y la gestión de datos geoespaciales*. Obtenido de Knowledget portal: <https://www.un-spider.org/es/enlaces-y-recursos/fuentes-de-datos/daotm-ides-datos-geoespaciales>